

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**“Resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto  
 $F'c=210\text{Kg/cm}^2$  sustituyendo al cemento por cenizas de cascara de  
arroz y concha de abanico, Chimbote -2023”**

**Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil**

**Autora:**

Velasquez Gomez Jessica Maria

Código ORCID: 0009-0000-3496-1588

**Asesor:**

Pitman Meléndez, Wilfredo Felipe

Código ORCID: 0000-0002-2748-2842

**CHIMBOTE– PERÚ**

**2023**

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL .....	1
ÍNDICE DE TABLAS .....	2
ÍNDICE DE FIGURA .....	4
PALABRAS CLAVES:.....	5
KEYWORDS: .....	5
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN .....	5
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD .....	6
TÍTULO.....	7
RESUMEN .....	8
ABSTRACT .....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. METODOLOGÍA.....	38
III. RESULTADOS.....	48
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....	71
V. CONCLUSIONES.....	75
VI. RECOMENDACIONES .....	77
VII. AGRADECIMIENTOS.....	78
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
IX. ANEXOS .....	85

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Clases de Consistencia /Asentamiento.....	16
<b>Tabla 2</b> Tolerancia de la consistencia por clases.....	16
<b>Tabla 3</b> Componentes químicos del Clinker del cemento portland, ASTM C150.....	20
<b>Tabla 4</b> Parámetros de oxido del cemento .....	21
<b>Tabla 5</b> Limites permisibles para el agua de mezcla.....	26
<b>Tabla 6</b> Porcentaje de Resistencia a la compresión del concreto.....	27
<b>Tabla 7</b> Requisitos de las puzolanas .....	28
<b>Tabla 8</b> Composición química de la cascara de arroz.....	29
<b>Tabla 9</b> Cantidad de elaboración de probetas de resistencia del concreto .....	41
<b>Tabla 10</b> Cantidad de elaboración de probetas de permeabilidad.....	41
<b>Tabla 11</b> Diseño de probetas cilíndricas para la resistencia de compresión .....	42
<b>Tabla 12</b> Diseño de probetas cilíndricas para la permeabilidad.....	43
<b>Tabla 13</b> Técnica de recolección de información .....	43
<b>Tabla 14</b> Normas de ensayo del concreto como referencia .....	44
<b>Tabla 15</b> <i>Composición química de las cenizas de cascara de arroz</i> .....	52
<b>Tabla 16</b> <i>Composición química de polvo de concha de abanico</i> .....	53
<b>Tabla 17</b> <i>Potencial de hidrogeno de los materiales cementantes y las combinaciones</i> .....	54
<b>Tabla 18</b> <i>Peso específico de los materiales puzolánicos y la combinación</i> .....	55
<b>Tabla 19</b> <i>Parámetros para el diseño de mezcla</i> .....	57
<b>Tabla 20</b> Relación de agua-cemento por resistencia.....	57
<b>Tabla 21</b> <i>Diseño de mezcla de concreto patrón</i> .....	58
<b>Tabla 22</b> <i>Diseño de mezcla de concreto patrón</i> .....	58
<b>Tabla 23</b> <i>Diseño de mezcla de concreto experimental al 10% (2.5% CCA +7.5% PCA)</i> .....	59
<b>Tabla 24</b> <i>Cantidad de material para probetas experimental al 10% (2.5% CCA +7.5% PCA)</i> .....	59
<b>Tabla 25</b> <i>Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 7 días de edad</i> .....	60
<b>Tabla 26</b> <i>Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 14 días de edad</i> .....	60
<b>Tabla 27</b> <i>Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días de edad</i> .....	61

<b>Tabla 28</b> Resistencia a la compresión del concreto del experimental, a los 7 días de edad .....	63
<b>Tabla 29</b> Resistencia a la compresión del concreto del experimental a los 14 días de edad .....	63
<b>Tabla 30</b> Resistencia a la compresión del concreto del experimental a los 28 días de edad .....	63
<b>Tabla 31</b> Resistencias a la compresión de las probetas de concreto con un porcentaje de cemento sustituido por ceniza de cascara de arroz y polvo de concha de abanico. ....	67
<b>Tabla 32</b> Calculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas .....	67
<b>Tabla 33</b> Profundidad de penetración del agua del concreto patrón a los 28 días .....	68
<b>Tabla 34</b> Profundidad de penetración del agua del concreto experimental al 10% a los 28 días.....	69
<b>Tabla 35</b> Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de la permeabilidad de las probetas.....	70

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>Figura 1</b> Análisis Termogravimétrica - Curva de pérdida de masa .....	48
<b>Figura 2</b> Análisis Térmico Diferencial (ATD) – Curva Calorimétrica .....	49
<b>Figura 3</b> Análisis Termogravimétrica - Curva de pérdida de masa .....	50
<b>Figura 4</b> Análisis Térmico Diferencial (ATD) – Curva Calorimétrica .....	51
<b>Figura 5</b> <i>Potencial de hidrogeno de los materiales (Ph)</i> .....	54
<b>Figura 6</b> <i>Peso específico de los materiales (gr/cm<sup>3</sup>)</i> .....	56
<b>Figura 7</b> <i>Resistencia a la compresión promedio del concreto patrón (kg/cm<sup>2</sup>)</i> .....	61
<b>Figura 8</b> <i>Resistencia a la compresión promedio del concreto patrón de 7, 14 y 28 días</i> .....	62
<b>Figura 9</b> <i>Resistencia a la compresión promedio del concreto experimental al 10% .....</i>	64
<b>Figura 10</b> <i>Resistencia a la compresión promedio del concreto experimental de 7, 14 y 28 días</i> .....	64
<b>Figura 11</b> <i>Resistencia promedio del concreto patrón vs experimental al 10%</i> .....	65
<b>Figura 12</b> <i>Resistencia promedio del concreto patrón vs experimental al 10%</i> .....	66
<b>Figura 13</b> <i>Profundidad de penetración del agua en el concreto</i> .....	69

**PALABRAS CLAVES:**

<b>Tema</b>	Resistencia de compresión y Permeabilidad
<b>Especialidad</b>	Tecnología de concreto

**KEYWORDS:**

<b>Theme</b>	Compressive Strength and Permeability
<b>Specialty</b>	concrete technology

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Según la OCDE

<b>Líneas de investigación:</b>	Construcción y gestión de construcción
<b>Área:</b>	Ingeniería Civil.
<b>Sub-área:</b>	Ingeniería Civil.
<b>Disciplina:</b>	Ingeniería Civil.



## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

### HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "**Resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto  $F'c=210\text{Kg/cm}^2$  sustituyendo al cemento por cenizas de cascara de arroz y concha de abanico, Chimbote - 2023**" del (a) estudiante: **VELASQUEZ GOMEZ JESSICA MARIA**, identificado(a) con Código N° **1118101189**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **29%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 04 de diciembre de 2023

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



Dr. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN  
VICERRECTOR



**NOTA:** Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

## **TÍTULO**

“Resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto  $F'c=210\text{Kg/cm}^2$  sustituyendo al cemento por cenizas de cascara de arroz y concha de abanico Chimbote -2023”

## RESUMEN

El presente proyecto tuvo por objetivo determinar la Resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto  $F'c=210\text{Kg/cm}^2$  sustituyendo por el 10% del cemento por las CCA y PCA de Chimbote 2023, en proporción 1:3.

La metodología fue aplicada con naturaleza experimental porque fueron manipulados los porcentajes al sustituir al cemento, lo cual se dividió en dos fases, la primera el proceso de incineración, ATD, análisis de rayos x de las cenizas y de los agregados; la segunda fase comprendió a la elaboración del diseño de mezcla y curados de probetas para el ensayo de la resistencia a la compresión y permeabilidad.

Además, los resultados obtenidos del ensayo ATD y de rayos X; de la CCA fue  $430\text{ }^\circ\text{C}$ , del PCA fue  $890\text{ }^\circ\text{C}$ , estando dentro del rango de los valores del cemento que generó una capacidad cementante que facilitó una resistencia óptima.

Se concluyó que concretó experimental logró superar al concreto patrón en las edades de 7,14 y 28 días con  $177.41\text{ kg/cm}^2$ ,  $198.07\text{ kg/cm}^2$  y  $236.76\text{ kg/cm}^2$ , logrando alcanzar la resistencia adecuada en la edad de 28 días, asimismo resultó ser impermeable lo cual favorece al concreto para incrementar su durabilidad y resistencia para el diseño del concreto  $210\text{ kg/cm}^2$ .

## ABSTRACT

The objective of this project was to determine the compressive strength and permeability of  $F'c=210\text{Kg/cm}^2$  concrete by replacing 10% of the cement with CCA and PCA of Chimbote 2023, in proportion 1:3.

The methodology was applied with experimental nature because the percentages were manipulated when replacing cement, which was divided into two phases, the first the incineration process, ATD, x-ray analysis of the ashes and aggregates; the second phase involved the development of the mixing design and curing of test pieces for the compression strength and permeability test.

In addition, the results obtained from the ATD and X-ray test; from the CCA it was  $430\text{ }^\circ\text{C}$ , from the PCA was  $890\text{ }^\circ\text{C}$ , being within the range of the cement values that generated a cementing capacity that facilitated an optimal resistance.

It was concluded that concreted experimental managed to surpass the concrete standard in the ages of 7.14 and 28 days with  $177.41\text{ kg/cm}^2$ ,  $198.07\text{ kg/cm}^2$  and  $236.76\text{ kg/cm}^2$ , reaching the appropriate resistance in the age of 28 days, also proved to be waterproof which favors the concrete to increase its durability and resistance for the design of the concrete  $210\text{ kg/cm}^2$ .

## I. INTRODUCCIÓN

Esta investigación se plantearon los trabajos más relevantes, en conjuntos de antecedentes, principalmente a nivel internación que describe los siguiente:

En primer lugar, como dice, Silva, L. Carvalho, k., Valle, P. (2019). en su tesis “Concreto com cinza de casca de arroz (CCA) e residuos de construção e demolição (RCD)” señala como objetivo analizar el uso de cenizas de cascarilla de arroz (CCA) sustituyendo al cemento con agregado de material reciclado. Por lo tanto, se adquirió como resultado que la resistencia a la compresión, a los 28 días evaluados, hubo una mínima pérdida de resistencia de 25% ARM y 10% CCA de la mezcla en comparación con el hormigón patrón, a pesar de que, la CCA presenta un comportamiento favorable, avanzado los días de curado, asimismo teniendo en cuenta la desviación estándar, esta pérdida muestra poca importancia.

Asimismo, según Araújo, J. y Alves, S. (2019) desarrollo la investigación titulada “Tijolos de solo-cal incorporados com cinza da casca de arroz calcinadas em duas temperaturas distintas” que tuvo como objetivo es analizar la resistencia a la compresión de un ladrillo simple con la mezcla de adición de un material puzolánico como la CCA con dos temperaturas diferentes calcinadas (800 °C y 1000°C). Concluyendo que se obtuvo un resultado positivo en ambas muestras, Por lo tanto, no existe una diferencia significativa en sus resistencias a la compresión simple para las temperaturas investigadas.

Además, se tienen en cuenta los antecedentes nacionales, como dice, Br. Ortiz, M. (2019). en su tesis “Influencia De La Sustitución Del Agregado Fino Por Conchas De Abanico Trituradas En La Resistencia A Compresión Del Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ” es de tipo experimental tiene como objetivo determinar la influencia al sustituir agregado fino por CA trituradas en la resistencia a compresión del hormigón  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . Se realizó el diseño de mezclas para la obtención de un concreto estructural  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  donde la sustitución se realizó con respecto al 5%,10%,15% y 30% de volumen del diseño de mezcla de patrón. asimismo, los resultados de la mezcla de patrón por el método de aspersión fue  $153.30\text{ kg/cm}^2$ ,  $184.76\text{kg/cm}^2$ ,  $215.84\text{kg/cm}^2$  a los 7, 14, 28 días de curado

respectivamente. Y también con la sustitución de agregado fino por conchas de abanico trituradas por la mezcla patrón, en 5% (fue 157.44 kg/cm<sup>2</sup>, 183.21 kg/cm<sup>2</sup>, 218.34 kg/cm<sup>2</sup>), en 10% (fue 158.94 kg/cm<sup>2</sup>, 188.15 kg/cm<sup>2</sup>, 220.48 kg/cm<sup>2</sup>), en 15% (fue 123.17 kg/cm<sup>2</sup>, 147.40 kg/cm<sup>2</sup>, 198.67 kg/cm<sup>2</sup>) y el 30 % (fue 110.09 kg/cm<sup>2</sup>, 132.91 kg/cm<sup>2</sup>, 152.22kg/cm<sup>2</sup>) a los 7,14 y 28 días de curado respectivamente. Y Finalmente se llegó a la conclusión que los resultados promedios con la sustitución del 5% y 10% mejoraron la resistencia a los veintiocho días de 218.34 kg/cm<sup>2</sup> y 220.48 kg/cm<sup>2</sup>, pero a diferencia de las sustituciones del 15% y 30% se obtuvo en la mezcla patrón una disminución de resistencia.

Según Santivañez, I. (2021). en su tesis “Influencia De La Ceniza De Cascarilla De Arroz Y Ceniza De Conchas De Abanico Sobre La Resistencia A La Compresión En Bloques De Concreto Estructural, Lima 2021”. se basa en la sustitución del cemento para fabricación de bloques de concreto por las cenizas de cascarilla de arroz y conchas de abanico, En la cual se tuvo como resultados que la resistencia de compresión axial indico que luego de 28 días los bloques de control superan a los bloques de concreto con adición de cascarilla de arroz en 13.84% y a los bloques con adición de concha de abanico en 10.95 % por lo tanto, la mezcla de concha de abanico es más resistente en 2.38 % que la mezcla de cascarilla de arroz, así que se concluye que los bloques de adición de ceniza de cascarilla de arroz y concha de abanico cumple con el requisito del reglamento nacional de edificación norma E0.70.

Como plantea Cerna, C. (2018). en su tesis “Resistencia del concreto sustituyendo el cemento por cenizas de cáscara de arroz y cenizas de carbón”, es de una metodología experimental realizado en la solución del problema basado en el área tecnológico por lo cual su objetivo fue determinar la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  sustituyendo el cemento en 20% y 40% de la combinación de CCA y CC. Por lo tanto, los resultados del 20% de la combinación del 5% de CCA y 15% de CC alcanzó una resistencia promedio de 166.40 kg/cm<sup>2</sup>, 192.82 kg/cm<sup>2</sup> y 230.21 kg/cm<sup>2</sup>, 325.42 kg/cm<sup>2</sup> a los 7,14,28 y 45 días de curado. Mientras que el 40% de la combinación del 10% de CCA y 30% de CC alcanzo una resistencia promedio de 111.01 kg/cm<sup>2</sup>, 124.57 kg/cm<sup>2</sup>, 146.81

kg/cm<sup>2</sup> y 202.74 kg/cm<sup>2</sup> a los 7,14,28 y 45 días de curado. Lo cual se concluyó que la mayor resistencia al sustituir el cemento es de 20% ya que a los 7, 14, 28 y 45 días superaron el 5%, 9%, 6% y 20%.

Además, se consideran los antecedentes locales que se describen a continuación:

Como expresa Matienzo, J. (2018). en su investigación “Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo al cemento por la combinación de un 8% por el polvo de la concha de abanico y 12% por las cenizas de la cascara de arroz – 2017” se basó en determinar la resistencia a la compresión de un concreto  $F'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo al cemento por 20% por el Polvo de la Concha de Abanico y las Cenizas de la Cascara de Arroz. Además, el tipo de investigación según su proceso es aplicada con un diseño de investigación experimental. Por lo tanto, el resultado de la muestra de CCA es 90.55% en la cantidad de óxidos ( $SiO_2+CaO+Al_2O_3$ ) y del polvo CA 98.58%. Al sustituir el cemento por el 20% de la combinación de las CCA y el polvo CA se obtuvo una resistencia de 52.82%, 81.08% y 99.49% a los 7,14 y 28 días de curado. Se concluyó que la combinación de las cenizas de la cascara de arroz y el polvo de la concha de abanico se puede usar como puzolana, pero con porcentajes menores al 20%.

De acuerdo con Hilario, M. (2018). en su tesis de “Resistencia de un concreto con cemento sustituido parcialmente por lodo de papel y concha de abanico” se basa en una investigación experimental que su objetivo fue determinar la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo al cemento por el 10 y 15% de CLP y PCA, en comparación con el diseño de un concreto convencional por lo cual se elaboraron las probetas de patrón y experimentales, que fueron sometidas a ensayo de compresión a los 7, 14 y 28 días de curado, asimismo se concluyó que los resultados de la sustitución del 10%, tuvo una resistencia mayor, de  $f'c = 236.76$  Kg/cm<sup>2</sup> que representa un 112.74%; mientras que al sustituir al 15% su resistencia final fue menor de  $f'c = 207.31$  Kg/cm<sup>2</sup> que representa un 98.72%, en comparación con el concreto patrón para ambas sustituciones.

Teniendo en cuenta a Vásquez, J. (2020). en su tesis “Resistencia a la compresión de un concreto  $F'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo al cemento por una combinación de cenizas

de cáscara de arroz y cenizas de concha de lapicero” señala que su objetivo es determinar la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con sustitución del cemento en 5% y 10% por cáscara de arroz y concha de lapicero en relación 1:3. Por lo tanto, los resultados de los ensayos de compresión en la combinación del 5% se obtuvo  $180.05\text{ kg/cm}^2$ ,  $201.16\text{ kg/cm}^2$  y  $235.86\text{ kg/cm}^2$ ; mientras en la combinación al 10% obtuvo  $172.50\text{ kg/cm}^2$ ,  $191.64\text{ kg/cm}^2$ ,  $221.82\text{kg/cm}^2$  a los 7,14 y 28 días. Por lo tanto, se concluyó que la combinación al 5% (1.25%CCA+3.75%CCL), excede al patrón, sin embargo, ambas combinaciones al 5% y 10% (2.5%CCA+7.5%CCL) cumplen las resistencias requeridas para un concreto estructural de  $210\text{ kg/cm}^2$ .

Como dice Chumioque, K. y Villegas, L. (2018). en su investigación “Resistencia a la Compresión del concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  al sustituir el cemento por ceniza de concha de abanico y bagazo de caña de azúcar, Chimbote, 2019” señala que al determinar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  al reemplazar el cemento por la combinación de 3% ,5% y7% de ceniza de concha de abanico y en 6%,10% y 14% de ceniza de bagazo de caña de azúcar, que se romperá 3 a los 7 días y otros 3 a los 14 días y finalizando 3 a los 28 días de las 27 probetas de combinación. concluyendo que, cumpliendo con la norma vigente y parámetros establecidos por ellas, se obtuvo un resultado favorable para los concretos con adición, en el cual se observó que al sustituir cemento con el 5% de ceniza de concha de abanico y 10% de bagazo de caña de azúcar es el óptimo debido a que se comportó mejor cumpliendo con los parámetros establecidos para la caracterización de un concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  contando con una buena resistencia.

A continuación, esta investigación se basa en teoría científicas y normas establecidas, Como resultado, la fundamentación científica se tiene:

#### Concreto

El concreto según Rivva, E (2007), es un material heterogéneo básicamente consiste en una combinación de cemento, agua, agregado fino y grueso. También contiene

una pequeña cantidad de aire atrapado y puede contener aire integrado mediante el uso de aditivos.

Según el Servicio Nacional de capacitación para la industria de la construcción ([SENCICO], 2019, p. 13). Indica que “El concreto es una mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, un agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos”.

Asimismo, el resultado de la mezcla es una masa que se moldea con facilidad y es compactada, pero se pierden debido a la reacción entre agua y el cemento, es más, se vuelve rígido y en el transcurso se vuelve un material mecánicamente resistente. Además, es idóneo para construcción de diversas estructuras (Vásquez, J. 2020, p.3).

#### *Tipos de concreto*

A demás, Según SENCICO (2019), existen los siguientes tipos de concretos:

“Concreto. Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos”.

“Concreto estructural. Todo concreto utilizado con propósitos estructurales incluyendo al concreto simple y al concreto reforzado”.

“Concreto armado o reforzado. Concreto estructural reforzado con no menos de la cantidad mínima de acero, preesforzado o no”.

“Concreto simple. Concreto estructural sin armadura de refuerzo o con menos refuerzo que el mínimo especificado para concreto reforzado”.

“Concreto estructural liviano. Concreto con agregado liviano que tiene una densidad de equilibrio, determinada por “Test Method for Determining Density of Structural Lightweight Concrete” (ASTM C 567), entre 1450 y 1850 kg/m<sup>3</sup>. En esta Norma, un concreto liviano sin arena natural se llama “concreto liviano en todos sus componentes” y un concreto liviano en el que todo el agregado fino sea arena de peso normal se llama “concreto liviano con arena de peso normal”.

“Concreto de Peso Normal. Es un concreto que tiene un peso aproximado de 2300 Kg/m<sup>3</sup>”.

“Concreto Ciclópeo. Es el concreto simple en cuya masa se incorporan piedras grandes”.

“Concreto Premezclado. Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra”.

“Concreto Preesforzado. Concreto estructural al que se le han introducido esfuerzos internos con el fin de reducir los esfuerzos potenciales de tracción en el concreto causados por las cargas”. (p.13)

### *Diseño de mezcla del concreto*

Siguiendo esta línea de investigación, Asocreto (2011), indica que la mezcla de concreto procede en determinar la cantidad de materiales necesarios (cemento, agua, agregados y aditivos) para construir un volumen unitario de concreto fresco que cumpla con los requisitos especificados para la estructura que se pretende fabricar. En las mezclas comunes sin aire incluido, los agregados pueden representar hasta el 80% del volumen y la pasta el 20% restante. Sin embargo, si los agregados son densos, sanos, resistentes y bien graduados, las principales propiedades del concreto endurecido dependen de la característica de la pasta. Asimismo, el cemento constituye el 7% al 15% del volumen de la mezcla y proporciona efectivamente adhesión y cohesión, mientras que los agregados (principalmente grava y arena) constituyen del 59% al 76% del volumen. El agua requerida para la hidratación del cemento oscila entre el 14% y el 18% en volumen; finalmente, el contenido de aire de la mezcla oscila entre el 1% y el 3%.

### *Propiedades del concreto*

Y dentro de las características del concreto hay un grado de variedad del control de los materiales, así que resulta económico solo utilizar las características del concreto necesarias y exacta, aunque vea menor rango en otras; es más, las propiedades de concreto son:

Estado fresco:

En el estado fresco del hormigón abarca desde, mezclar el concreto hasta curar el cemento. así que el comportamiento temporal depende de, la relación agua-cemento, el grado de hidratación, el tamaño de partícula, la mezcla y la temperatura. (Jaimes, V. 2018, p.15).

Asimismo, la Consistencia es el grado de humedecimiento de la mezcla que tiene el hormigón fresco para deformarse o adaptarse a una forma específica que depende del agua, granulometría, tamaño de agregados, además de su asentamiento y sus tolerancias (Jaimes, V. 2018, p.16).

**Tabla 1**

*Clases de Consistencia /Asentamiento*

<b>Consistencia</b>	<b>Asentamiento (cm)</b>
Seca	0-2
Plástica	3.5
Blanda	6-9
Fluida	10-15

Nota: son indicadores de los tipos de consistencia con su intervalo de asentamiento (Jaimes, V. 2018, p.17).

**Tabla 2**

*Tolerancia de la consistencia por clases*

<b>Consistencia</b>	<b>Intervalo</b>	<b>Tolerancia (cm)</b>
Seca	0-2	±1
Plástica	3-5	±1
Blanda	6-9	±1
Fluida	10-15	±2

Nota: son indicadores de los tipos de consistencia con su intervalo de la tolerancia (Garrido, A. 2008, p. 84).

Además, tal como indica Vásquez, J. (2020) la Trabajabilidad es la ligereza con la que se pueden mezclar los materiales y la mezcla resultante se puede tratar, transportar y colocar con poca homogeneidad.

Homogeneidad. Es la distribución masiva de todos los componentes del hormigón en proporciones iguales. La cualidad de uniformidad es lo opuesto al defecto de segregación o decantación. (Garrido, A. 2008, p. 80)

Uniformidad. Es la propiedad donde su mantenimiento son similares entre distintas amasadas (Yepes, V. 2017).

Compacidad. Es la cualidad de tener la máxima densidad que los materiales empleados permiten. Un hormigón de alta compacidad es la mejor protección contra el acceso de sustancias perjudiciales (Garrido, A. 2008)

Estado endurecido:

Sobre todo, según Vásquez, J. (2020, p.4). Se tiene las siguientes propiedades del estado endurecido:

Impermeabilidad. Es una propiedad del concreto que puede mejorarse, con la dificultad de no dejar para el agua a su interior.

Durabilidad. El concreto debe resistir la intemperie y desgastes, a los cuales estará sometido en el exterior del lugar.

Resistencia. Esta propiedad es importante porque tiene que ser elevada para poder soportar altas temperaturas interior y exterior.

### *Componentes del concreto*

Al mismo tiempo, los componentes del concreto están constituido por una mezcla en proporción de cemento, agregados fino, agregado grueso, y agua; como indica Harmsen, T. (2005), es la combinación de los materiales siguientes: cemento, arena, agua, piedra y aire. Pasta (cemento + agua) en un 23 a 25%, agregados (piedra y arena) de 73 a 75% y aire atrapado 2% (p.11).

#### Cemento

De acuerdo con Servicio Nacional de capacitación para la industria de la construcción ([SENCICO], 2019, p. 12). afirma que el “Material pulverizado que por

adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos”

Adicional a esto, “Un cemento hidráulico que consiste en una combinación íntima y uniforme de cemento portland o cemento de escoria de alto horno portland y puzolana fría producida al intercalar Clinker de cemento portland y puzolana; mezclado el cemento portland o el cemento portland de escoria de alto horno y la puzolana finamente dividida; o por una combinación de molienda y mezcla, en la cual la cantidad del constituyente de la puzolana está dentro de los límites específicos” (Norma técnica peruana 334.011, 2020, p.7).

Como expresa, El Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA, s.f.), El cemento es un material inorgánico que, al ser mezclado con agua, forma una pasta que se endurece gracias a procesos de hidratación. Es considerado como un conglomerante hidráulico debido a que es capaz de fraguar y endurecer incluso bajo el agua, manteniendo su resistencia y estabilidad.

#### *Tipo de cemento*

De acuerdo con CEMEX (2019). Actualmente se fabrican diferentes tipos de cemento Portland de acuerdo con los requisitos oficiales de cada país.

En el caso de nuestro país contamos con la Norma Técnica Peruana NTP 334.009 (2022), la cual tiene como base la norma ASTM C 150 y se contempla seis tipos de cemento (p.1):

Tipo I: Para uso general que no requiera propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo.

Tipo II: Para uso general, específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos.

Tipo II(MH): Para uso general específicamente cuando se desea un moderado calor de hidratación y moderada resistencia a los sulfatos

Tipo III: Se usa cuando se requiera altas resistencias iniciales.

Tipo IV: Se usa cuando se desea bajo calor de hidratación

Tipo V: Se usa cuando se desea alta resistencia a los sulfatos

### *Propiedades físicas del cemento*

De igual modo, Diaz, O. (2012). indica que el cemento tiene propiedades físicas que se permite que se realicen cambios para mejor el rendimiento, lo cual detalla lo siguiente:

**Finura de molido:** Esta es una característica muy relacionada con el valor hidráulico del cemento, ya que influye mucho en la velocidad de las reacciones químicas que se producen durante el fraguado y primer endurecimiento.

**Tiempo de fraguado:** Es el tiempo necesario para que la pasta de cemento adquiera rigidez, desde el inicio hasta el final del fraguado. La velocidad de fraguado del cemento está limitada por las normas. Establecer un periodo de tiempo, desde el amasado.

**Potencial de hidrogeno:** Es muy alcalino debido a la presencia de portlandita. Desde una perspectiva de durabilidad, es el mayor contribuyente a la alta alcalinidad o reserva del hormigón, manteniendo el material en la zona de pasivación del acero de refuerzo, protegiéndolo de la oxidación.

**Expansión y retracción:** El objetivo de los ensayos de estabilidad volumétrica es demostrar, en el corto plazo, el riesgo de expansión tardía que puede presentar el cemento como consecuencia de la hidratación.

**Calor de hidratación:** Las propiedades aglutinantes de la pasta de cemento se deben a una reacción química entre el cemento y el agua llamada hidratación, que provoca una reacción exotérmica que produce calor. El calor se genera cuando el cemento y el agua reaccionan (pp.7-10)

### *Propiedades químicas del cemento*

En este sentido, se considera las propiedades químicas de acuerdo a las normativas establecidas.

Según, American Society for Testing and Materials, (ASTM). C150, (2007). Define que la composición química del cemento, a base de CLINKERS bien quemado, tendrá la siguiente composición:

**Tabla 3**

*Componentes químicos del Clinker del cemento portland, ASTM C150.*

Nombre	Formula	Abreviatura
Silicato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C <sub>3</sub> S
Silicato di cálcico	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C <sub>2</sub> S
Aluminato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C <sub>3</sub> A
Ferro aluminato tetracálcico	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C <sub>4</sub> AF

Nota. American Society for Testing and Materials. ([ ASTM],2007)

Desde la posición de Matienzo, J. (2018), indica los componentes químicos del Clinker del cemento portland de lo siguiente:

Silicato Tricálcico: El cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación, composición del 36.0 %.

Silicato Dicálcico: Se define la resistencia a largo plazo y no tiene tanta incidencia en el calor de hidratación, Composición del 33.0%

Aluminato Tricálcico: Es un catalizador en la reacción de los silicatos y ocasiona un fraguado violento. Para retrasar este fenómeno, es preciso añadirle y eso durante la fabricación del cemento, composición del 21.0 %.

Componentes menores: Oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio 10%. (p. 6)

Asimismo, el cemento Portland Pacasmayo Tipo 1 fue empleado en esta tesis, por ser de uso general en la construcción, además en la tabla 4 se indica los parámetros en porcentaje de oxido del cemento.

**Tabla 4***Parámetros de óxido del cemento*

Nombre (Óxido componente)	Porcentaje
Óxido de Calcio (CaO)	62.4%
Óxido de Sílice (SiO <sub>2</sub> )	21%
Óxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	6.5%
Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2.5 %
Óxido de Magnesio (MgO)	2.0%
Óxido de Azufre (SO <sub>3</sub> )	2.0%
Cal Libre (Na <sub>2</sub> O)	0.0%
Perdida por Calcinación: P.C	2.0%
Residuo Insoluble: R. I	1.0%
Álcalis (Na <sub>2</sub> O+ K <sub>2</sub> O)	0.5%

Nota. American Society for Testing and Materials. ([ ASTM- C 150], 2007)

*Agregados*

El siguiente componente del concreto son los agregados y según La norma técnica peruana 400.011 (NTP, 2020). define al agregado, para concreto de la siguiente manera: “Conjunto de partículas pétreas de origen natural o artificial, que pueden ser tratadas o elaboradas y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la norma 400.037” (p. 2).

Asimismo, según Cerna, C (2018). se divide el agregado en agregado finos y agregado grueso que son los siguiente:

*Agregados finos*

Con base en La norma técnica peruana 400.011 (NTP, 2020). define que el agregado fino, “Es el agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8 pulg) y queda retenido en el tamiz normalizado 75 µm (No. 200) y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037” (p. 4).

### Propiedades físicas del agregado fino

También, los agregados finos para ser utilizados en el concreto deben cumplir con ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones técnicas de la norma peruana NTP.

De igual manera hay autores que resalta lo siguientes:

#### Peso unitario:

El peso unitario depende de ciertas condiciones internas del agregado, como la forma, el tamaño y el tamaño de las partículas, así como el contenido de humedad; También depende de factores externos como el grado de compactación, tamaño máximo del árido en relación al volumen del contenedor, forma de consolidación, etc. (Cerna, 2018, p.16).

#### Peso específico:

El peso específico es la relación entre el peso de un material y su volumen. Su diferencia con el peso unitario es que no tiene en cuenta el volumen que ocupan los huecos del material. Este valor es necesario para realizar la dosificación de la mezcla y también para comprobar si el agregado corresponde al peso normal del material. (Cerna, 2018, p.16)

#### Contenido de humedad:

El contenido de humedad “Es la cantidad de agua que contiene el agregado fino. Esta propiedad de acuerdo a su valor (en porcentaje), la cantidad de agua en el concreto varia”. (Matienzo,2018, p. 9)

#### Absorción:

La absorción es el volumen del agregado fino de humedecer el agua cuando está en fricción. Así como pasa con el contenido de humedad, esta propiedad interviene en la medida de agua para el vínculo de a/c en el concreto. (Pérez, 2020, p.29)

#### Granulometría:

“La granulometría se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados”. (Matienzo, 2018, p.10)

Además, La Norma Técnica Peruano 400.012 (2021) indica que la balanza que se debe utilizar para la exactitud y aproximación es con aproximación de 0.1 g y exactitud a 0.1 g o 0.1% de la masa de la muestra, cualquiera que sea mayor, dentro del rango de uso. Para la muestra de ensayo, luego del secado debe ser mínimo de 30 g.

Módulo de fineza:

Es un índice aproximado y representa el tamaño promedio de partícula de la muestra de arena, se usa para controlar la uniformidad del agregado. La norma estipula que la arena debe tener un módulo de finura no inferior a 2,35 ni superior a 3,15. (Matienzo, 2018, p.10)

Superficie específica:

Es la superficie total de partículas de agregado por unidad de peso. Para determinarlo se consideran dos hipótesis: que todas las partículas tienen forma esférica y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y son retenidas en el otro es igual al tamaño medio de las partículas. (Hilario, 2018, p.13)

*Agregado grueso*

Asimismo, el segundo agregado es el agregado grueso que es retenido en el tamiz normalizado 4,75 mm (No. 4) que cumple los límites especificados en la NTP 400.037, proveniente de la descomposición natural o mecánica de la roca. (NTP 400.037, 2021, p.6)

Incluso, Achahuanco, E. (2019). indica que el agregado grueso suele clasificarse en grava y piedra triturada o chancada. La grava es el agregado grueso, proveniente de la desintegración natural de materiales pétreos, encontrándoseles corrientemente en canteras y lechos de ríos, depositados en forma natural. (p.23)

### Propiedades físicas de agregado grueso

También, los agregados gruesos deben cumplir con ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones técnicas de la norma peruana NTP.

De igual modo, hay autores que resalta los siguiente:

#### Peso unitario:

“El peso unitario o peso aparente del agregado, es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en  $\text{Kg/m}^3$ . Los valores para agregados normales varían entre 1500 y 1700  $\text{Kg/m}^3$ ”. (Vásquez, 2020, p.14)

#### Peso específico:

El peso específico indica la calidad del agregado; entre 2.5 a 2.8 valores altos, corresponden a buena calidad, mientras que valores menores denota mala calidad (porosos, débiles y absolutamente con mayor cantidad de agua, etc.) (Matienzo, 2018, p.11).

#### Contenido de humedad:

El contenido de humedad es la cantidad de agua presente en el agregado grueso. Es importante porque la cantidad de agua en el concreto fluctuara en porcentaje en función de su valor (Vásquez, 2020, p.15).

#### Absorción:

La absorción es el volumen del agregado grueso de humedecer el agua en roce con él. Esta propiedad interviene en la medida de agua para el vínculo de a/c en el concreto (Pérez, 2020, p.32).

#### Granulometría:

La granulometría es la distribución del tamaño de las partículas de los agregados. Las investigaciones han determinado utilizar tamaños máximos de piedra que estén dentro del rango que proporcione la mejor resistencia en compresión; no se recomienda utilizar toda la granulometría del agregado grueso en concreto de resistencia alta. (Cerna, 2018, p. 18)

Además, La Norma Técnica Peruano 400.012 (2021) indica que la balanza se debe utilizar, con aproximación y exactitud a 0.5 g o 0.1% de la masa de la muestra, cualquiera que sea mayor, dentro del rango de uso.

Al mismo tiempo, los ensayos a realizarse en el laboratorio según las normas serán los siguientes:

**Peso unitario:**

NTP 400:017:2020. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados

**Peso específico y Absorción:**

NTP 400:021:2020. AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo.

NTP 400:022:2021. AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo.

**Contenido de humedad:**

NTP 339:185:2021. AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo.

**Granulometría:**

NTP 400:012:2021. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo.

**Sustancia Dañinas:**

NTP 400.015:2020. AGREGADOS. Determinación del contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en los agregados.

NTP 400:018:2020. AGREGADOS. Determinación de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75  $\mu\text{m}$  (No. 200) por lavado en agregados.

NTP 400:013:2020. AGREGADOS. Determinación de los efectos de las impurezas orgánicas del agregado fino sobre la resistencia de morteros. Método de ensayo.

NTP 400.024:2020. AGREGADOS. Método de ensayo para determinar las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto.

### Agua de mezcla

Tal y como se desprende, el último componente del concreto tenemos al agua y según SENCICO (2019). El agua empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la NTP 339.088 y ser de preferencia potable.

No existen criterios establecidos para los niveles aceptables de sales y otras sustancias químicas en el agua que pueden usarse. El agua utilizada en la mezcla debe estar libre de aceites, ácidos, álcalis, sales y sustancias orgánicas. Su finalidad principal es hidratar al cemento, pero también se utiliza para facilitar el procesamiento de la mezcla (Cano, 2018, p.30).

Por eso, “El agua a usar en el diseño de mezcla debe comprender algunos límites importantes y requeridos en sus propiedades como: pH contenido entre 5.5 y 8.0; sulfatos menores a 0.6 gr /l (600 ppm); cloruros menores a 1 gr (1000 ppm) “(León, 2020, p.22)

### **Tabla 5**

#### *Limites permisibles para el agua de mezcla*

Descripción	Limite permisible
Cloruros	1000 ppm
Sulfatos	600 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales Solubles Totales	1500 ppm
PH	5 a 8 ppm
Solidos en Suspensión	5000 ppm
Materia Orgánica	3 ppm

Nota: Norma técnica peruana 339.088 (2021)

### *Curado*

Por otra parte, tal como indica Carranza, J. (2020, p. 14) El concreto al endurecerse se debe mantenerse húmedo, ya que pierde agua y tiene que reponer la que ha perdido. Es preferible y aconsejable utilizar agua potable para el curado. Si no es posible utilizar agua de río, lago, pozo o lluvia, el agua debe ser clara o transparente.

Si no se deja curar el concreto perderá hasta un 40% de su resistencia, se pueden formar grietas y dañar la estructura.

### *Resistencia del concreto*

Y con respecto a, la resistencia al concreto como indica National Ready Mixed Concrete Association, ([NRMCA], S.f, p. 1), se mide fracturando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión que se calcula a partir de la ruptura dividida en unidades de libra fuerza.

Igualmente, la Norma Técnica Peruana 339.034 (2021), sostiene que el método consiste en aplicar una fuerza de compresión axial hasta el fallo sobre los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad que se encuentra de un rango prescrito hasta la falla. La resistencia a la compresión de la muestra es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección transversal de la muestra.

#### **Tabla 6**

##### *Porcentaje de Resistencia a la compresión del concreto*

Días	% De Resistencia
01	25 – 35%
03	42 – 53%
07	70 – 85%
14	85 – 95%
28	100 – 120%
60	Sube entre 10 y 15 % de la resistencia a los 28 días

Nota. Resistencia a la compresión de concreto sustituyendo al cemento de ceniza de paja de trigo y cenizas conchas de abanico. (Carranza, J., 2020, p. 24).

### *Puzolanas*

Continuando con esta investigación se empleó con concreto puzolánico.

Por lo tanto, se reemplazó parcialmente el cemento Portland por los materiales con propiedades puzolánicas.

Al mismo modo, La puzolana o ceniza volcánica es un material generalmente de origen natural, utilizado en la producción de diversos tipos de cemento como material

sustituto, como por ejemplo añadiendo cemento Portland en una proporción determinada, otorgando ciertas cualidades positivas y mejora de ciertas características o propiedades de este material. (Francisco, 2014. p.18)

#### Clasificación Puzolanas

Análogamente, según la NTP 334.104 (2018) y ASTM C-618 (Cemento. Puzolana natural cruda o calcinada y ceniza volante para uso en concreto). afirma que se describen tres clases de cenizas volantes como:

Clase N: Puzolanas crudas, naturales o calcinadas, tal como las diatomitas; tufos y cenizas volcánicas, calcinadas o sin calcinar; y materiales que se necesitan de calcinación para inducir propiedades satisfactorias, tales como arcillas y lupitas.

Clase F: Ceniza volante obtenidas por la calcinación de carbón bituminoso o antracita, cenizas que tienen propiedades puzolánicas.

Clase C: Ceniza volante producida por la calcinación de carbón lignito o sub bituminoso. Este tipo de ceniza, aparte de tener propiedades cementicias, también tiene propiedades puzolánicas. (p. 3)

Los requisitos químicos de las puzolanas son las siguientes:

#### **Tabla 7**

##### *Requisitos de las puzolanas*

Composición química	clases		
	N	F	C
Dióxido de silicio (SiO <sub>2</sub> ) + óxido de aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) + óxido de hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), % min.	70.0	70.0	50.0
Trióxido de azufre (SO <sub>3</sub> ), % min.	4.0	5.0	5.0
Contenido de humedad. % min	3.0	3.0	3.0
Perdida por calcinación, % min.	10.0	6.0	6.0

Nota. Norma técnica peruana 334.104 (2018, p.7)

### *Cascara de arroz*

En esta investigación se tomaron materiales puzolanas, por un lado, a la ceniza de cascara de arroz debido a su alta propiedad de silicio; por otro lado, al polvo de concha de abanico por su alta propiedad de calcio.

Actualmente en el sector de la construcción del Perú se produce cementos puzolánicos, pero no utiliza puzolanas naturales como cascarilla de arroz. (Ramírez, 2019, pág. 14)

Según Aliaga y Badajos, (2018), indica que “la cascarilla de arroz es el principal residuo que se obtiene de la producción de arroz. Debido a la baja degradabilidad natural, este residuo puede acumularse en el ambiente dando origen a graves problemas medioambientales”. (p.29)

La ceniza de cáscara de arroz, se encuentra en la naturaleza, normalmente formando grandes bloques que después son explotados como canteras. Hoy en día se conoce como materiales con características puzolánicas. (Villegas, 2014, p.2)

#### Propiedades

Desde la posición de Matienzo (2018). indica que la composición química de la cascara de arroz promedio es la siguiente:

**Tabla 8**

*Composición química de la cascara de arroz*

Componente	Formula	Composición
Celulosa: Polímero de glucosa	$C_5H_{10}O_5$	50%
Liguina: Polímero de fenol	$C_7H_{10}O_3$	30%
Sílice: Componente primario de la ceniza	$SiO_2$	20%

Nota. Matienzo (2018, p.14)

De igual modo, se sostiene que la cascara de arroz está presente la lignina y la celulosa, que se puede eliminar por combustión controlada; y asimismo solo quedaría la sílice en forma micro porosa en la ceniza. Además, la sílice está en forma opalina (una

forma amorfa e hidratada) en la cascara de arroz. Teóricamente es tomada del suelo y transportada a la planta de arroz como ácido mono silícico, que se concentra en la cáscara mediante evaporación y finalmente se polimeriza para forma de membrana sílico-celulosa. (Matienzo, 2018, p.14)

#### Producción de arroz en Perú

Desde la posición, del Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INE, 2019). Señala que la producción de arroz alcanzo en el mes de marzo 2019 una totalidad de 293 mil 607 toneladas y que se expandió en 23,1% respecto al similar mes del año pasado, los departamentos que se incremento fue La Libertad (336,5%), Áncash (157,3%) y Amazonas (28,4%), que en conjunto aportaron el 53,4% del total nacional de este cereal.

Igual, en el mes de abril alcanzó 408 mil 867 toneladas, volumen superior en 7,5% con relación a lo registrado en igual del mes del año anterior. Asimismo, en el mes de junio alcanzo una producción de 537 mil 838 toneladas. Y diciembre la producción de la cascara de arroz fue 282 mil 347 toneladas.

según INEI (2020). Indico que en el mes de febrero del año 2020 la producción total alcanzo 181 mil 844 toneladas volumen superior en 26,3% con relación a lo registrado en igual mes del año anterior.

Además, en el mes de mayo se registró 639 mil 303 toneladas y fue superior en 47,0% respecto a similar mes del 2019. Por lo tanto en el mes de junio de 2020, totalizó 615 mil 714 toneladas, volumen superior en 8,6% a lo obtenido en igual mes del año anterior. Y en agosto se reportó 143 mil 564 toneladas y se expandió en 15,2%, y a nivel departamental, se elevó en La Libertad (52,1%), Junín (29,5%), San Martín (11,6%), Amazonas (5,4%) y Loreto (4,7%).

Tal como indica, INEI (2021). La producción de arroz cáscara, en febrero de 2021, totalizo 189 mil 199 toneladas se incrementaron en Piura (146,3%), Áncash (113,0%), Ucayali (36,8%), Amazonas (26,3%) y Cajamarca (4,0%). Además, en marzo la

producción fue de 263 mil 395 toneladas y creció en los departamentos de Pasco (123,8%), Ucayali (65,9%), Áncash (18,6%), Madre de Dios (15,1%), Arequipa (11,0%) y Huánuco (8,5%). También, en mayo totalizó 427 mil 599 toneladas; Y se elevó en los departamentos de Piura (270,7%), Madre de Dios (266,4%), Tumbes (109,5%), Cajamarca (19,5%), Arequipa (17,8%), Áncash (16,7%), Loreto (14,0%), Cusco (1,4%) y Pasco (0,4%). Asimismo, en el mes de octubre ascendió a 167 mil 861 toneladas y aumentó en 9,6% respecto a octubre de 2020 que reportó 153 mil 211 toneladas, donde se incrementó en Cajamarca (97,3%), San Martín (18,9%) y Loreto (1,3%), los cuales representaron el 72,3% del total nacional. Por último, en diciembre de 2021, alcanzó 328 mil 734 toneladas y creció en 26,2% con relación a igual mes de 2020 que fue 260 mil 482 toneladas, impulsado por las mayores cosechas; destacando los volúmenes producidos en los departamentos de Piura (233,6%) y San Martín (16,9%), quienes aportaron con el 68% del total nacional como en Junín (100,0%), Pasco (47,1%), Ucayali (40,2%), Lambayeque (23,8%) y Huánuco (0,7%).

Como señala, INEI (2022). La producción en febrero de 2022 de cáscara de arroz, se registró 189 mil 440 toneladas y aumentó en 3,0% respecto a similar mes de 2021 que fue 183 mil 959 toneladas, explicado por las adecuadas condiciones térmicas para el desarrollo vegetativo y madurez, el mayor cultivo productores principales fueron Lambayeque (214,8%), Ucayali (60,6%) y Áncash (18,8%). En marzo se registró 269 mil 388 toneladas y aumentó en 1,9% con relación a similar mes de 2021 que fue 264 mil 237 toneladas, debido a las mayores áreas cosechadas siendo ellos los departamentos de La Libertad (122,2%), Ucayali (75,2%) y San Martín (13,9%)

Asimismo, en abril de 2022, ascendió a 330 mil 825 toneladas, volumen superior en 32,5% a lo reportado en igual mes del año anterior que obtuvo 249 mil 692 toneladas, se destacó en los departamentos de La Libertad (819,1%), seguido de Áncash (17,4%), Arequipa (11,4%) y San Martín (5,5%), los cuales contribuyeron con el 80,2% de la producción nacional.

Además, en mayo, alcanzó 517 mil 956 toneladas y creció en 54,7% con relación a similar mes del año anterior que reportó 334 mil 719 toneladas, aumento la producción en el departamento como La Libertad (589,2%) y Lambayeque (110,0%), Cajamarca (25,4%) y San Martín (5,8%), quienes en conjunto aportaron el 82,9% del total nacional producido. Cabe mencionar que en los dos primeros departamentos hubo adelanto de cosechas. también se incrementó en Ucayali (115,4%), Madre de Dios (24,0%), Pasco (22,6%) y Loreto (7,4%). Por último, en junio la producción de arroz cáscara totalizó 703 mil 774 toneladas aumentó en Huánuco (96,5%), Ucayali (58,9%), Madre de Dios (40,7%), Arequipa (39,1%), Pasco (25,6%), Cusco (24,5%), Piura (23,9%) y Loreto (1,8%).

### *Concha de abanico*

La segunda puzolana a estudiar es la concha de abanico un molusco cuyas valvas tienen forma de abanico. Se encuentra en zonas arenosas, algosas y manglares, sobre fondos rocosos y grava. Está formado por tallo o callo, que es un músculo de color blanco, y de la gónada, también conocido como coral, que es de color rojo. (Santivañez, 2021, p.14)

En el Perú existen muchos bancos naturales de esta especie, como los bancos de Bahía de Sechura y Lobos de Tierra en Piura, Bahía de Samanco y El Dorado en Chimbote, Bahía de Guaynuna en Casma y Bahía de Independencia y Paracas en Pisco. Se encuentran en aguas que van desde los 3 a los 30 metros de profundidad, a diferentes profundidades; fondo blando, arena dura, conchas de algas y grava. El abanico suele vivir en bahías protegidas del oleaje a temperaturas entre 14 y 20° C. Esta especie necesita agua bien oxigenada y con una salinidad de 34,4 a 34,9 partes por mil, incluidos parámetros de emisión, para crecer, alimentarse y reproducirse. (Hilario, 2018, p.19)

### Reproducción en el Perú

Tal como indica el Ministerio de la producción (2017). “En el Perú se pueden encontrar las conchas de abanico desde Paita hasta Ilo, sin embargo, la cosecha de ellas está concentrada en la región de Piura con un 77% a 80% de la producción nacional”.

En el año 2013 se generaron 2 832 Tm de residuos de concha de abanico que fueron al botadero municipal de Sechura. Además, la cosecha de conchas de abanico en el 2014 alcanzó el 47.80% de la producción acuícola nacional y represento 8336 TNB. La producción por cultivo de esta especie alcanzó poco más de 53 mil toneladas del 2005 al 2014.

La producción por cultivo de esta especie alcanzó poco más de 53 mil toneladas del 2005 al 2014. Y Para cada 1 kg, se producen 370 a 700g de residuos post-consumo, todo esto de los caparazones y estos residuos se han convertido en un problema ambiental grave

Según la Instituto Tecnológico de la Producción (gob.pe, 2021) indica que “De acuerdo a las cifras estadísticas, en el primer semestre del 2021 en términos de cosecha, la producción de este molusco bivalvo se incrementó en 136% con 31.327 mil toneladas (concha entera con valva); en comparación con el semestre del 2020 donde se cosechó 13,278 toneladas. En cuanto al volumen exportado se tiene que la producción aumentó en 95% alcanzando las 7,587 TN a diferencia del año pasado donde se registró 3.8”.

Las posibilidades de utilizar los desechos de estos especímenes en otros servicios podrían reducir el impacto ambiental y colaborar a minorar la explotación de canteras naturales para agregados en concretos, tanto hidráulicos como asfálticos. Siendo desechos, el precio de obtención es insignificamente menor que los agregados comunes y se brindaría una probabilidad de concretos para manejar el interés social, con precios menores que los comunes.

## Justificación de la investigación

Por consiguiente, este proyecto de investigación, se justifica porque buscamos determinar la resistencia a la compresión y permeabilidad  $F'c=210\text{Kg/cm}^2$  reemplazando el 10 % de cemento con materiales a base de cenizas de cascara de arroz y conchas de abanico. Esto beneficiara a futuras viviendas y habitantes en la ciudad de Chimbote, ya que es fácil de encontrar y proporciona alta resistencia en las muestras de concreto.

En vista de que, la sobreproducción agrícola de estos materiales, contaminan el medio ambiente debido a los altos residuos que se generan en la cascara y la concha de abanico, que podría ser utilizados con fines constructivos, debido a su uso potencial como material cementante, puesto que son dos componentes importantes del concreto, como sílice y calcio. También son económicos y respetuoso con el medio ambiente durante el proceso de producción, con la esperanza de ser útiles en la construcción a largo plazo.

Además, el propósito de esta investigación es contribuir al desarrollo tecnológico de la ingeniería civil mejorando el concreto para obtener una buena resistencia, que a la vez vaya de la mano con el ecosistema, evitando la contaminación al introducir en nuestras mezclas materiales poco o no contaminantes. Finalmente, también beneficiaria a la sociedad porque se reduciría la demolición de la infraestructura, ya que sería una vivienda de gran resistencia y comodidad para la sociedad, por lo que, la propuesta de diseño con concreto de alta resistencia sea óptima, reemplazando al cemento y reutilizar los residuos con materiales puzolánica de los materiales antes mencionados.

## Problema

### *Realidad problemática*

Todavía cabe señalar que, según Yepes, V. (2016) indica que, los materiales de construcción en ingeniería civil han ido desarrollándose desde la segunda mitad del siglo XX. Además, los países pobres en desarrollo están haciendo grandes esfuerzos para desarrollar tecnologías que les permitan explotar sus recursos naturales y producir sus propios materiales de construcción de alta resistencia. Por lo cual, el uso de aglomerante puzolánicos (la ceniza de cascara de arroz y concha de abanico) sustituto del concreto representa una alternativa de desarrollo para estos países y nuestra región.

Respectivamente, en el Perú a través de los molinos; que quema la cascara de arroz, las venden a las fincas, las tira al río o en zonas desérticas. Por eso, cuando se calcina, este material, se utiliza como fuente de silicio a partir del cual se obtiene dióxido de silicio para la síntesis y posterior desarrollo de nuevos compuestos de material.

En vista de que, la INEI, (2022) descubrió respecto a las cenizas de la cascara de arroz que su producción nacional alcanza 517 mil 956 toneladas, que en conjunto representaron 82,9% del total (N°124).

Y según Mendoza, D. (2021) sostuvo que en su investigación de la concha de abanico su producción en el primer semestre del 2021 fue 31.327 mil toneladas, lo cual genera una contaminación al medio ambiente por la sobreproducción.

Además, Castro, E. (2019). Director regional de producción menciona que la concha de abanico en la ciudad de Sechura se dispone un promedio de 100.000 TN de residuos sólidos al año arrojándolos, los cuales se disponen en el botadero municipal y desierto, sumando a esto hay una empresa clandestina que vota en las carreteras de esta provincia donde empieza la contaminación por mal olor y presencia de moscas por la descomposición de este residuo.

Por otra parte, en nuestra región, tratando de ahorrar recurren a agregar menos cemento del especificado para la construcción, incumpliendo el reglamento nacional de edificaciones del Perú, por lo que nuestro trabajo de investigación se fundamenta en reemplazar el cemento con cenizas de cascara de arroz y concha de abanico, que son materia prima que se encuentra a un bajo costo y abundante.

Por estas razones, el concreto se fabricará utilizando la ceniza de cascara de arroz y concha de abanico en sustitución del cemento en concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ . De manera que el concreto en su composición reemplazara al cemento con los materiales ya mencionados, con los cuales se busca verificar sus efectos al sustituir el cemento. Donde se espera obtener una resistencia a la compresión rentable del concreto.

#### Formulación del problema

De acuerdo a la realidad problemática, nos planteamos la siguiente pregunta: ¿En qué medida la sustitución del cemento por el 10% de las cenizas de cascara de arroz y concha de abanico de Chimbote 2023, influye en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto  $F'c=210\text{Kg/cm}^2$ ?

## Conceptuación y Operacionalización de variables

### *Variable Dependiente 1: Resistencia a la compresión*

Definición conceptual. Se define como la carga máxima que el material puede soportar sin romperse. Por lo que el concreto está diseñado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, por lo que la medida de su resistencia a las tensiones de compresión, se utiliza como indicador de calidad. (Acuña, J. 2018. p. 28)

Definición Operacional. Es un ensayo que consiste en aplicar una carga de compresión axial a un núcleo preparado a una velocidad de carga determinada, hasta que se produzca la falla. La resistencia a la compresión de una muestra se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por su área de sección transversal. (MTC E 704-2000)

### *Variable Dependiente 2: Permeabilidad del concreto $F'c=210\text{Kg/cm}^2$*

Definición conceptual. Morillo, A. (2018) La permeabilidad se refiere a la cantidad de agua que puede migrar a través del concreto bajo presión, o a la capacidad del concreto para resistir la penetración de agua u otras sustancias. (p. 10)

Definición Operacional. La permeabilidad del concreto se consigue mezclándolo con áridos, que tiene un gran volumen de huecos entre las partículas y está completamente libre de partículas finas y así realizar el ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión (Infante, J. 2021, p.40)

### *Variable Independiente 1: Cenizas de cáscara de arroz y concha de abanico*

Definición conceptual. Cuando los materiales puzolánicos se muelen finamente, reaccionan con hidróxido de calcio disuelto  $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$  disuelto a temperatura ambiente para formar compuestos de silicato de calcio y aluminato de calcio, que pueden desarrollar resistencia (NTP 334.001(2001)). Asimismo, la CCA y CCAB es una puzolana que se usa en la adición del cemento que se obtiene de la molienda y calcinación de dichos materiales.

Definición Operacional. Las cenizas de cáscara de arroz y concha de abanico se obtendrán a partir de la recolección de la cascara de arroz y concha de abanico, después un proceso de limpieza, secado y pre calcinado para poder determinar su temperatura de

calcinación, luego una calcinación a temperatura controlada por un determinado tiempo de acuerdo al ensayo del ATD.

### Hipótesis

Además, se formuló la siguiente hipótesis: “La sustitución al cemento del 10% por las cenizas de cascara de arroz y concha de abanico de Chimbote 2023, en proporción 1:3; mejoraría la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto  $F'_c=210\text{Kg/cm}^2$ .”

### Objetivos

#### *Objetivo general*

Determinar la Resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto  $F'_c=210\text{Kg/cm}^2$  sustituyendo por el 10% del cemento por las cenizas de cascara de arroz y concha de abanico de Chimbote 2023, en proporción 1:3.

#### *Objetivos específicos*

Determinar la temperatura de calcinación de la cascara de arroz y la concha de abanico mediante el ensayo del ATD. (Análisis Térmico Diferencial)

Determinar los componentes químicos de las cenizas de cascara de arroz y la concha de abanico térmicamente activados, mediante el ensayo de fluorescencia de rayos X.

Determinar el grado de alcalinidad (PH) y peso específico de la cascara de arroz activada, polvo de concha de abanico activada y su combinación (mezcla).

Determinar la relación agua/cemento del concreto patrón y del experimental.

Determinar la resistencia a la compresión del concreto patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días y comparar resultados mediante la validez estadística.

Determinar la permeabilidad del concreto patrón y experimental a los 28 días y comparar resultados mediante la validez estadística.

## II. METODOLOGÍA

### **Tipo y diseño de investigación**

#### ***Tipo de investigación***

La metodología de esta investigación es aplicada, porque los resultados obtenidos se plantearon para solucionar el problema relacionado al diseño de mezcla, y así poder mejorar las propiedades del concreto como la resistencia a la compresión y permeabilidad. Por otro lado, generamos alternativas de diseño de viviendas con menor costo, pero con buena resistencia a la compresión, logrando consolidar los problemas a través de esta propuesta.

Asimismo, este método es innovador y sobre todo natural a bajo costo, ya que, teniendo los conocimientos previos estudiados, comprobamos de manera experimental la aplicación de la sustitución del cemento al 10% por CCA Y PCA en el diseño de concreto, en comparación del concreto convencional.

Al mismo tiempo en el nivel de profundidad, es de una investigación explicativa, porque se requirió explicar cómo varía o cambia la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto cuando se sustituyó el 10% del cemento por la combinación de CCA y PCA mediante los ensayos de resistencia a la compresión y penetración de agua bajo presión.

Del mismo modo por la naturaleza de los datos y la información, es una investigación cuantitativa, porque se estudiaron las variables y sus indicadores como las variables independientes (resistencia a la compresión y permeabilidad), que variaron por la manipulación que consistió en reemplazar el cemento al 10% de CCA y PCA y se detalló sus valores en el registro de guías de observación.

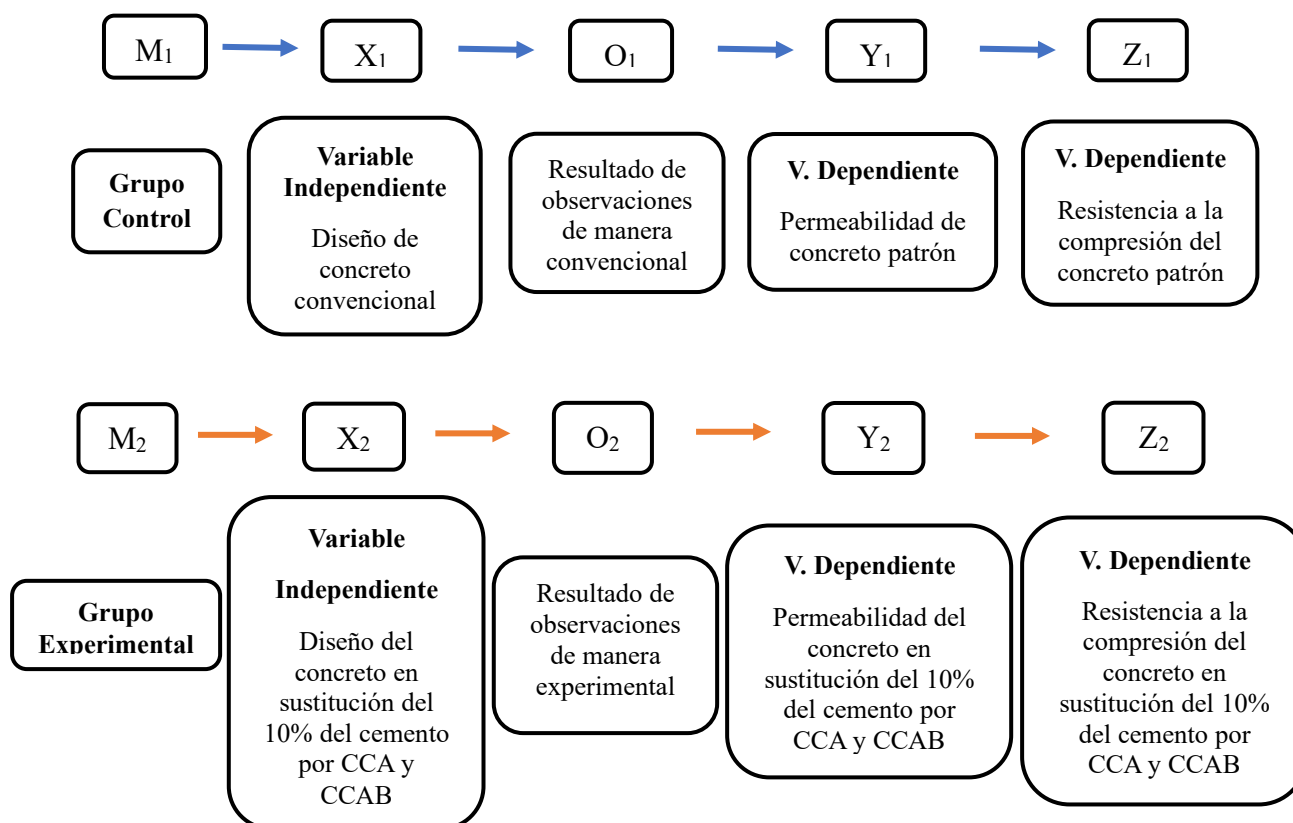
Por otra parte, por los medios de obtención de datos es de investigación de laboratorio, porque se desarrollaron dentro del laboratorio de la Universidad San Pedro por estar equipado con los instrumentos y equipos para los ensayos, es más ayuda al control total de la variable independiente que es la sustitución de CCA Y PCA y dicho control puede significar que los resultados obtenidos durante el proceso confirmen o desmienta la hipótesis.

### *Diseño de investigación*

El diseño de la investigación será según su alcance y naturaleza un diseño experimental de nivel cuasi-experimental, porque mediante la aplicación del método de la experimentación y de la observación científica, se determinará el resultado de la resistencia a la compresión al diseño de la mezcla del concreto realizando dos grupos de estudios donde se va a comparar el control y manipulación de la variable independiente.

En efecto es un proceso en el cual estudiaremos el diseño del concreto  $F'c=210\text{Kg/cm}^2$  en comparación con el nuevo diseño elaborado con la sustitución del 10% del cemento por las cenizas de cascara de arroz y concha de abanico en proporción 1:3, el estudio en su mayor parte se concentrará en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro, donde estaré en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en los objetivos.

Siendo su diseño de investigación el siguiente:



Donde:

M<sub>1</sub>: Grupo control, Muestras n°1 del concreto convencional

X<sub>1</sub>: Variable independiente, (Diseño del concreto convencional).

O<sub>1</sub>: Observaciones (Resultados del diseño del concreto patrón).

Y<sub>1</sub>: Variable dependiente, (Permeabilidad del concreto convencional).

Z<sub>1</sub>: Variable dependiente, (resistencia a la compresión en concreto convencional).

M<sub>2</sub>: Grupo Experimental, Muestras de probeta de concreto sustituyendo en 10% del cemento por las cenizas de cascara de arroz y concha de abanico.

X<sub>2</sub>: Variable independiente, (Diseño del concreto en sustitución al 10% del cemento por las cenizas de cascará de arroz y concha de abanico).

O<sub>2</sub>: Observaciones (Obtenidas por dicha muestra, son los resultados anotados en la guía de observación con el diseño del concreto experimental).

Y<sub>2</sub>: Variable dependiente, (Permeabilidad del concreto sustituido en 10% al cemento por CCA y PCA).

Z<sub>2</sub>: Variable dependiente, (Resistencia a la compresión sustituido en 10% al cemento por CCA y PCA).

### **Población y Muestra**

El propósito es mejorar la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto. Se utilizó como material de refuerzo en la elaboración de concreto la CCA y PCA, lo cual se estudió su comportamiento. Por lo tanto, se realizaron prueba y ensayos en cilindros de probetas patrón y experimental. Dado que las dimensiones son las mismas, la dosis de CCA y PCA se sustituyó por un 10% de cemento. Y la unidad de análisis de esta investigación es: probetas de diseño de concreto.

### ***Población***

En consecuencia, la población de estudio es el conjunto de probetas con un diseño de concreto  $F'c=210\text{Kg/cm}^2$  que serán elaborados en el laboratorio de mecánica de suelo de la Universidad San Pedro. Según la Norma UNE-EN 12390-8:2020 nos indica que el ensayo de Penetración de agua bajo presión, se debe ensayar 3 cubos a 28 días de edad y de acuerdo a la norma ASTM C39 señala que como mínimo 3 cubos de ensayo por cada edad para el ensayo de resistencia a la compresión, pero esta investigación se añadió 1

cilindro más por motivo de la dispersión. Se tuvo en cuenta las probetas cilíndricas patrón y experimental sustituyendo al 10% por CCA y PCA.

Por lo tanto, se realizaron para la resistencia del concreto 12 probetas en excepción de la permeabilidad que son 4 probetas por cada valor de porcentaje de sustitución del cemento.

**Tabla 9**

*Cantidad de elaboración de probetas de resistencia del concreto*

% de sustitución por cenizas de cascara de arroz y concha de abanico	Cantidad de probetas cilíndricas
0	12
10	12

Nota. Elaboración propia de la población.

**Tabla 10**

*Cantidad de elaboración de probetas de permeabilidad*

% de sustitución por cenizas de cascara de arroz y concha de abanico	Cantidad de probetas cilíndricas
0	4
10	4

Nota. Elaboración propia de la población de permeabilidad.

**Muestra**

Una muestra es un subconjunto de casos o individuos de una población estadística que consta de un pequeño grupo de patrones de muestreo específicos extraídos de la población. Para la prueba de ensayos nos basamos en la Norma ACI 318; Establece que los registros de pruebas de menos de 30 pero no menos de 10 pruebas consecutivas son aceptables si cubren al menos 45 días.

La muestra está conformada por el conjunto de probetas cilíndricas de patrón y experimentales sustituyendo al 10% de cemento por CCA Y PCA, seleccionados por

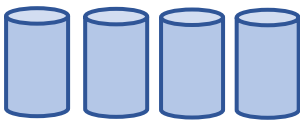
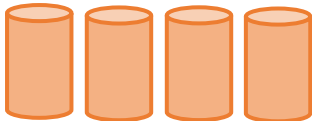
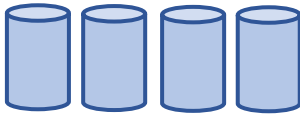
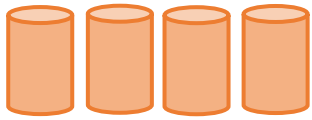
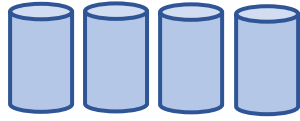
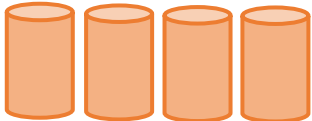
conveniencia de acuerdo a su resistencia a la compresión y permeabilidad. Por lo tanto, para la resistencia de concreto  $F'_c=210\text{Kg/cm}^2$  se tiene 24 probetas cilíndricas; distribuidas de la siguiente manera, 12 convencionales tipo cilíndrica y 12 experimentales tipo cilíndricas con 10% de cemento CCA Y PCA. Además, para la permeabilidad se tiene 8 probetas; distribuida en 4 convencionales y 4 experimentales con 10% de cenizas de cascará de arroz y concha de abanico.

Donde la muestra  $N= 32$  probetas tipo cilíndricas distribuida de la siguiente manera:

- 4 probetas tipo cilíndricas de concreto (0% - 7 días)
- 4 probetas tipo cilíndricas de concreto (0% - 14 días)
- 4 probetas tipo cilíndricas de concreto (0% -28 días)
- 4 probetas tipo cilíndricas de concreto (2.5 % (CCA) y 7.5 % (PCA) -7 días)
- 4 probetas tipo cilíndricas de concreto (2.5 % (CCA) y 7.5 % (PCA) - 14 días)
- 4 probetas tipo cilíndricas de concreto (2.5 % (CCA) y 7.5 % (PCA) - 28 días)

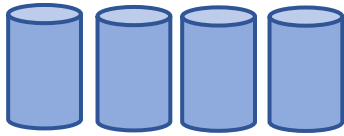
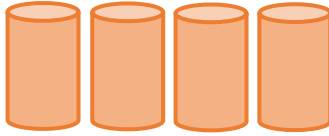
**Tabla 11**

*Diseño de probetas cilíndricas para la resistencia de compresión*

Días de curado	Diseño de concreto control	Diseño de concreto experimental 10%
7 días		
14 días		
28 días		

Nota. Elaboración propia, Resistencia a la compresión con % de cemento, en sustitución con CCA y PCA

**Tabla 12***Diseño de probetas cilíndricas para la permeabilidad*

Días de curado	Diseño de concreto control	Diseño de concreto experimental 10%
28 días		

Nota. Elaboración propia, Permeabilidad de un concreto con sustitución del cemento en % por CCA y PCA.

### Técnicas e instrumentos de la investigación

Por ende, este proyecto es de investigación experimental y se realizó los ensayos en el laboratorio para las muestras de nuestra población, debido a eso se eligió como investigación la técnica de la observación científica ya que por medio de los instrumentos se examinó todas las propiedades respectivas a la resistencia del concreto y permeabilidad sustituyendo al cemento por CCA Y PCA.

**Tabla 13***Técnica de recolección de información*

Técnica de recolección	Instrumentos	Ámbito del proyecto
		<b>Grupo control</b>
	Observación Directa	Muestra de probetas de concreto sin modificar.
	Fichas de registro	
Observación Científica	Técnica de laboratorio de los ensayos realizados.	<b>Grupo experimental</b>
		Muestra de probetas de concreto modificado al 10% del cemento por CCA Y PCA.

Nota. Elaboración propia

### ***Técnicas***

Respectivamente, se aplicó la observación como técnica, ya que la percepción del material se registró en forma cuidadosa y experta para obtener buenos resultados. Todo lo observado se detalló en el registro. Para esto se usó una guía de observación como instrumento, porque nos permitió organizar nuestros datos y clasificar la información de los diversos ensayos de la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto.

### ***Instrumentos***

Además, los Instrumentos son tomados respecto a los siguientes ensayos:

**Tabla 14**

*Normas de ensayo del concreto como referencia*

Ensayo	Norma
Ensayo determinación de peso específico	ASTM C 188
Ensayo granulométrico de los agregados	ASTM C- 136-6
Ensayo de Peso Unitario de agregado fino	ASTM C- 29
Ensayo de Peso Unitario de agregado grueso	ASTM C-29
Ensayo de gravedad específica y absorción agregado fino	ASTM C-127
Ensayo de gravedad específica y absorción agregado grueso	ASTM C-127
Ensayo de contenido de humedad de agregado fino	ASTM D-2216
Ensayo de contenido de humedad de agregado grueso	ASTM D-2216
Diseño de mezcla	ACI -211
Ensayo de resistencia de compresión	ASTM C-39
Ensayo de Penetración de agua bajo presión	UNE-EN 12390-8:2020

Nota. Elaboración propia

Estos instrumentos se realizaron para el diseño de mezcla de concreto patrón convencional y experimental que se sustituyó al cemento en 10% por CCA y CCAB.

## **Proceso de la investigación**

### ***Ubicación y recolección de los agregados***

Se inicio con la recolección del agregado fino (arena gruesa) y grueso (piedras de ½ a ¾ de pulgada) de las canteras de Vesique y Rubén que se encuentra en el distrito de Chimbote, en la provincia de Chimbote. en el departamento de Ancash.

### ***Ubicación y recolección de las materias primas***

Asimismo, la cascara de arroz fue recolectada en el molino de “Carranza” que se encuentra en San Carlos, distrito el Santa, como se indica en la figura 1

Del mismo modo, las conchas de abanico fueron obtenidas en Pampa Musa, Carbonera de la ciudad de Nuevo Chimbote, departamento de Ancash, como se indica en la figura 2

### ***Limpieza y secado de la materia prima***

Se realizo un tendido uniforme de la cascará de arroz para que le de ventilación a través del sol elimine la humedad, luego que se encuentre seco se procederá hacer la limpieza con ayuda de una malla para retirar el material no deseado como el polvo que abarca impurezas que esta adherida al material.

Asimismo, las conchas de abanico se realizó el lavado de este material para quitar partículas que esta adherida que puedan contaminar al material, al mismo modo se tendió uniformemente en el suelo limpio para su secado a través del sol y verificando que se encuentre seco para que no se contamine con cualquier polvo.

### ***Procedimiento para el ensayo de Análisis Térmico Diferencial***

Se procedió a triturar la cascara de arroz manualmente en un molino de corona hasta lograr la textura deseada a través de la malla #200, el polvo obtenido se envió U.N.T a realizar el ensayo del análisis térmico diferencial para determinar la temperatura de calcinación.

Asimismo, se seleccionó las conchas de abanico de color uniforme en una superficie limpia y seca, luego se dividió el material seleccionado en cuatro partes hasta obtener una muestra representativa de un 1kg de concha de abanico. Luego se rompió en trozos pequeños y se muelen manualmente en un molino de corona hasta lograr la textura

deseada, luego se tamizan a través de una malla #200 y luego se envió a la U.N.T a realizar el ensayo del análisis térmico diferencial para determinar la temperatura de calcinación.

#### ***Activación térmica de la paja de arroz***

La cascara de arroz después de realizar el ensayo del ATD, se pre calcinó de forma abierta para reducir el volumen del material y eliminar materia orgánica. Después de enfriar, se colocó en bolsas de papel. El proceso de pre calcinación duró un día y se pre calcino un total de 4 bolsas de cáscara de arroz. Una vez recogida la ceniza de la cáscara de arroz, se muele con un molino de corona, luego se tamiza a través de una tela de organza (malla #200) y se recoge en bolsas de papel. Finalmente, la pre calcinada se envió a la Universidad de San Pedro, donde se realizó la calcinación a la temperatura indicada por el análisis diferencial térmico (430 °C, intervalo de tiempo 2 h).

Del mismo modo, el polvo de concha de abanico después de realizarse el ensayo del ATD, con los datos alcanzados la muestra se envió a la Universidad de San Pedro, para ser calcinado a la temperatura indicada por el análisis diferencial térmico (890 °C, intervalo de tiempo 4 h) y se pasara por el tamiz a través de una malla #200.

#### ***Ensayo de Fluorescencia de Rayos X***

Se recolecto dos muestras parciales de 20 gr de ceniza de cascara de arroz y polvo de concha de abanico en un envase hermético y rotulado. Luego se llevó las muestras al laboratorio de física de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en la ciudad de Lima y se realizó el ensayo propio.

#### ***Ensayo de Potencial de Hidrogeno pH en cenizas, polvo, cemento y mezclas de combinación al 10%.***

Se recolecto una muestra de 20 gr de ceniza de cascara de arroz, 20 gr de polvo de concha de abanico, 20 gramos de la combinación de 90% del cemento tipo 1+ 2.5 % cenizas de cascara de arroz +7.5% polvo de concha de abanico. Por consiguiente, se llevaron las muestras al laboratorio COLECBI en la ciudad Chimbote para determinar su alcalinidad del ensayo propio.

#### ***Ensayo del peso específico***

Para determinar el peso específico se necesitó 64 gr de ceniza de cascara de arroz, polvo de concha de abanico, combinación de 90% del cemento tipo 1+ 2.5 % cenizas de cascara de arroz +7.5% polvo de concha de abanico, por lo que se realizó mediante el frasco de Le Chaletier según AASHTO T 133, ASTM C188 y MTC E610-2000 y se realizó el ensayo propio.

#### ***Ensayo de diseño de mezcla***

La relación del agua/cemento  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , se tuvo en cuenta los parámetros de diseño del ACI, donde se trabajó con un slump de 3 a 4", considerando los materiales utilizados en nuestra muestra, lo cual la relación a/c tanto para el patrón y experimental fue de 0.684, los requisitos de diseño son varios ensayos (Peso Unitario de agregados, Gravedad específica y absorción en agregados, Contenido de Humedad en agregados y Análisis Granulométrico de agregados) porque determinan la idoneidad del material para la mezcla de concreto a realizar que se hizo en el laboratorio del suelo de la Universidad San Pedro.

#### ***Ensayos de resistencia a la compresión para el patrón y experimental***

Por consiguiente, se elaboró las probetas patrón y experimental al 10% en sustitución al cemento por CCA y PCA que fueron un total de 24 probetas, 12 probetas patrón y 12 experimentales las cuales se ensayaron para la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curados en la universidad san pedro.

#### ***Ensayo de la permeabilidad***

Por último, se realizó el Ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión en patrón y experimental al 10% en sustitución al cemento por CCA y PCA en las probetas a los 28 días lo cual fue impermeable.

### III. RESULTADOS

#### Análisis térmico diferencial

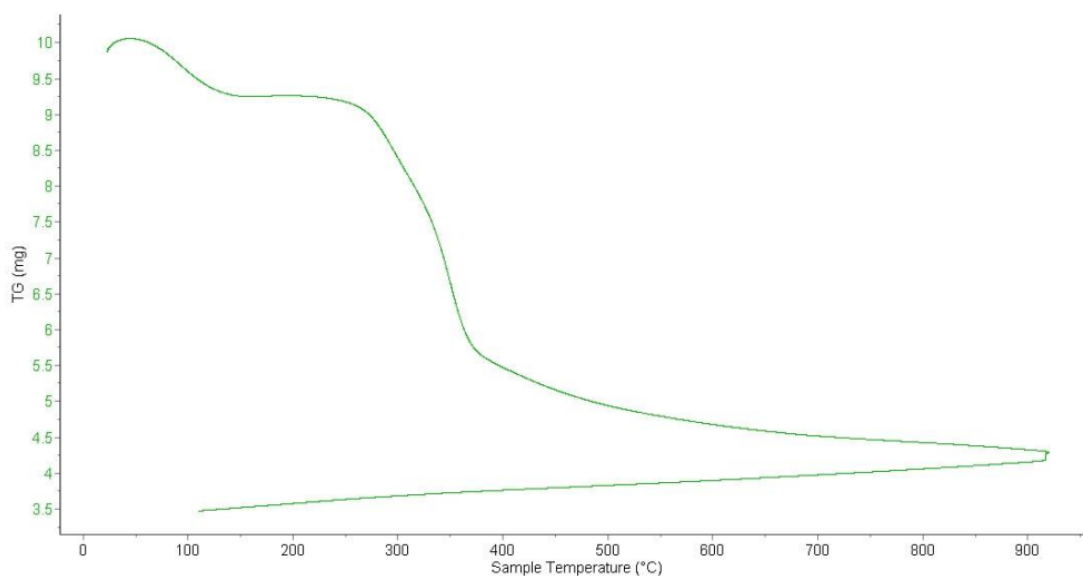
Se realizó el análisis de la temperatura óptima de la calcinación para la muestra de cascara de arroz y concha de abanico, por intermedio del análisis térmico diferencial en el laboratorio de polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo. El equipo utilizado fue un Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys\_Evolution, además cumple con las normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.

#### *Muestra 1: Cascara de arroz*

Asimismo, se trabajó la masa de la muestra analizada de 10 mg, el rango fue 25 – 900 °C de trabajo, una tasa de calentamiento 20°C/min, Gas de trabajo y Flujo de Nitrógeno 10 ml/min. Como resultados de este análisis se mostrará en la figura 1 y 2.

#### **Figura 1**

*Análisis Termogravimétrica - Curva de pérdida de masa*

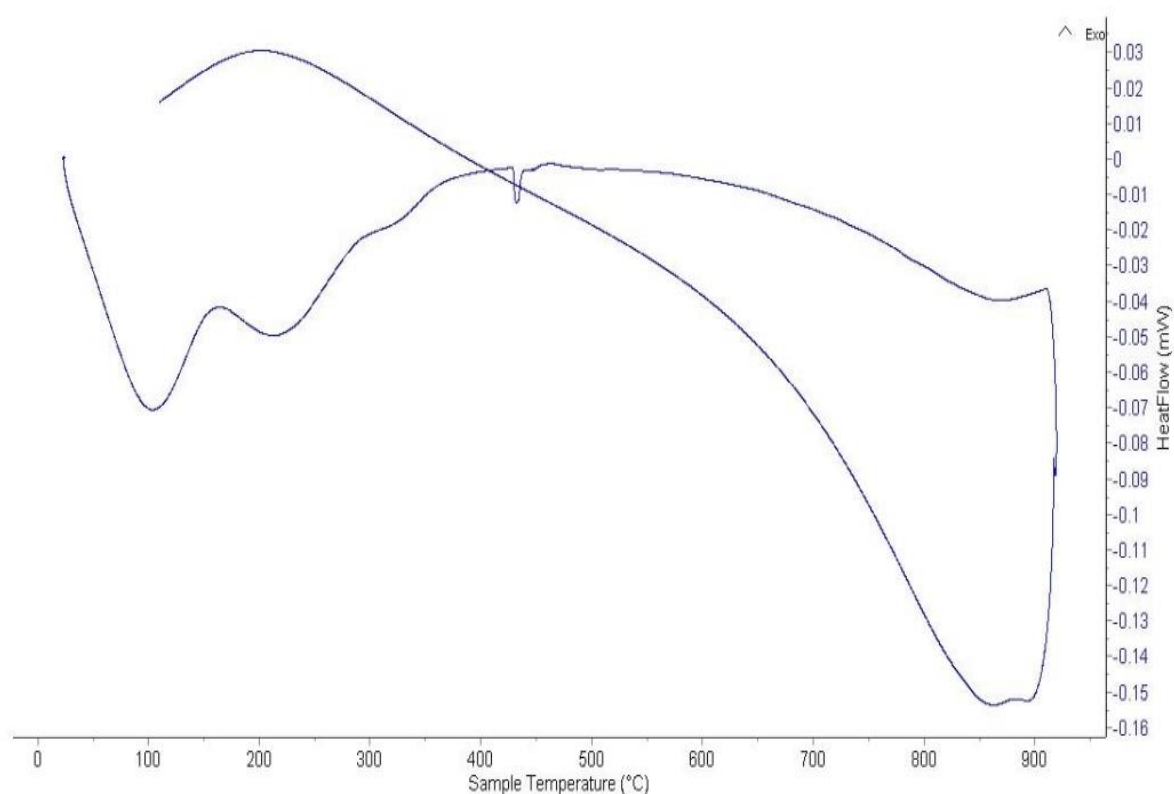


Nota. Resultado del Laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo.

Interpretación: El análisis termogravimétrico se muestra dos caídas importantes la primera es ligera se da entre 80 y 120 °C, es más la segunda caída da entre 270 y 350 °C. Asimismo la pérdida de masa con su máxima temperatura es aprox. 55%.

## Figura 2

### *Análisis Térmico Diferencial (ATD) – Curva Calorimétrica*



Nota. Resultado del Laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo.

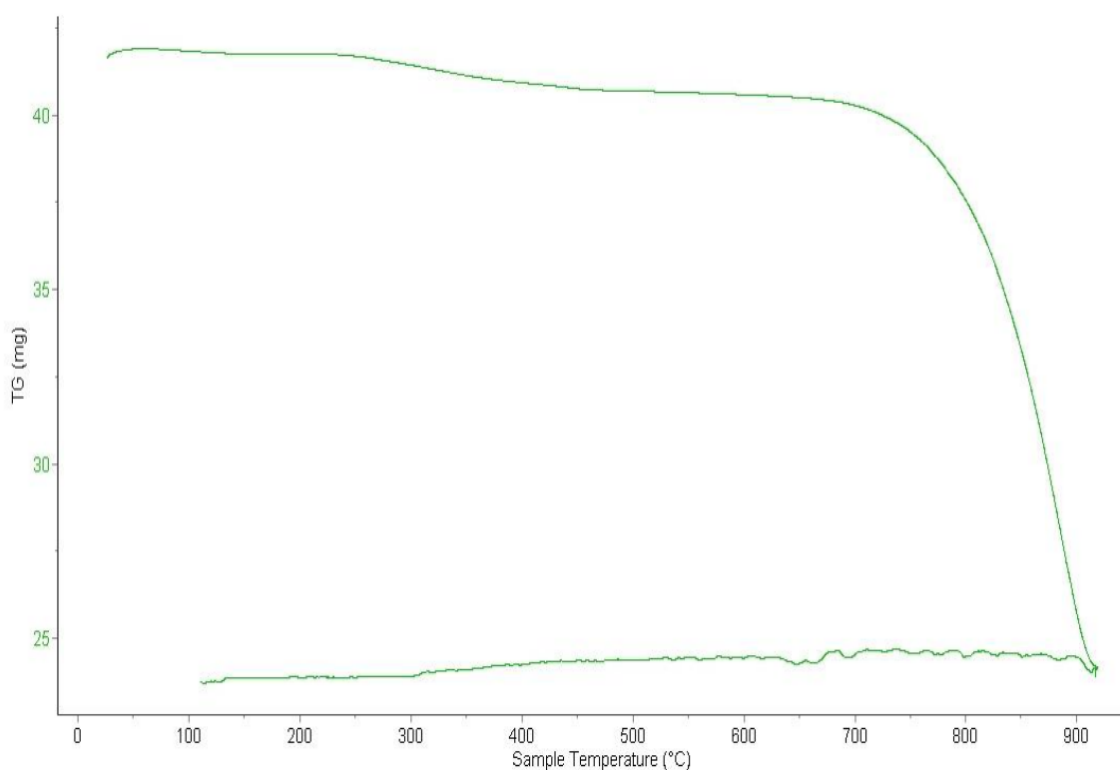
Interpretación: En el análisis térmico diferencial se observa picos endotérmicos en 100°C y 210°C. Además, en 430°C muestra un ligero pico de absorción térmica esta temperatura genera cambio estructural de las características del material.

**Muestra 2: Concha de abanico**

Es más, se trabajó la masa de la muestra analizada de 42 mg, el rango de trabajo fue 25 – 900 °C, una tasa de calentamiento 20°C/min, Gas de trabajo y Flujo de Nitrógeno 10 ml/min. Como resultados de este análisis se mostrará en la figura 3 y figura 4.

**Figura 3**

*Análisis Termogravimétrica - Curva de pérdida de masa*

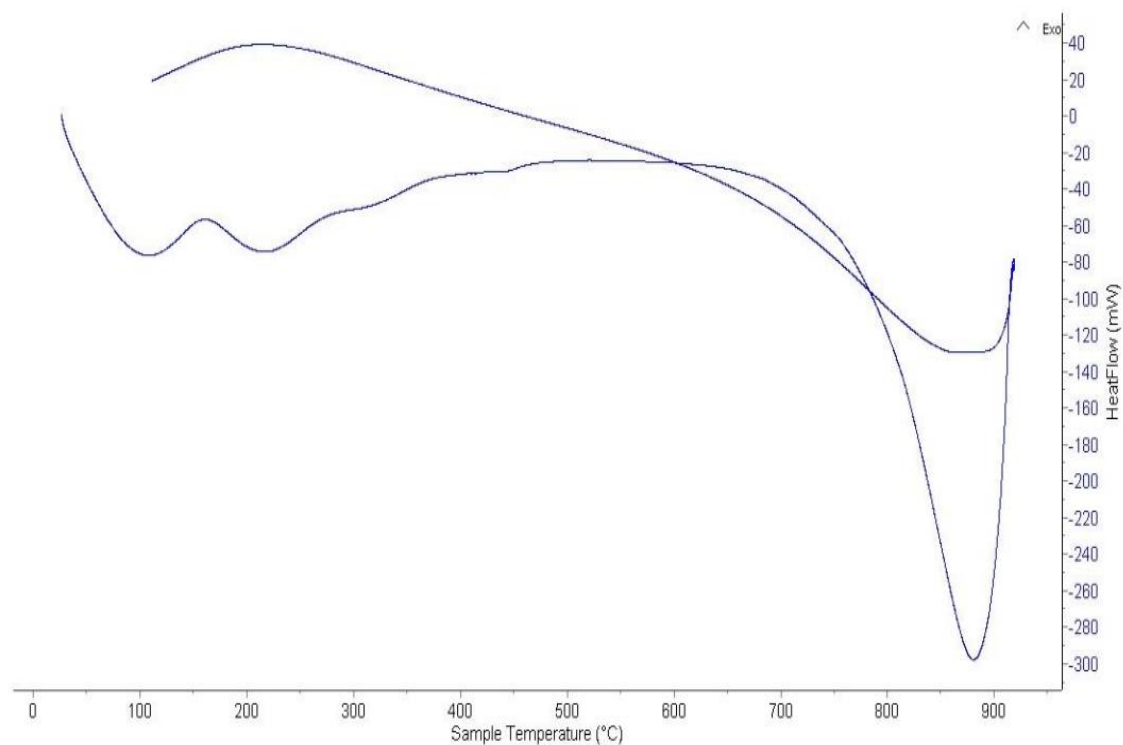


Nota. Resultado del Laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo.

Interpretación: El análisis termogravimétrico se muestra una ligera caída, pero tiene buena estabilidad hasta 700 °C es más se observa una degradación acelerada hasta ocurrir un rápido descenso de la pérdida del material. Asimismo, la pérdida total es 43% de su masa inicial.

**Figura 4**

*Análisis Térmico Diferencial (ATD) – Curva Calorimétrica*



Nota. Resultado del Laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo.

Interpretación: En el análisis térmico diferencial se observa picos endotérmicos en 100°C y 210°C. Además, en 890°C muestra un intenso pico de absorción térmica esta temperatura genera cambio estructural de las características del material.

### Composición química de los materiales

Por consiguiente, los materiales puzolánicos activado térmicamente de CCA y PCA, fueron realizado por el ensayo de fluorescencia de rayos X para determinar los componentes químicos de dichos materiales.

#### *Muestra 1: Cenizas de Cascara de Arroz*

**Tabla 15**

*Composición química de las cenizas de cascara de arroz*

Oxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Trióxido de Aluminio - Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.432	6.502
Dióxido de Silicio - SiO <sub>2</sub>	49.518	59.251
Dióxido de Azufre - SO <sub>2</sub>	5.894	7.054
Dióxido de Cloro - ClO <sub>2</sub>	5.603	6.705
Óxido de Potasio - K <sub>2</sub> O	7.556	9.042
Óxido de Calcio - CaO	7.978	9.548
Óxido de Titanio - TiO <sub>2</sub>	0.184	0.220
Óxido de Manganeso - MnO	0.040	0.048
Trióxido de Hierro - Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.269	1.519
Trióxido de Niquel - Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.008	0.010
Óxido de Cobre - CuO	0.015	0.018
Óxido de Zinc - ZnO	0.041	0.049
óxido de rubidio - Rb <sub>2</sub> O	0.003	0.004
Óxido de Estroncio - SrO	0.018	0.021
Total	83.559	100.00

Nota. Laboratorio de Arqueometría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Informe N° 14 – LAQ/2023.

Interpretación. Por medio del ensayo de fluorescencia de rayos X, se alcanzó un óptimo resultado dentro del rango de la composición química del cemento (ASTM C-150) y semejante a ello, por lo cual, la composición química de las cenizas de cascara de arroz es 59.251% de óxido de silicio que permitirá tener buena resistencia al diseño de concreto.

**Muestra 2: Polvo Concha de abanico****Tabla 16***Composición química de polvo de concha de abanico.*

Oxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Dióxido de Azufre - SO <sub>2</sub>	0.094	0.157
Óxido de Potasio - K <sub>2</sub> O	1.386	2.322
Óxido de Calcio - CaO	58.075	97.273
Trióxido de Hierro - Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.040	0.067
Trióxido de Niquel - Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0011	0.019
Óxido de Cobre - CuO	0.005	0.008
Óxido de Zinc - ZnO	0.010	0.017
Óxido de rubidio - Rb <sub>2</sub> O	0.003	0.005
Óxido de Estroncio - SrO	0.079	0.133
Total	59.703	100.00

Nota. Laboratorio de Arqueometría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos,  
Informe N° 15 – LAQ/2023.

Interpretación. Por medio del ensayo de fluorescencia de rayos X, se alcanzó un óptimo resultado dentro del rango de la composición química del cemento (ASTM C-150) y semejante a ello, por lo cual, la composición química del polvo de concha de abanico es 97.273 % de Óxido de Calcio que permitirá tener buena resistencia al diseño de concreto.

### Análisis de alcalinidad (Ph)

Se ensayaron 4 muestras de materiales cementantes y la combinación entre ellas para determinar su potencial de hidrogeno

**Tabla 17**

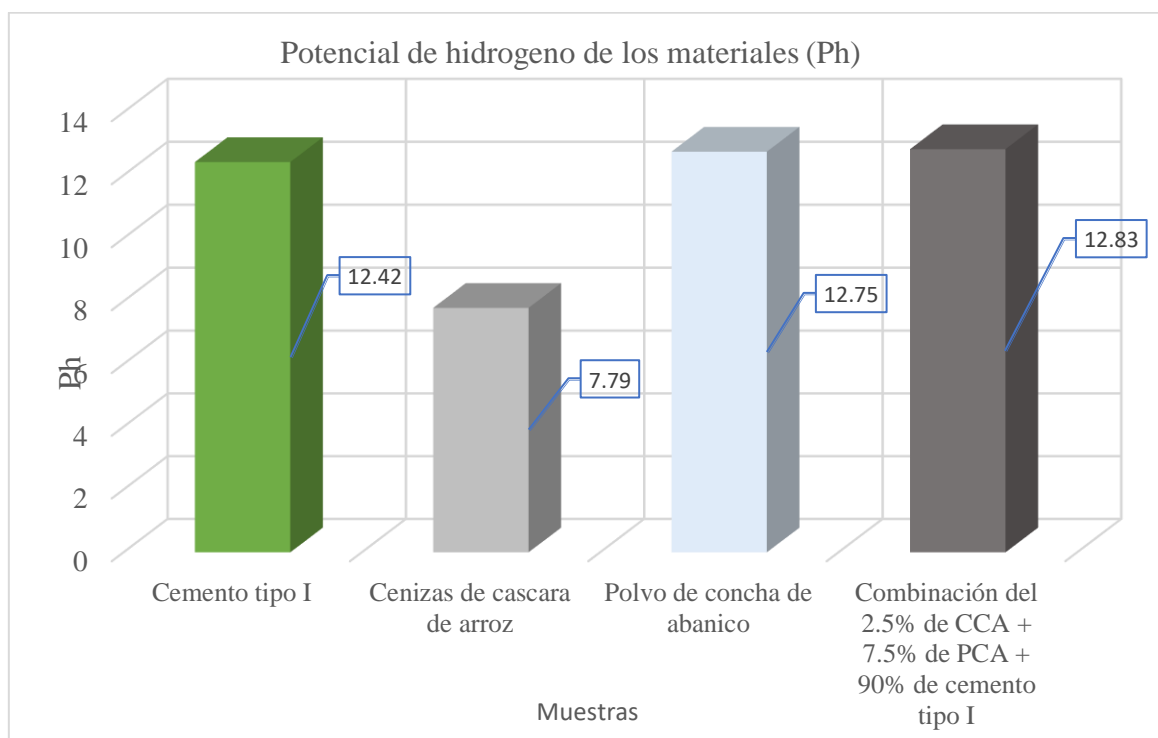
*Potencial de hidrogeno de los materiales cementantes y las combinaciones*

Muestra	Ensayos (Ph)
Cemento tipo I	12.42
Cenizas de cascara de arroz	7.79
Cenizas de concha de abanico	12.75
Combinación del 2.5% de cenizas de cascara de arroz + 7.5% de cenizas de concha de abanico + 90% de cemento tipo I	12.83

Nota. Informe de ensayo N° 20230919-005 “COLECBI” S.A.C. corporación de laboratorio de ensayos clínicos, biológicos e industriales

**Figura 5**

*Potencial de hidrogeno de los materiales (Ph)*



Nota. Elaboración Propia de potencial de hidrogeno

Interpretación. Se muestra que el potencial hidrogeno (Ph) tanto el cemento tipo I, cenizas de cascara de arroz, polvo de concha de abanico y la Combinación del 10% (2.5% CCA +7.5% PCA) son de grado alcalino por consecuencia está claro que estos materiales pueden usarse en el diseño de mezcla para reemplazar el cemento.

### **Peso específico**

Y Cabe señalar que, para el calcular del peso específico de los materiales puzolánicos de CCA, PCA y la combinación de 90% cemento tipo I +2.5% CCA + 7.5% PCA. Se ejecuto 3 muestras de 64 gramos para el ensayo en el laboratorio de suelo de la USP.

**Tabla 18**

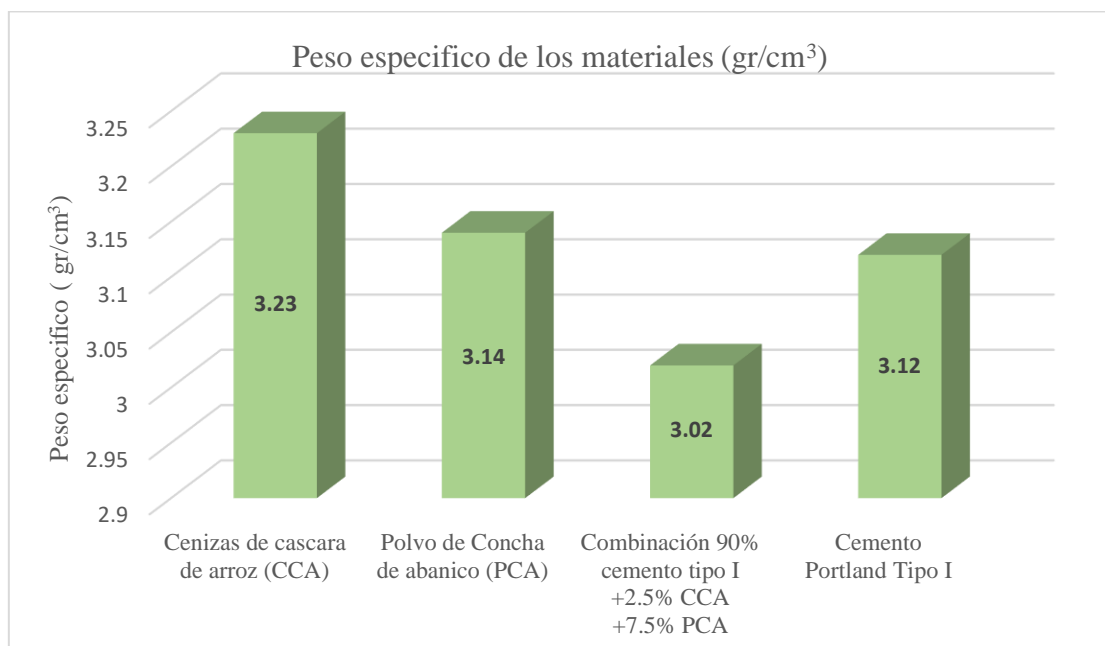
*Peso específico de los materiales puzolánicos y la combinación*

	Cenizas de cascara de arroz (CCA)	Polvo de Concha de abanico (PCA)	Combinación 90% cemento +2.5% CCA +7.5% PCA
Lectura inicial (ml)	0.00	0.00	0.00
Lectura Final (ml)	19.80	20.40	21.20
Peso de muestra (gr)	64.00	64.00	64.00
Volumen desplazado (ml)	19.80	20.40	21.20
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	3.23	3.14	3.02

Nota: Elaboración Propia del peso específico

**Figura 6**

*Peso específico de los materiales (gr/cm<sup>3</sup>)*



Nota. Elaboración Propia del peso específico (gr/cm<sup>3</sup>)

Interpretación. Se aprecia que los datos obtenidos del peso específico de los materiales como la CCA y PCA son alto que el cemento. Es más, la combinación del 90% cemento tipo I +2.5% CCA+7.5% PCA tiene un peso específico de 3.02 más bajo que el cemento, CCA y PCA; por lo tanto, el resultado obtenido de la combinación del Peso específico fue bajo por una manipulación defectuosa o inocular al mezclar los materiales para dicha combinación. Por lo cual se requiero más cantidad del material.

#### **Relación agua/cemento (A/C) para el concreto patrón y experimental al 10%**

Por consiguiente, para el concreto de  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , se tomó en cuenta los parámetros del método ACI, tomando como referencia un Slump de 3" a 4" sin aire incorporado para el diseño de mezcla.

En consecuencia, los datos obtenidos de los ensayos del contenido de humedad, pesos unitarios, granulometría, gravedad específica y absorción en agregados (agregado fino y agregado gruesos) fueron los siguiente mostrada en la tabla 19 para el diseño de mezcla.

**Tabla 19***Parámetros para el diseño de mezcla*

Descripción	Agregado fino	Agregado grueso
Peso unitario suelto seco	1498 kg/m <sup>3</sup>	1517 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado seco	1711 kg/m <sup>3</sup>	1615 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico masa seca	2.68	2.90
Contenido de humedad	0.80 %	0.35 %
Absorción	0.70 %	0.34 %
Módulo de fineza	2.70	-
Tamaño Máximo Nominal	-	3/4"

Nota. Elaboración propia

Interpretación. En la tabla 19, se aprecia que el agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de ¾" que por el método ACI el aire atrapado corresponde al 2%, es más el volumen unitario de agua es 205 lts/m<sup>3</sup>. Y asimismo el módulo de fineza del agregado fino tiene 2.70 que para el volumen del agregado grueso por unidades de concreto corresponde a 0.63 m<sup>3</sup> por lo cual se utilizó para el diseño patrón y experimental.

**Tabla 20**

Relación de agua-cemento por resistencia

Resistencia a la compresión a los 28 días (f'cr)(kg/cm <sup>2</sup> )	relación agua cemento de diseño en peso	
	concreto sin aire incorporado	concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	-
450	0.38	-

Nota. Norma del diseño de mezclas de Concreto ACI COMITÉ 21

### *Relación agua/cemento (A/C) del concreto patrón*

Al mismo tiempo para el diseño de mezcla patrón se utilizó la tabla 19 y 20 adicionando a esto el peso específico del cemento tipo I Pacasmayo que fue 3.12 y los resultados fueron lo siguiente:

**Tabla 21**

*Diseño de mezcla de concreto patrón*

Diseño de mezcla					
Mezcla	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua	Relación a/c
Corregido por humedad	1	2.95	3.41	29.39 lt/bol	0.684

Nota. Elaboración propia

**Tabla 22**

*Diseño de mezcla de concreto patrón*

Cantidades de materiales en peso			
Material	Valores de diseño corregido	Por probeta	Para la elaboración de 12 probetas
Cemento	299.708 kg /m <sup>3</sup>	1.762 kg	21.147 kg
Agregado fino	883.572 kg /m <sup>3</sup>	5.195 kg	62.345 kg
Agregado Grueso	1021.36 kg /m <sup>3</sup>	6.006 kg	72.067 kg
Agua	207.257 Lt	1.219 Lt	14.624 Lt

Nota. Elaboración propia

Interpretación. La relación de agua/cemento para el concreto patrón de acuerdo a la NORMA ACI 211 de la tabla 20 de relación agua/cemento únicamente por resistencia, para un concreto sin aire incorporado de una resistencia promedio de 210 kg/cm<sup>2</sup>, se calculó por criterio de resistencia por interpolación dónde se obtuvo como resultado el valor de 0.684 para resistencia a la compresión 210 kg/cm<sup>2</sup>, al mismo modo la dosificación para el valor del diseño de mezcla corregido en proporciones en peso es de 1:2.95:3.41.

**Relación agua/cemento (A/C) del experimental.**

Por otra parte, para el diseño de mezcla experimental del 10% se utilizó la tabla 19 y 20, adicionando a esto el peso específico de la combinación del cemento tipo I Pacasmayo 90% + CCA 2.5% + PCA 7.55 que fue 3.019 y los resultados fueron lo siguiente:

**Tabla 23**

*Diseño de mezcla de concreto experimental al 10% (2.5% CCA +7.5% PCA)*

Diseño de mezcla experimental 10%						
Mezcla	Cemento	(2.5% CCA +7.5% PCA)	Agregado fino	Agregado grueso	Agua	Relación a/c
Corregido por humedad	1	0.11	3.28	3.79	29.39 lt/bol	0.684

Nota. Elaboración propia

**Tabla 24**

*Cantidad de material para probetas experimental al 10% (2.5% CCA +7.5% PCA)*

Materiales	Valores de diseño corregido	Por probeta	Para la elaboración de 12 probetas
Cemento	269.737 kg /m <sup>3</sup>	1.586 kg	19.033 kg
Cenizas de cascara de arroz	7.493 kg /m <sup>3</sup>	0.044 kg	0.529 kg
Polvo de concha de abanico	22.478 kg /m <sup>3</sup>	0.132 kg	1.586 kg
Agregado fino	883.572 kg /m <sup>3</sup>	5.195 kg	62.345 kg
Agregado Grueso	1021.360 kg /m <sup>3</sup>	6.006 kg	72.067 kg
Agua	207.257 lt	1.219 lt	14.624 lt

Nota. Elaboración propia

Interpretación. La relación de agua/cemento para el concreto experimental de acuerdo a la NORMA ACI 211 de la tabla 20 de relación agua/cemento únicamente por resistencia, para un concreto sin aire incorporado de una resistencia promedio de 210 kg/cm<sup>2</sup>, se calculó por criterio de resistencia por interpolación dónde se obtuvo como

resultado el valor de 0.684 para resistencia a la compresión  $210 \text{ kg/cm}^2$ , sustituyendo al cemento por la combinación CCA y PCA al 10%, del mismo modo el valor del diseño de mezcla corregido en proporciones en peso es de 1:0.11:3.28:3.79.

### Resistencia a la compresión del concreto patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días

#### Resistencia a la compresión patrón 7, 14 y 28 días

Se ejecuto por ensayo a la compresión 12 probetas para la mezcla patrón, a los 7, 14 y 28 días de curado las cuales los resultados fueron lo siguiente:

**Tabla 25**

*Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 7 días de edad*

Muestra	SLUMP (")	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área ( $\text{cm}^2$ )	Carga aplicada (kgf)	F'c ( $\text{kg/cm}^2$ )	Fc/F'c (%)	F'c Promedio ( $\text{kg/cm}^2$ )	Fc/F'c Promedio (%)
P1-7D	3.5	7	15.24	182.41	29551.18	162.00	77.14	159.97	75.68
P2-7D	3.5	7	15.22	181.94	28636.76	157.40	74.95		
P3-7D	3.5	7	15.23	182.18	29399.46	161.38	76.85		
P4-7D	3.5	7	15.23	182.18	28984.10	159.10	73.79		

Nota. Elaboración propia

**Tabla 26**

*Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 14 días de edad*

Muestra	SLUMP	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área ( $\text{cm}^2$ )	Carga aplicada (kgf)	F'c ( $\text{kg/cm}^2$ )	Fc/F'c (%)	F'c Promedio ( $\text{kg/cm}^2$ )	Fc/F'c Promedio (%)
P5-14D	3.5	14	15.23	182.18	32680.44	179.39	85.42	177.91	84.72
P6-14D	3.5	14	15.21	181.70	31922.39	175.69	83.66		
P7-14D	3.5	14	15.24	182.41	32369.49	177.45	84.50		
P8-14D	3.5	14	15.21	181.70	32541.97	179.10	85.29		

Nota. Elaboración propia

**Tabla 27**

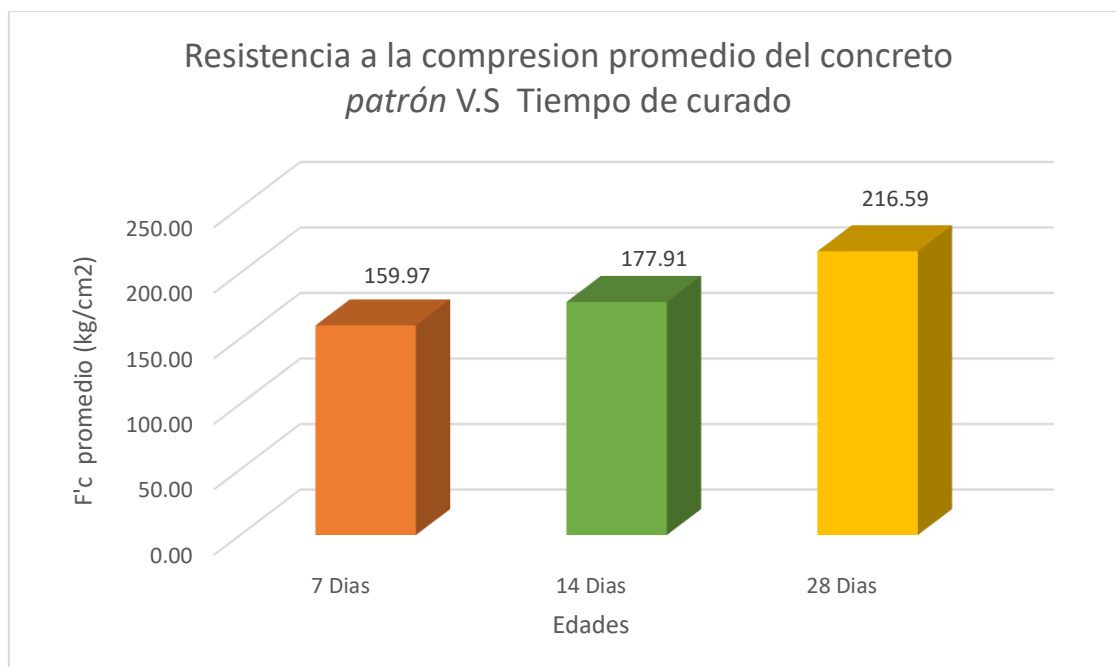
*Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días de edad*

Muestra	SLUMP	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga aplicada (kgf)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fc/F'c (%)	F'c Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Fc/F'c Promedio (%)
P9-28D	3.5	28	15.23	182.18	39770.71	218.31	103.96	216.59	103.14
P10-28D	3.5	28	15.24	182.41	39133.42	214.53	102.15		
P11-28D	3.5	28	15.21	181.70	39482.81	217.30	103.48		
P12-28D	3.5	28	15.23	182.18	39386.32	216.20	102.95		

Nota. Elaboración propia

**Figura 7**

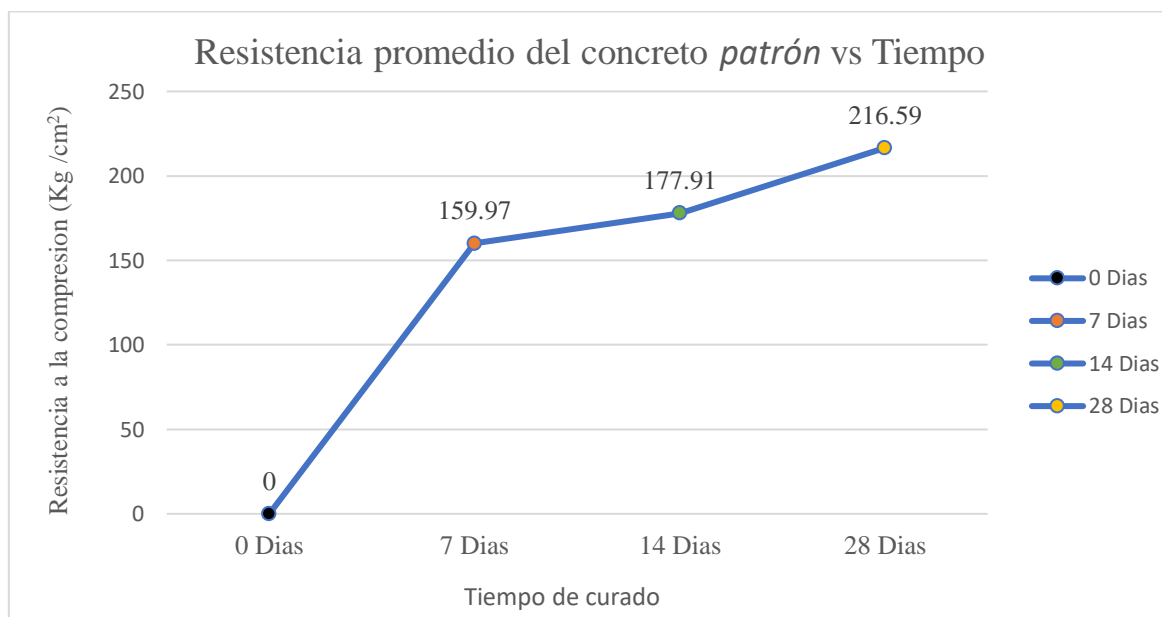
*Resistencia a la compresión promedio del concreto patrón (kg/cm<sup>2</sup>)*



Nota. Elaboración propia

**Figura 8**

*Resistencia a la compresión promedio del concreto patrón de 7, 14 y 28 días*



Nota. Elaboración propia

Interpretación. Según los datos obtenidos, la resistencia a la compresión del concreto patrón a los 7 y 14 días de curado se registró una resistencia mínima de 159.97 kg/cm<sup>2</sup> y 177.91 kg/cm<sup>2</sup> pero a los 28 días se logró alcanzar el 103.14% de la resistencia del 216.59 kg/cm<sup>2</sup> del objetivo general del diseño.

#### ***Resistencia a la compresión experimental 7, 14 y 28 días***

Se ejecuto por ensayo a la compresión 12 probetas para la mezcla experimental al 10% (2.5% CCA+7.5% PCA), a los 7, 14 y 28 días de curado las cuales los resultados fueron lo siguiente:

**Tabla 28***Resistencia a la compresión del concreto del experimental, a los 7 días de edad*

Muestra	SLUMP	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga aplicada (kgf)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fc/F'c (%)	F'c Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Fc/F'c Promedio (%)
Ex. 10% P1	3.4	7	15.23	182.18	32155.78	176.51	84.05		
Ex. 10% P2	3.4	7	15.22	181.94	31913.43	175.41	83.53	177.41	84.48
Ex. 10% P3	3.4	7	15.24	182.41	32575.62	178.58	85.04		
Ex. 10% P4	3.4	7	15.24	182.41	32677.77	179.14	85.30		

Nota. Elaboración propia

**Tabla 29***Resistencia a la compresión del concreto del experimental a los 14 días de edad*

Muestra	SLUMP	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga aplicada (kgf)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fc/F'c (%)	F'c Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Fc/F'c Promedio (%)
Ex. 10% P5	3.4	14	15.24	182.41	35939.34	197.02	93.82		
Ex. 10% P6	3.4	14	15.20	181.46	36150.14	199.22	94.87	198.07	94.32
Ex. 10% P7	3.4	14	15.24	182.41	35611.00	195.22	92.96		
Ex. 10% P8	3.4	14	15.24	182.41	36630.69	200.81	95.62		

Nota. Elaboración propia

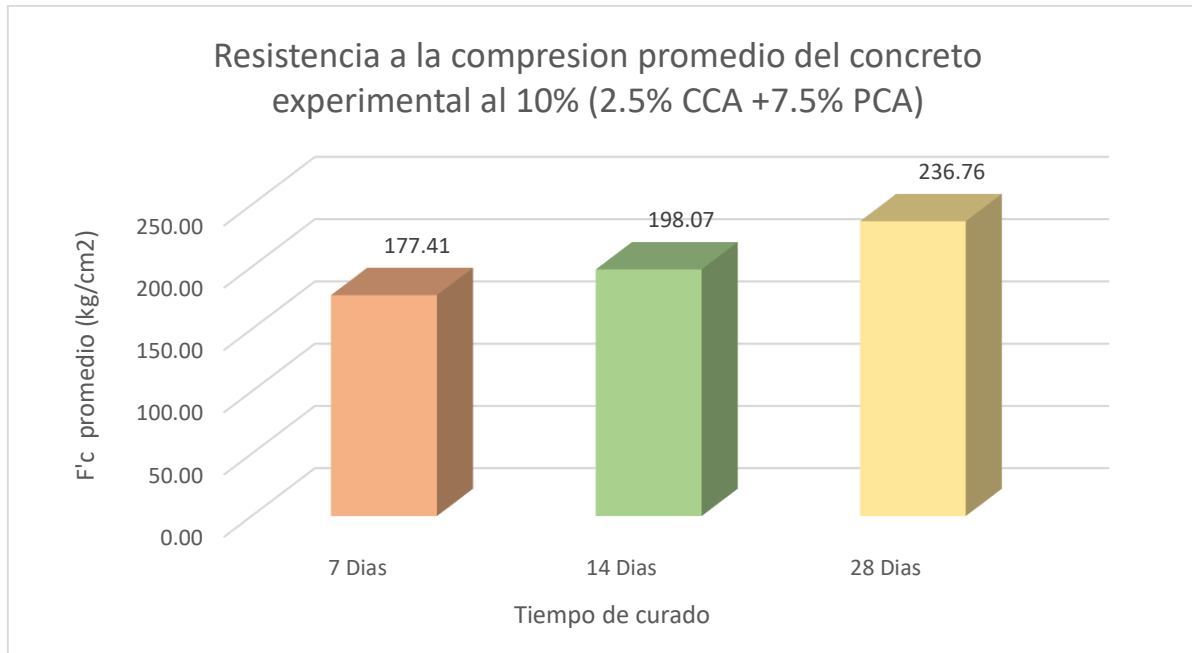
**Tabla 30***Resistencia a la compresión del concreto del experimental a los 28 días de edad*

Muestra	SLUMP	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga aplicada (kgf)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fc/F'c (%)	F'c Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Fc/F'c Promedio (%)
Ex. 10% P9	3.4	28	15.20	181.46	42849.58	236.14	112.45		
Ex. 10% P10	3.4	28	15.22	181.94	42491.21	233.55	111.22	236.76	112.74
Ex. 10% P11	3.4	28	15.20	181.46	43611.71	240.34	114.45		
Ex. 10% P12	3.4	28	15.24	182.41	43230.46	236.99	112.85		

Nota. Elaboración propia

**Figura 9**

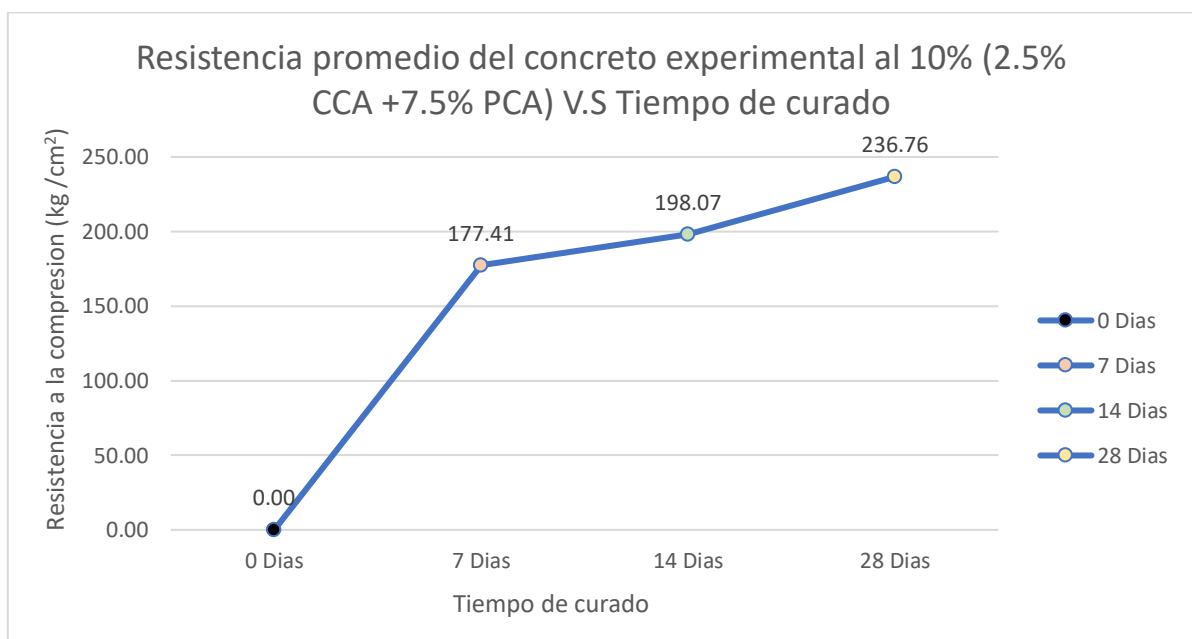
Resistencia a la compresión promedio del concreto experimental al 10%



Nota. Elaboración propia

**Figura 10**

Resistencia a la compresión promedio del concreto experimental de 7, 14 y 28 días



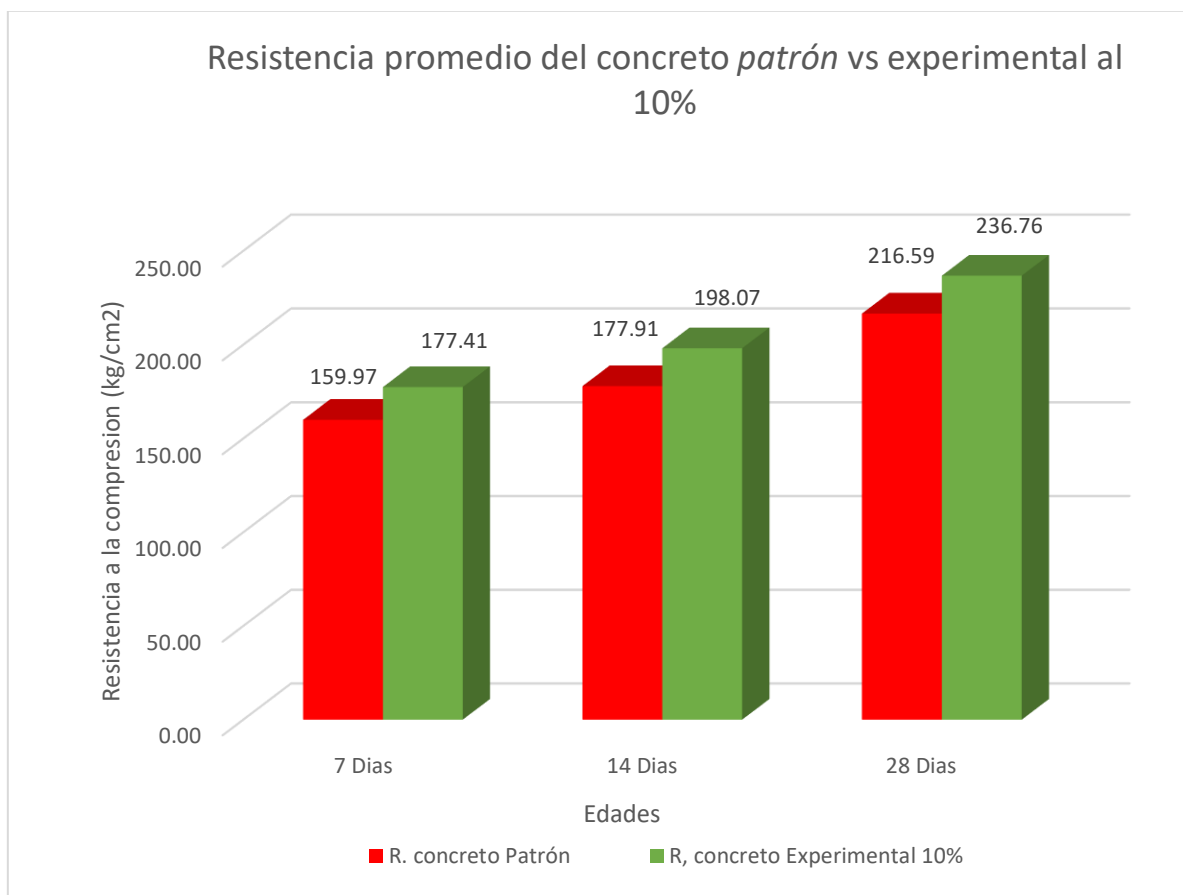
Nota. Elaboración propia

Interpretación. Según los resultados obtenidos, la resistencia a la compresión del concreto experimental al 10% el tiempo de curado del día 7 y 14 se registró una resistencia mínima de 177.41 kg/cm<sup>2</sup> y 198.07 kg/cm<sup>2</sup>, pero a los 28 días se logró alcanzar el 112.74% de la resistencia del 236.76 kg/cm<sup>2</sup> del objetivo general del diseño experimental.

### Comparación de la resistencia a la compresión en ensayo patrón VS ensayo experimental al 10%.

**Figura 11**

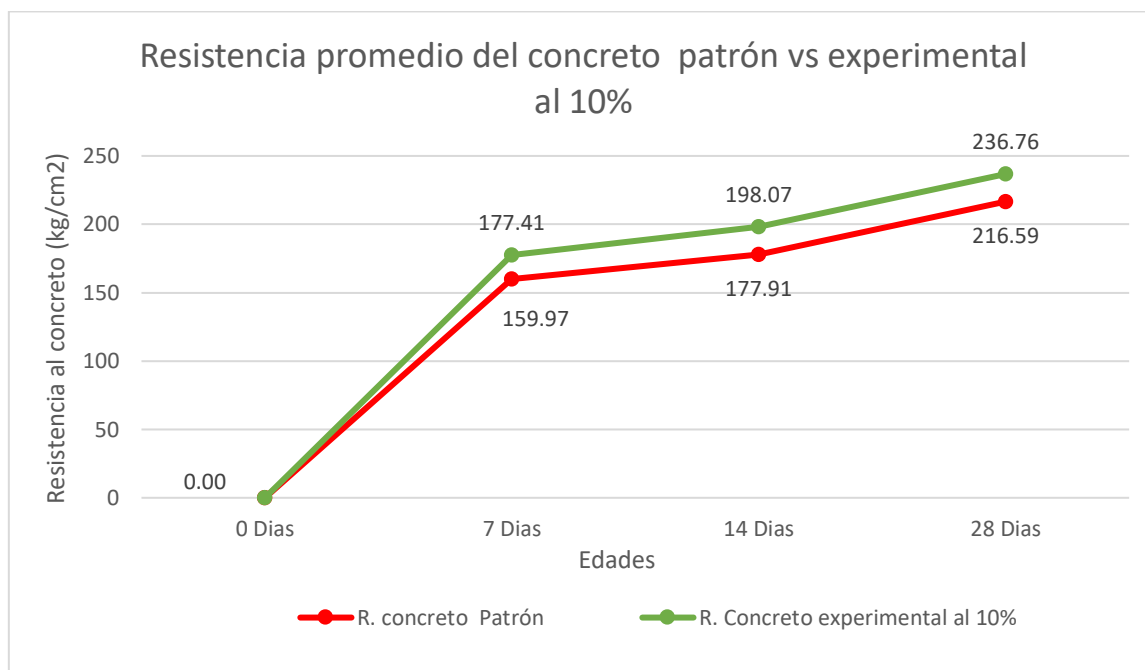
Resistencia promedio del concreto patrón vs experimental al 10%



Nota. Elaboración propia

**Figura 12**

*Resistencia promedio del concreto patrón vs experimental al 10%*



Nota. Elaboración propia

Interpretación. En los gráficos mostrados se demuestra que el concreto experimental al 10% tiene una resistencia mayor que el concreto patrón en los diferentes días de rotura (7,14 y 28 días). Además, se registró que se alcanzó una resistencia promedio del día 7 y 14 con 84.48% y 94.32% no superado lo establecido al diseño experimental; adicionando a esto se obtuvo a los 28 días alcanzado un incremento al 112.74 % superando al 100% de lo indicado en la resistencia de compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>. En resumen, se obtuvieron buenos resultados de probetas con la sustitución al 10% (2.5%CCA + 7.5% PCA) en confrontación con las probetas patrón.

### Validez estadística (Resistencia a la compresión)

**Tabla 31**

*Resistencias a la compresión de las probetas de concreto con un porcentaje de cemento sustituido por ceniza de cascara de arroz y polvo de concha de abanico.*

Días de curado	Resistencia de concreto con cenizas de cascara de arroz y concha de abanico	
	Patrón	Experimental 10%
7	159.97	177.41
14	177.91	198.07
28	216.59	236.76

Nota. Resultado de los ensayos del laboratorio de la USP (2023)

Interpretación. En la tabla 31 se puede apreciar que la resistencia a la compresión de las probetas es mayor a los 28 días de curado y menores resistencias se presenta a los 7 días de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro Wilk ( $P > 0.05$  para el patrón y el experimental) y homogeneidad de varianzas (Contraste de leve, con  $p = 0.958$  y  $p > 0.05$ ) de las resistencias medias obtenidas en las probetas para cada tratamiento (sustitución de cemento por CCA y PCA) se procedió a realizar la prueba ANOVA

**Tabla 32**

*Calculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas*

Origen	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Sig.
CCA y PCA	556.229	1	556.229	449.435	0.002
Días de curado	3487.520	2	1743.760	1408.966	0.001
Error	2.475	2	1.238		
Total	4046.224	5			

Nota. Resultado de los ensayos del laboratorio de la USP (2023)

En la tabla 32 se puede visualizar que para la sustitución de cemento se tiene el  $p\text{-value} < \alpha$  ( $p=0.002$ ,  $p < 0.05$ ) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ : resistencias medias iguales).

Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en  $\text{kg/cm}^2$  logradas en las probetas, con sustitución del cemento por PCH y CCA en 10%, son diferentes. Es decir, existe una diferencia significativa entre las resistencias medias del concreto.

También se tienen que para los días de curado  $p\text{-valué}$  ( $p=0.001$ ,  $p < 0.05$ ) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas son significativamente diferentes a consecuencia de los días de curado.

### Permeabilidad del concreto patrón y experimental a los 28 días

Se realizaron un total de 4 probetas para el ensayo de permeabilidad tanto para el concreto patrón y experimental al 10%

**Tabla 33**

*Profundidad de penetración del agua del concreto patrón a los 28 días*

Testigo	Ensayo penetración de agua			Profundidad penetración máxima (cm)	Profundidad penetración máxima Promedio (cm)
	Inicio	Termino	Horas		
PI"-28D	30/08/2023, 18:00	02/09/2023, 18:00	72	2.70	2.68
P2"-28D	30/08/2023, 18:00	02/09/2023, 18:00	72	2.65	
P3"-28D	30/08/2023, 18:00	02/09/2023, 18:00	72	2.74	
P4"-28D	30/08/2023, 18:00	02/09/2023, 18:00	72	2.63	

Nota. Laboratorio Mecánica de suelo y ensayo de materiales - USP

**Tabla 34**

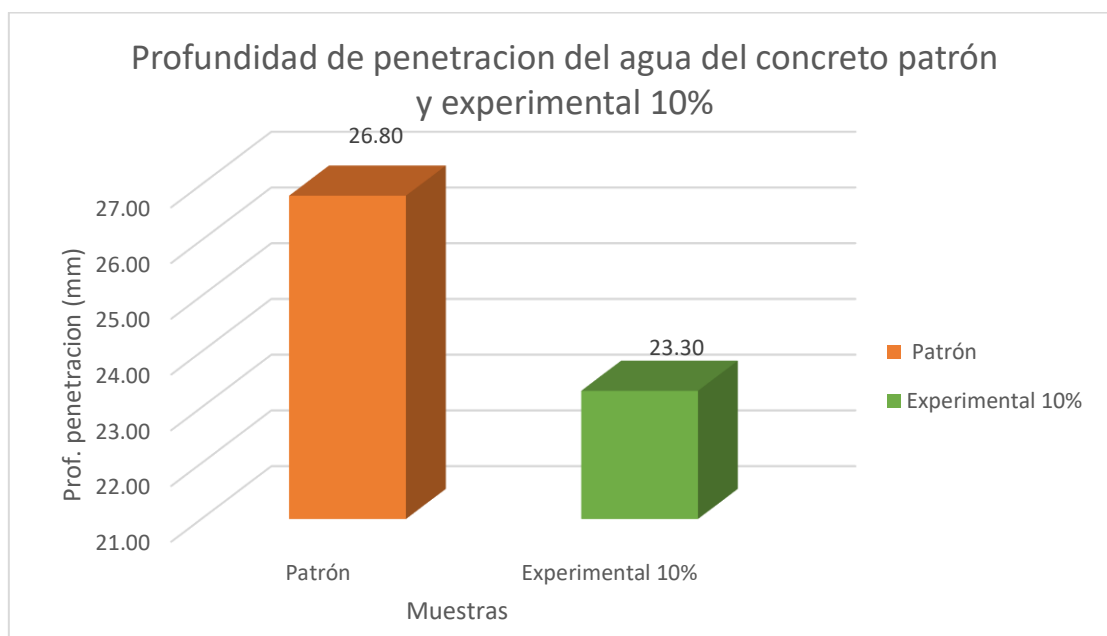
*Profundidad de penetración del agua del concreto experimental al 10% a los 28 días*

Testigo	Ensayo penetración de agua			Prof. penetración máx. (cm)	Profundidad penetración máxima Promedio (cm)
	Inicio	Termino	Horas		
E. 10% P1"-28D	02/09/2023, 18:00	05/09/2023, 18:00	72	2.32	2.33
E. 10% P2"-28D	02/09/2023, 18:00	05/09/2023, 18:00	72	2.28	
E. 10% P3"-28D	02/09/2023, 18:00	05/09/2023, 18:00	72	2.40	
E. 10% P4"-28D	02/09/2023, 18:00	05/09/2023, 18:00	72	2.30	

Nota. Laboratorio Mecánica de suelo y ensayo de materiales – USP

**Figura 13**

*Profundidad de penetración del agua en el concreto*



Nota. Elaboración Propia

Interpretación. En los grafico se demuestra que el concreto experimental 10% (23.30 mm) tiene menor profundidad de penetración que el concreto patrón (26.80 mm). Además, el concreto patrón y experimental a los 28 días de curado se determinó ser un concreto impermeable por encontrarse en el rango debajo de los 30 mm de acuerdo a la

norma 12390-8:2020. Asimismo, el concreto experimental está dentro del rango mínimo de 30 mm y es impermeable. Para concluir, el concreto patrón y el concreto experimental es impermeable por estar dentro del rango mínimo 30 mm de la normativa 12390-8:2020.

### Validez estadística (Permeabilidad del concreto)

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro Wilk ( $P > 0.05$  para el patrón y el experimental) y homogeneidad de varianzas (Contraste de leve, con  $p = 0.891$  y  $p > 0.05$ ) de la permeabilidad medias obtenidas en las probetas para cada tratamiento (sustitución de cemento por CCA y PCA) se procedió a realizar la prueba ANOVA

**Tabla 35**

*Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de la permeabilidad de las probetas*

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Media cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Sig</i>
CCA Y PCA	0.25205	1	0.25205	889.588235	8.2781E-05
Días de curado	0.01485	3	0.00495	17.4705882	0.02103513
Error	0.00085	3	0.00028333		
Total	0.26775	7			

Nota. Resultado de los ensayos del laboratorio de la USP (2023)

En la tabla 34 se puede visualizar que para la sustitución de cemento se tiene el  $p\text{-value} < \alpha$  ( $p = 8.2781E-05$ ,  $p < 0.05$ ) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ : permeabilidades medias iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia la permeabilidad media en  $\text{kg}/\text{cm}^2$  logradas en las probetas, con sustitución del cemento por PCH y CCA en 10%, son diferentes. Es decir, existe una diferencia significativa entre las resistencias medias del concreto.

También se tienen que para los días de curado  $p\text{-valué}$  ( $p = 0.02103513$ ,  $p < 0.05$ ) entonces podemos decir que la permeabilidad media de las probetas es significativamente diferente a consecuencia de los días de curado

#### IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de este estudio de investigación para el concreto con sustitución al cemento de 2.5% CCA + 7.5% PCA y del concreto patrón nos permite llegar a la siguiente análisis y discusiones:

##### **Temperatura de calcinación**

De acuerdo a los ensayos realizados de la cascara de arroz se visualiza en la figura 1 y 2 , por el análisis termo gravimétrico fue de 430°C, que llego a perder un 55% de su masa inicial la cual concuerda con Vásquez, J (2020), pero resultado tener una temperatura de calcinación de 420°C teniendo una variación menor de 10°C, no obstante, según Salas, Castillo et al. (1986), concluyo que la CCA el rango adecuado es de 450°C a 700°C, ya que conserva su forma amorfa, encima para lograr que el óxido de silicio tenga mayor cantidad debe ser a partir de los 450°C, asimismo, al hacer pre calcinado hubo perdida de dióxido de carbono. En consecuencia, la temperatura encontrada en esta tesis (430°C), no es apropiada.

Por consiguiente, la temperatura de la calcinación de concha de abanico, como se muestra en la figura 4 y 5, del ensayo del ATD resulto de 890°C por 4 horas con una pérdida de masa inicial de 43%, por lo cual coincide con Matienzo, J (2018), que su resultado del ensayo del ATD, fue de 890°C por 4 horas, asimismo según los estudios obtenido de la temperatura por lo cual se calcino, se ubica dentro del margen de 760°C a 920°C.

##### **Composición química**

Teniendo en cuenta los ensayos realizados para determinar la composición química de la CCA, por medio de ensayo de fluorescencia de rayos X, se obtuvo como porcentaje los principales elemento Dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) 59.251%, Trióxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 6.502% y Trióxido de Hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 1.519%. En comparación de Vásquez, J (2020), que fue calcinado por 2 horas a 420 °C que se adquirió el Dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) 64.99%, Trióxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 19.60% y Trióxido de Hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 3.09% por lo tanto, se observar que hay una variación menor en Dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) en 5.739%, Trióxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) en 13.098% y Trióxido de Hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) en 1.571%. Además, según Cerna, C (2018), indica que su calcinación a 510 °C

por 2 horas se obtuvo el Dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) 91.554%, Trióxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 2.638 % y Trióxido de Hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 0.283%. Asimismo, Ortiz, W (2018), en su proyecto calcino a 450 °C por 2 horas obteniendo Dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) 85.19 %, Trióxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 0.67 % y Trióxido de Hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 0.52%. Lo cual demuestra que hay una variación menor de los principales elementos en comparación de los autores mencionados, en efecto tiene un menor porcentaje de Dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) puesto a que no se extrajo detenidamente los residuos o como indica Vásquez, J (2020), los nutrientes extraídos del suelo generados pueden perjudicar al material. Por lo tanto, en el criterio puzolánicos de la NIP 334.004 está dentro de rango por ser precursor del cemento

De igual modo, por el ensayo de fluorescencia de rayos X, de la muestra Polvo Concha de Abanico (PCA), se obtuvo sus principales elementos al óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ) 97.273% y Trióxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 0.067 % la cual hay una diferencia favorable de 24.001% de óxido de calcio en comparación de la investigación de Matienzo, J (2018), dado que calcino a 890°C por 4 horas obteniendo óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ) 73.014% y Trióxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 0.007 %. Asimismo, Hilario, M (2018), indica que la calcino a 900°C por 1 hora obteniendo óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ) 73.272% y Trióxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 0.024 % de igual modo hay diferencia de 24.259% de óxido de calcio. Lo cual demuestra que los resultados son favorables y superior del componente de óxido de calcio ( $97.001 > 73.014 > 73.272$ ) y trióxido de hierro ( $0.067 > 0.007 > 0.024$ ) del mismo modo por la NIP 334.004 está dentro de los criterios puzolánicos por ser precursor del cemento.

### **Potencial hidrogeno (pH)**

De acuerdo al ensayo de potencial hidrogeno (pH) que forma parte del concreto, tal como el Cemento tipo I, Cenizas de cascara de arroz, Polvo de concha de abanico y la Combinación del 2.5% de cenizas de cascara de arroz + 7.5% de cenizas de concha de abanico + 90% de cemento tipo I, es de interés para la determinación del tipo de reacción puzolana por lo cual en la tabla 17 se observa los resultados donde son de grado alcalino la cual, concuerda con Vásquez, J (2020. p.57) y Matienzo, J (2018. p.32) en sus pH de materiales utilizados son de rango alcalino. Por lo tanto, los resultados son similares ya

que son de compuesto aglomerante por ser puzolana y semejante en el pH del cemento para el uso del diseño de mezcla en reemplazo del cemento.

### **Relación agua- cemento (A/C)**

Con respecto al análisis de la relación agua/cemento, se observa en las tablas 19,20,21,22,23 y 24 la relación a/c para el concreto patrón es 0.684 con un slump de 3.5” y para el experimental al 10% de igual manera de 0.684 con un slump de 3.4”, esto es debido a que en esta investigación en el diseño de mezcla por el método ACI 211.1 se ha propuesto que la mezcla tenga consistencia, plástica y trabajabilidad de acuerdo a la tabla 1 y 2; por ende, los análisis posteriores de las muestras CCA y PCA no perjudicaron el contenido de humedad, porosidad y absorción, dejando integro el porcentaje de agua para el cemento nuevo, por lo tanto, las cenizas de las muestras no necesitan ser hidratada mediante adición o sustracción de agua porque no hay diferencia entre los dos resultados, en consecuencia la dosificación del diseño de mezcla es diferente para el patrón es 1:2.95:3.41 y el experimental (10%) es 1:0.11:3.28:3.79; lo cual coincide con Matienzo, J (2018), en la relación a/c de 0.684 en su patrón y experimental con una diferencia mínima en su dosificación de diseño de mezcla en su patrón de 1: 2.75:3.94 y experimental (20%) de 1:0.25:3.58:5.05.

### **Resistencia a la compresión**

Considerando el ensayo a la resistencia a la compresión para el concreto patrón y experimental al 10% a 7,14 y 28 días de curado.

Se obtuvo como resultado su resistencia promedio para el concreto patrón a los 7 días en 159.97 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días en 177.91 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días en 216.59 kg/cm<sup>2</sup>, por lo cual, se registró una resistencia mínima a los 7 y 14 días de curado de 159.97 kg/cm<sup>2</sup> y 177.91 kg/cm<sup>2</sup>, pero a los 28 días se logró alcanzar el 103.14% de la resistencia del 216.59 kg/cm<sup>2</sup> del objetivo general del diseño patrón.

Asimismo, para el concreto experimental al 10% en su resistencia promedio a los 7 días es 177.41 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días en 198.07 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días en 236.76 kg/cm<sup>2</sup>; lo cual se registró al día 7 y 14 una resistencia mínima de 177.41 kg/cm<sup>2</sup> y 198.07 kg/cm<sup>2</sup>, pero a los 28 días se logró alcanzar el 112.74% de la resistencia del 236.76 kg/cm<sup>2</sup> del objetivo general del diseño experimental.

Se concluye que el concreto experimental al 10% tiene una resistencia mayor que el concreto patrón en los diferentes días de rotura (7,14 y 28 días). Además, se registró que se alcanzó una resistencia promedio del día 7 y 14 con 84.48% y 94.32% no superado lo establecido al diseño experimental; adicionando a esto se obtuvo a los 28 días alcanzado un incremento al 112.74 % superando al 100% de lo indicado en la resistencia de compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>. En resumen, se obtuvieron buenos resultados de probetas con la sustitución al 10% (2.5%CCA + 7.5% PCA) en confrontación con las probetas patrón.

Lo cual Matienzo, J (2018), indica que debería utilizarse con un porcentaje menor en su combinación del 20% (CCA y PCA) para aumentar la resistencia a la compresión mientras que en nuestra investigación en nuestra experimental funciona bien con una combinación de CCA y PCA con porcentaje del 10%.

### **Permeabilidad**

En el ensayo de profundidad de permeabilidad del agua se observa en la tabla 33 y 34 que el concreto patrón en los 28 días logro una absorción promedio de 26.80 mm considerándose un tipo impermeable por encontrarse en el rango debajo de los 30 mm de acuerdo a la norma 12390-8:2020. Por otra parte, el concreto experimental al 10% de cenizas de cascara de arroz y polvo de concha de abanico alcanzo a los 28 días una absorción de agua promedio de 23.30 mm, determinándose ser un concreto impermeable por encontrarse en el rango debajo de los 30.00 mm de acuerdo a norma ASTM C 1701 y norma 12390-8:2020. Se concluye que el concreto experimental al 10% (23.30 mm) tiene menor profundidad de penetración que el concreto patrón (26.80 mm). Además, el concreto patrón y el concreto experimental es impermeable por estar dentro del rango mínimo 30 mm de la normativa 12390-8:2020.

## V. CONCLUSIONES

Se concluyo que por el análisis térmico diferencial en condiciones de calcinación de los materiales puzolánicos al activar las CCA fue 430 °C durante 2 horas, mientras que para el PCA fue 890 °C por 4 horas, lo que genera una capacidad cementante de dichos materiales que facilito el óptimo resultado para la resistencia.

La composición química se realizó mediante el ensayo de fluorescencia de rayos x que se demostró que la CCA posee el 59.25 % de óxido de silicio y el PCA fue 97.27% de óxido de calcio por lo cual se determinó que está dentro del rango y semejante de los valores del cemento.

Mediante los resultados del ensayo del PH, revelo que la CCA es de 7.79, el PCA es de 12.75 y la combinación (2.5% CCA + 7.5% PCA+90 % cemento tipo I) es 12.83, por lo tanto, se demostró que promueve el curado optimo del cemento ya que su valor es altamente reactivo convirtiéndolo de grado alcalino. Además, el peso específico de dichos materiales CCA (3.23) Y PCA (3.14) es altos que el cemento Tipo I (3.12), al contrario de dicha combinación (90 % cemento tipo I + 2.5% CCA + 7.5% PCA) que es 3.02, más bajo que el cemento, CCA y PCA; por lo tanto, el resultado obtenido de la combinación del Peso específico fue bajo por una manipulación defectuosa o inocular al mezclar los materiales para dicha combinación. Por lo cual se requiero más cantidad del material para el volumen por una mínima diferencia 0.02, ya que el cemento es 3.12.

La relación de agua y cemento en condición a la resistencia promedio requerida de 210 kg/cm<sup>2</sup> de acuerdo a la NORMA ACI 211 de relación agua/cemento únicamente por resistencia, para un concreto sin aire incorporado por método de interpolación nos resultó el mismo valor de 0.684 para el concreto patrón y experimental con la sustitución al cemento por CCA Y PCA, por ende, la dosificación del diseño de mezcla patrón fue 1:2.95:3.41 y la del experimental al 10% fue 1:011:3.28:3.79.

Se concluye, que los ensayos de la resistencia a la compresión promedio de las probetas patrón alcanzo en las edades de 7, 14 y 28 días una resistencia de 159.97 kg/cm<sup>2</sup>, 177.91 kg/cm<sup>2</sup> y 216.59 kg/cm<sup>2</sup>. Por otro lado el concreto experimental al 10% logro superar al concreto patrón en las edades de 7, 14 y 28 días con 177.41 kg/cm<sup>2</sup>, 198.07 kg/cm<sup>2</sup> y 236.76 kg/cm<sup>2</sup>, logrando alcanzar la resistencia adecuada en la edad de 28 días que sería optimo al diseño estructural del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Se concluye que el ensayo de permeabilidad del concreto patrón obtuvo una absorción de agua promedio de 26.80 mm a los 28 días de curado que demuestra ser un concreto impermeable por encontrarse en el rango debajo de los 30 mm de acuerdo a la norma 12390-8 (2020). Al mismo tiempo, el concreto experimental al 10% (2.5% CCA + 7.5% PCA) obtuvo una absorción de agua promedio de 23.30 mm a los 28 días de curado demostrado ser un concreto impermeable por encontrarse en el rango debajo de los 30 mm de acuerdo a la norma 12390-8:2020. Por lo tanto, el concreto experimental supera al concreto patrón por encontrarse en el rango menor de impermeabilidad lo cual favorece al concreto para incrementar su durabilidad, resistencia y capacidad de absorción capilar.

## VI. RECOMENDACIONES

Al recolectar nuestros materiales, proporcionar y distribuir de acuerdo a la calidad y desgaste, ya que eso implica los resultados de la resistencia.

Los materiales al realizar la activación del ATD hay que tener cuidado de no contaminar las muestras para no altera, ya que esto perjudicará los resultados que queremos conseguir.

Se recomienda que, para trabajos posteriores se trabaje con mayor precisión y cuidado con la manipulación de los materiales, para que la elaboración de los diseños de mezclas no se altere ni perjudique los resultados obtenidos para los ensayos a utilizar a posteriores investigaciones.

Se recomienda realizar el ensayo de fluorescencia de rayos x de la mezcla de las combinaciones al 10% (2.5% CCA + 7.5% PCA) para determinar las propiedades químicas de su comportamiento y semejanza al cemento.

Se recomienda para demostrar la composición estructural más completa de la ceniza de cascara de arroz y del polvo de concha de abanico hacer el análisis por Difractometría de Rayos X (DRX).

Se recomienda utilizar los dos materiales (CCA Y PCA) para la elaboración de diseño de estructuras del promedio requerido de 210 kg/cm<sup>2</sup> debido a su componente de combinación de su porcentaje, al ser semejante al cemento y por tener alta reactividad del grado de Ph alcalino.

Se recomienda para próximas investigaciones utilizar dos porcentajes de combinaciones entre un menor y un mayor; para comparar y analizar los resultados obtenidos al sustituir el cemento por dichas combinaciones y así poder mejorar las futuras investigaciones con diferentes variaciones de porcentaje de las mezclas.

## VII. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a dios por acompañarme en cada paso que di en este proyecto.

A mis padres, que siempre estuvieron presente para darme palabras de apoyo y un abrazo reconfortante para renovar energías.

A mi familia y amigas, por apoyarme aun cuando mis ánimos decaían. En especial, quiero hacer mención a mi mamita, por sus palabras que siempre lograría todo lo que me proponga.

A mi asesor Ing. Pitman Meléndez, Wilfredo Felipe, quien con sus conocimientos y apoyo me guio a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba.

También quiero agradecer a la Universidad San Pedro por brindarme toda mi formación profesional, los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación.

No hubiese podido llegar a estos resultados de no haber sido por su incondicional apoyo.

### VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, J. (2018). *Resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con sustitución al cemento en 12% por ceniza de Ichu* [Tesis de pregrado, Universidad San Pedro].  
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7959>
- Achahuanco, E. (2019). *Diseño de la mezcla del hormigón con piedra canto rodado para mejorar las propiedades del hormigón en la construcción de las viviendas del distrito de carabaylo, año 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma].  
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2806>
- Aliaga, J. y Badajos, B. (2018). *Adición de cenizas de cascarilla de arroz para el diseño de concreto  $F'c$  210kg/cm<sup>2</sup>, Atalaya, Ucayali - 2018* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo].  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34374>
- Araújo, J. y Alves, S. (2019). *Tijolos de solo-cal incorporados com cinza da casca de arroz calcinadas em duas temperaturas distintas.*  
<https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/4803>
- Br. Ortiz, M. (2019). *Influencia De La Sustitución Del Agregado Fino Por Conchas De Abanico Trituradas En La Resistencia A Compresión Del Concreto  $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup>* [Tesis de pregrado, Universidad cesar vallejo].  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35227>
- Carranza, J. (2020). *Resistencia a la compresión de concreto sustituyendo al cemento de ceniza de paja de trigo y cenizas conchas de abanico* [Tesis de pregrado, Universidad San Pedro].  
<http://publicaciones.usanpedro.edu.pe/handle/20.500.129076/20668?show=full>
- CEMEX PERU. (19 de junio 2019). *Hablando de Cementos Portland.*  
<https://www.cemex.com.pe/-/hablando-de-cementos-portland>
- Cerna, C. (2018). *Resistencia del concreto sustituyendo el cemento por cenizas de cáscara de arroz y cenizas de carbón* [Tesis de pregrado, Universidad San Pedro].  
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/12471>

- Chumioque, K., y Villegas, L. (2018). Resistencia a la Compresión del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> al sustituir el cemento por ceniza de concha de abanico y bagazo de caña de azúcar, Chimbote, 2019 [Tesis de pregrado, Universidad cesar vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45920>
- Diaz, O. (2012). La evolución de la industria del cemento con énfasis en latino américa [Tesis de Graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala]. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3377\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3377_C.pdf)
- Francisco, L. (2014). Modelo para la determinación de actividad puzolánica por correlación entre: difracción de rayos x, y método del cemento [Tesis de pregrado, Universidad De Cuenca - Ecuador]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/20935>
- Garrido, A. (2008). Materiales de Construcción II. Universidad Politécnica de Cartagena. <https://ocw.bib.upct.es/course/view.php?id=95&topic=3>
- Harmsen, T. (2005). Materiales. Diseño de estructuras de concreto armado. Perú: Fondo editorial de la pontificia universidad católica del Perú, 2005.
- Hilario, M. (2018). Resistencia de un concreto con cemento sustituido parcialmente por lodo de papel y concha de abanico [Tesis de pregrado, Universidad San Pedro]. <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7996>
- Infante, J. (2021). Estudio de permeabilidad y propiedades mecánicas del concreto  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de silicato de sodio, Ventanilla, 2021 [ Tesis de pregrado, Universidad cesar vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/81771>
- Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA, s.f.), *Componentes y propiedades del cemento*. <https://www.ieca.es/componentes-y-propiedades-del-cemento/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INE). (2019-2022). Informe Técnico. *Perú: Panorama Económico Departamental*. <https://m.inei.gob.pe/biblioteca-virtual/boletines/panorama-economico-departamental/5/#lista>

- Jaimes, V. (2018). Resistencia de Adoquines de Concreto  $f_c = 320 \text{ Kg/Cm}^2$ , Sustituyendo el Cemento en 15% y 30% por una Combinación de Cáscara de Huevo y Vidrio Molido [Tesis de pregrado, Universidad San Pedro]. <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/11381>
- León, M. (2020). Resistencia a la compresión de un concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo al cemento por una combinación de cenizas de cáscara de arroz y polvo de cáscara de huevo [Tesis de pregrado, Universidad San Pedro]. <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/20.500.129076/20603>
- Matienzo, J (2018). Resistencia a la compresión de un concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo al cemento por la combinación de un 8% por el polvo de la concha de abanico y 12% por las cenizas de la cascara de arroz – 2017 [Tesis de pregrado, Universidad San Pedro]. <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5476>
- MTC E 704 (2000). Norma de Ministerio de transporte y comunicaciones. Resistencia a la compresión testigos cilíndricos. <https://es.scribd.com/document/405080804/MTC-E-704-pdf>
- Morillo, A. (2018). *Resistencia y permeabilidad del concreto  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo el agua por concentrado de cabuya en 10% y 15%* [Tesis de Titulación, Universidad San Pedro]. <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7977>
- National Ready Mixed Concrete Association, ([NRMCA], S.f.). *El concreto en la práctica*. <https://www.crmca.com/wp-content/uploads/2016/08/CIP-35-Spanish.pdf>
- Norma Técnica Peruana, (NTP) 334.001 (2001). CEMENTOS. Definiciones y nomenclatura. (2ª Edición). <https://es.scribd.com/document/355934446/NTP-334-001-2001-pdf>
- Norma Técnica Peruana, (NTP) 334.001. (2022). *CEMENTOS. Terminología relacionada al cemento hidráulico y otros cementos inorgánicos*. 5ª Edición

Norma Técnica Peruana, (NTP) 334.009. (2022). CEMENTOS. *Cemento Pórtland. Requisitos*. 8ª Edición

Norma Técnica Peruana, (NTP) 334.104 (2018). CEMENTO. Puzolana natural cruda o calcinada y ceniza volante para uso en concreto. Requisitos. 3a Edición

Norma Técnica Peruana, (NTP) 339.034 (2021). CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo. 5a Edición

Norma Técnica Peruana, (NTP) 339.088 (2021). CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento hidráulico. Especificaciones. 4a Edición

Norma Técnica Peruana, (NTP) 339:185. (2021). AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo.

Norma Técnica Peruana, (NTP) 400.011. (2020) AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y concretos.

Norma Técnica Peruana, (NTP) 400:012 (2021). AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo. 4a Edición

Norma Técnica Peruana, (NTP) 400:013 (2020). AGREGADOS. Determinación de los efectos de las impurezas orgánicas del agregado fino sobre la resistencia de morteros. Método de ensayo.

Norma Técnica Peruana, (NTP) 400.015. (2020). AGREGADOS. Determinación del contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en los agregados.

Norma Técnica Peruana, (NTP) 400:017. (2020). Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.

Norma Técnica Peruana, (NTP) 400:018. (2020). AGREGADOS. Determinación de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75  $\mu\text{m}$  (No. 200) por lavado en agregados.

- Norma Técnica Peruana, (NTP) 400:021. (2020). AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo.
- Norma Técnica Peruana, (NTP) 400:022. (2021). AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo.
- Norma Técnica Peruana, (NTP) 400.037. (2021). AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones. 5a Edición
- Norma Técnica Peruana, (NTP) 400.024. (2020). AGREGADOS. Método de ensayo para determinar las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto.
- Normalización Española. (UNE-EN 12390-8). (2020). Ensayos de hormigón endurecido. Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0063506>
- Ortiz, W. (2018). Resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  al sustituir el cemento con ceniza de concha de abanico y cascara de arroz en 12% en la relación 3:1 [Tesis de Titulación, Universidad cesar vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34805>
- Pérez, E. (2020). Resistencia a la compresión y permeabilidad de un concreto sustituyendo al cemento por cenizas de piedra de carbón (Coal Stone) y polvo de conchas de abanico (*Argopecten purpuratus*) [Tesis de pregrado, Universidad San Pedro]. <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/20.500.129076/20658>
- Ramírez, G. (2019). Influencia de la puzolana artificial en los morteros cemento – arena [Tesis de Titulación, Universidad Nacional De Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3207>
- Rivva, E. (2007). Diseño de Mezclas. (Segunda Edición). Lima, Perú. <https://civilarq.com/libro/disenio-de-mezclas-enrique-rivva-lopez/>
- Santivañez, I. (2021). Influencia De La Ceniza De Cascarilla De Arroz Y Ceniza De Conchas De Abanico Sobre La Resistencia A La Compresión En Bloques De

Concreto Estructural, Lima 2021 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27701>

Servicio Nacional de capacitación para la industria de la construcción. (2019). *Norma e.060 concreto armado* [SENCICO]. <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf>

Silva, L. Carvalho, k., Valle, P. (2019). *Concreto com cinza de casca de arroz (CCA) e residuos de construção e demolição (RCD)*. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/601/1/012034/meta>

Vásquez, J. (2020). *Resistencia a la compresión de un concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo al cemento por una combinación de cenizas de cáscara de arroz y cenizas de concha de lapicero* [Tesis de pregrado, Universidad San Pedro]. <https://repositorio.usanpedro.pe/handle/20.500.129076/20621>

Villegas, C. (2014). *Tecnología de concreto. Diseño de mezclas para la elaboración de concreto estructural-Método Comité 211 del ACI*. Obtenido de <http://cecfic.uni.edu.pe/archivos/concreto/Metodo%20ACI%20211%20%20MS.%20ING.%20VILLEGAS.pdf>

Yepes, V. (31 de enero de 2017). *Preguntas sobre la elaboración y puesta en obra del hormigón*. [poliBlogs]. <https://victoryepes.blogs.upv.es/2017/01/>

Yepes, V. (29 de julio de 2016). *Evolución histórica de los materiales*. [poliBlogs]. <https://victoryepes.blogs.upv.es/2016/07/29/evolucion-historica-de-los-materiales/>

## IX. ANEXOS

### ANEXO 01: Matriz de operacionalización de variables.

**VARIABLE 1:** Resistencia a la compresión

**TÍTULO:** “Resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto  $F'c=210\text{Kg/cm}^2$  sustituyendo al cemento por cenizas de cascara de arroz y concha de abanico, Chimbote -2023”

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Variable 1 Resistencia a la compresión	Se define como la carga máxima que el material puede soportar sin romperse. Por lo que el concreto está diseñado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, por lo que la medida de su resistencia a las tensiones de compresión, se utiliza como indicador de calidad. (Acuña, J. 2018. p. 28)	Es un ensayo que consiste en aplicar una carga de compresión axial a un núcleo preparado a una velocidad de carga determinada, hasta que se produzca la falla. La resistencia a la compresión de una muestra se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por su área de sección transversal. (MTC E 704-2000)	Carga axial Área Tiempo de Curado Diseño de mezcla Resistencia a la compresión	Fuerza / Área radio, altura y generatriz Estadísticas Gravedad específica, análisis granulométrico, tamaño máximo nominal. carga máxima/ Área promedio del cilindro	Nominal

Nota. Elaboración propia

**VARIABLE 2:** Permeabilidad del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**TÍTULO:** “Resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto  $F_c=210\text{Kg/cm}^2$  sustituyendo al cemento por cenizas de cascara de arroz y concha de abanico, Chimbote -2023”

<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICION</b>
Variable 2 Permeabilidad del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	La permeabilidad se refiere a la cantidad de agua que puede migrar a través del concreto bajo presión, o a la capacidad del concreto para resistir la penetración de agua u otras sustancias. (p. 10)	La permeabilidad del concreto se consigue mezclándolo con áridos, que tiene un gran volumen de huecos entre las partículas y está completamente libre de partículas finas y así realizar el ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión (Infante, J. 2021, p.40)	Profundidad de filtración de agua	Ensayo para determinar la densidad y contenido de vacíos	Razón

Nota: Elaboración propia

**VARIABLE 3:** Cenizas de cascara de arroz y concha de abanico

**TÍTULO:** “Resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto  $F'c=210\text{Kg/cm}^2$  sustituyendo al cemento por cenizas de cascara de arroz y concha de abanico, Chimbote -2023”

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Variable 3:  Cenizas de cascara de arroz y concha de abanico	<p>Cuando los materiales puzolánicos se muelen finamente, reaccionan con hidróxido de calcio disuelto <math>[\text{Ca}(\text{OH})_2]</math> disuelto a temperatura ambiente para formar compuestos de silicato de calcio y aluminato de calcio, que pueden desarrollar resistencia (NTP 334.001(2001)). Asimismo, la CCA y CCAB es una puzolana que se usa en la adición del cemento que se obtiene de la molienda y calcinación de dichos materiales.</p>	<p>Las cenizas de cascara de arroz y concha de abanico se obtendrá a partir de la recolección de la cascara de arroz y concha de abanico, después un proceso de limpieza, secado y pre calcinado para poder determinar su temperatura de calcinación, luego una calcinación a temperatura controlada por un determinado tiempo de acuerdo al ensayo del ATD.</p>	<p>Propiedades físicas</p> <p>Propiedades químicas</p> <p>Propiedades térmicas</p> <p>Relación agua/cemento</p>	<p>Peso específico</p> <p>Ensayo de Fluorescencia de Rayos X (FRX) de las cenizas de paja de trigo y concha de abanico, análisis PH.</p> <p>Ensayo de análisis térmico diferencial (ATD)</p> <p>Porcentaje 2.5 % y 7.5%</p>	<p>nominal</p> <p>razón</p>

Nota. Elaboración propia

## ANEXO 02. Matriz De Consistencia

**Título:** “Resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto  $F'c=210\text{Kg}/\text{cm}^2$  con sustitución del cemento por cenizas de cascara de arroz y concha de abanico, Chimbote -2023”

PROBLEMA	VARIABLE	OBJETIVOS	HIPOTESIS	METODOLOGIA
¿En qué medida la sustitución del cemento por el 10% de las cenizas de cascara de arroz y concha de abanico de Chimbote 2023, influye en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto $F'c=210\text{Kg}/\text{cm}^2$ ?	V. DEP Resistencia a la compresión	<p style="text-align: center;"><b>Objetivo general</b></p> <p>Determinar la Resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto <math>F'c=210\text{Kg}/\text{cm}^2</math> a con sustitución por el 10% del cemento por las cenizas de cascara de arroz y concha de abanico de Chimbote 2023, en proporción 1:3.</p>	“La sustitución al cemento del 10% por las cenizas de cascara de arroz y concha de abanico de Chimbote-2023, en proporción 1:3; mejoraría la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto $F'c=210\text{Kg}/\text{cm}^2$ .”	<p style="text-align: center;"><b>Tipo de investigación:</b></p> <p>Experimental-cuantitativa</p> <p style="text-align: center;"><b>Diseño de investigación:</b></p> <p>ES experimental de nivel cuasiexperimental</p> <p style="text-align: center;"><b>Población y Muestra:</b></p> <p>La población corresponde al conjunto de probetas con un diseño de concreto <math>F'c=210\text{Kg}/\text{cm}^2</math>. Son un total de 32 probetas tipo cilíndricas donde se distribuye 24 probeta para la resistencia de concreto entre 12 convencionales y 12 experimentales al 10% y 8 probetas para la permeabilidad entre 4</p>
		<p style="text-align: center;"><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Determinar la temperatura de calcinación de la cascara de arroz y la concha de abanico mediante el ensayo del ATD. (Análisis Térmico Diferencial).</p> <p>Determinar los componentes químicos de las cenizas de cascara de arroz y la concha de abanico térmicamente activados,</p>		

---

<p>V. IND. 3 Cenizas de cascara de arroz y concha de abanico</p>	<p>mediante el ensayo de fluorescencia de rayos X.</p> <p>Determinar el grado de alcalinidad (PH) y peso específico de la cascara de arroz activada, polvo de concha de abanico activada y su combinación (mezcla).</p> <p>Determinar la relación agua/cemento del concreto patrón y del experimental.</p> <p>Determinar la resistencia a la compresión y la permeabilidad del concreto patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días y comparar resultados mediante la validez estadística.</p>	<p>convencionales y 4 experimentales al 10%</p> <p><b>Técnica de recolección de datos:</b> Observación científica</p> <p><b>Instrumento de recolección de datos:</b> Guía de observación resume Y Fichas técnicas de laboratorio de los ensayos a realizar</p>
--	--	--

---

Nota. Elaboración propia

## ANEXO 03. Análisis Térmico Diferencial





UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA  
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 24 de junio del 2023

INFORME N° 86 - JUN-23


  
 Solicitante: Jessica María Velásquez Gomez – Universidad San Pedro

RUC/DNI: 48843188

Supervisor: .....

1. MUESTRA: Cáscara de arroz (1.0 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-24J	10 mg	.....

2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys\_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 10 mg.

  
 Danny M. Chávez Novoa  
 ING. MATERIALES  
 R. CIP. 84953

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa

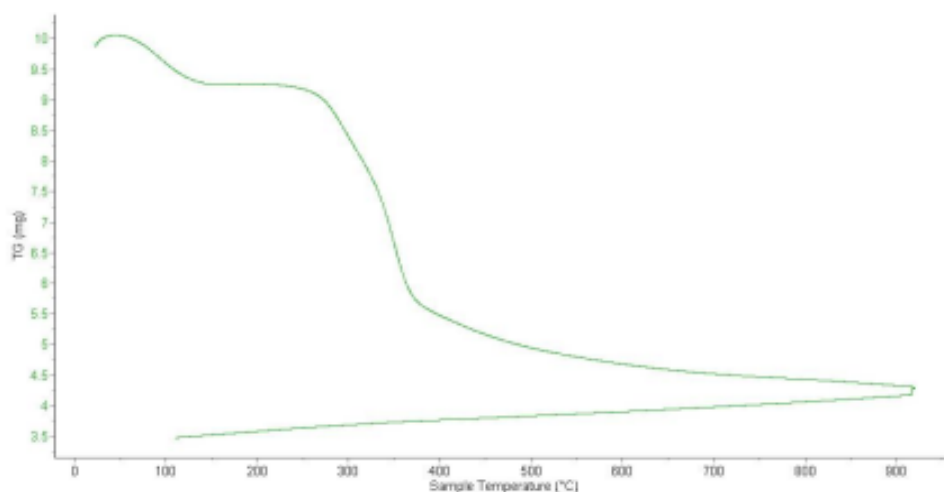


Trujillo, 24 de junio del 2023

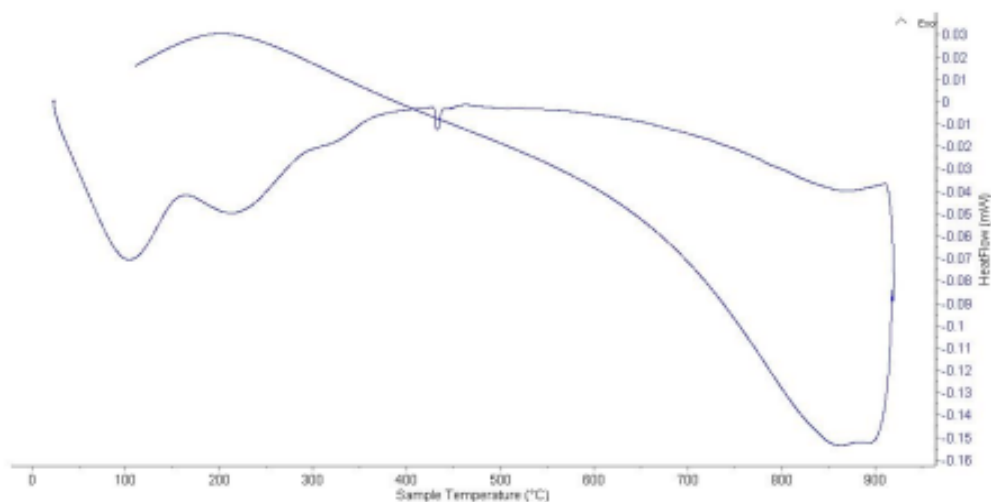
INFORME N° 86 - JUN-23

#### 4. Resultados:

##### I- Curva de termogravimetría.



##### II- Curva de Análisis Térmico Diferencial (ATD)





Trujillo, 24 de junio del 2023

**INFORME N° 86 - JUN-23**

## 5. CONCLUSION:

1. Según el análisis termogravimétrico se presentan dos importantes pérdidas de masa del material. La primera se observa entre 80 y 120°C y la segunda se da entre 270 y 350°C. Luego, a temperaturas mayores, la pérdida es lenta, hasta llegar a perder un total de aproximadamente 55% de la masa inicial cuando se ha alcanzado su máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico ATD, se puede picos endotérmicos en 100°C y 210°C. Posteriormente, se muestra un ligero pico de absorción térmica a 430°C lo cual indicaría que representan cambios estructurales y con ellos cambios en las propiedades del material.



Danny M. Chávez Novoa  
ING. MATERIALES  
R. CIP. 84953

Trujillo, 24 de junio del 2023



Ing. Danny Mesías Chávez Novoa  
Jefe de Laboratorio de Polímeros  
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT



Trujillo, 24 de junio del 2023

**INFORME N° 87 - JUN-23**

**Solicitante:** Jessica María Velásquez Gomez – Universidad San Pedro

**RUC/DNI:** 48843188

**Supervisor:** .....

**1. MUESTRA:** Concha de abanico (1. gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-87J	42 mg	.....

**2. ENSAYOS A APLICAR**

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

**3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES**

- Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys\_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 42 mg.

Danny M. Chávez Novoa  
ING. MATERIALES  
R. CIP. 84953

**Jefe de Laboratorio:**

Ing. Danny Chávez Novoa

**Analista responsable:**

Ing. Danny Chávez Novoa



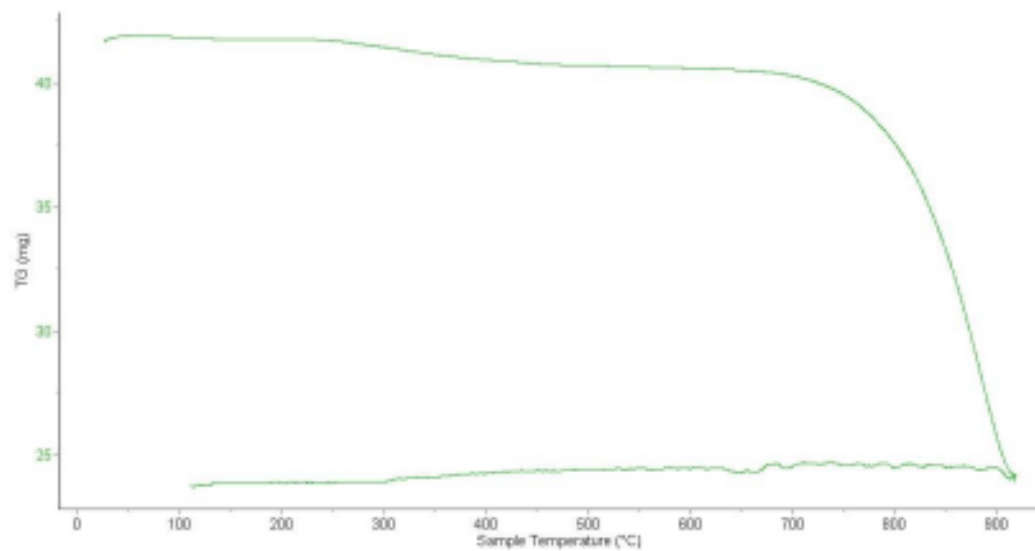
Trujillo, 24 de junio del 2023

INFORME N° 87 - JUN-23

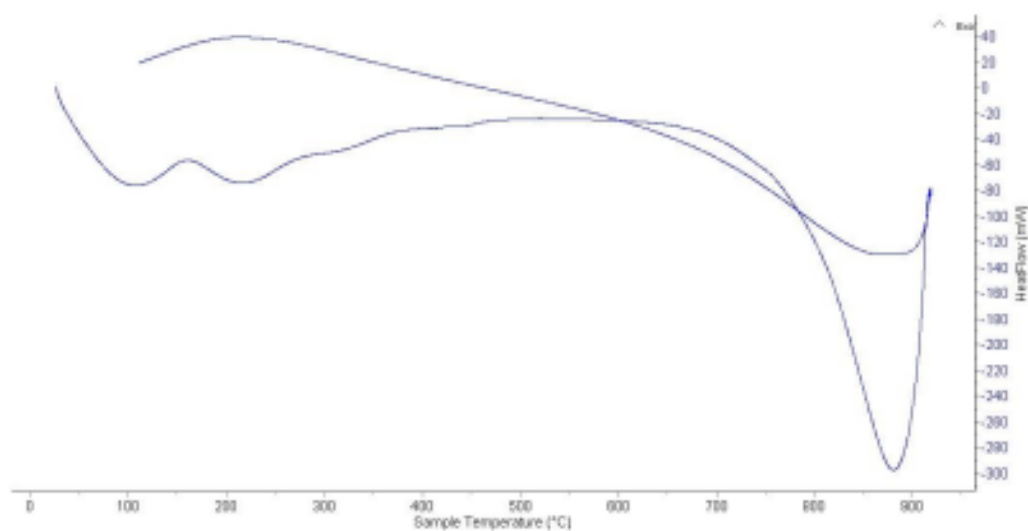


#### 4. Resultados:

##### I- Curva termogravimétrica (TGA).



##### II- Curva Calorimétrica ATD





Trujillo, 24 de junio del 2023

**INFORME N° 87 - JUN-23**


### 5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una ligera caída del material, indicando buena estabilidad térmica del material hasta alcanzar casi los 700°C. A partir de esta temperatura se marca el inicio de la descomposición acelerada y la pérdida de material hasta caer bruscamente hasta la temperatura de ensayo máxima, y se evidencia una pérdida total de aproximadamente 43% de su masa inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar dos ligeras bandas endotérmicas, la primera a 110, y la otra a 210 ° C y posteriormente se muestra un intenso pico de absorción térmica a 890°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características en el material.



Danny M. Chávez Novoa  
ING. MATERIALES  
R. CIP. 84953

Trujillo, 24 de junio del 2023



Ing. Danny Mesías Chávez Novoa  
Jefe de Laboratorio de Polímeros  
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

## ANEXO 04. Calcinación de muestras



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**ANALISIS DE LABORATORIO**

SOLICITADO POR : BACH. VELASQUEZ GOMEZ JESSICA MARIA  
 ASUNTO : Calcinación de Muestras  
 FECHA DE RECEPCION : 01/08/23  
 FECHA DE ENTREGA : 02/08/23

Descripción	Proceso	Temperatura (°C)	Tiempo	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)
Ceniza de cascara de arroz	Calcinación	430	120 min	2280.10	1158.50
Conchas de abanico	Calcinación	890	240 min	1891.70	1027.60

Chimbote, 16 de octubre de 2023

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Colegiado Profesional de Ingeniería Civil

## ANEXO 05. Ensayo de fluorescencia de rayos X.



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**

**Laboratorio de Arqueometría**

**Informe N°15 - LAQ/2023**

### **Análisis de ceniza de cáscara de arroz por FRXDE**

#### **Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) esta muestra de ceniza de cáscara de arroz a pedido de la Srta. Bach. **Velásquez Gomes, Jéssica María**, como parte de su proyecto de tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil a ser sustentada en la Universidad San Pedro, que se titula:

**“Resistencia a la Compresión y Permeabilidad del Concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
Sustituyendo al Cemento por Cenizas de Cáscara de Arroz y Concha de Abanico,  
Cihimbote-2023”**

Esta muestra fue previamente calcinada a  $430^\circ \text{ C}$  durante 90 min. y se encuentra en forma de polvo fino de color blanco.

#### **Arreglo experimental.**

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de  $10 \mu\text{A}$ . Los espectros se acumularon durante un intervalo de 500 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de  $45^\circ$ ; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 1.5 cm apróx. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 900 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico  $Z$  igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de  $Z$  y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg ( $Z=12$ ) no pueden ser registrados en el espectro.





# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

### Laboratorio de Arqueometría

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo de su ánodo de oro por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

La presencia en el espectro de los rayos-X dispersados de oro por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

#### Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de cáscara de arroz. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón (Ar), que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que





## UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

### FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

#### Laboratorio de Arqueometría

aumentan el número atómico del elemento y la energía del rayo-X. La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en una muestra calcinada con elementos con números atómicos mayores que 12. La suma de estas concentraciones es menor que 100%. Es probable que la muestra contenga elementos como Na y Mg que no se pueden detectar y/o compuestos diferentes de óxidos y/o se presenta una leve deficiencia en la calibración del instrumento. Luego, estas concentraciones iniciales se normalizan al 100%. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

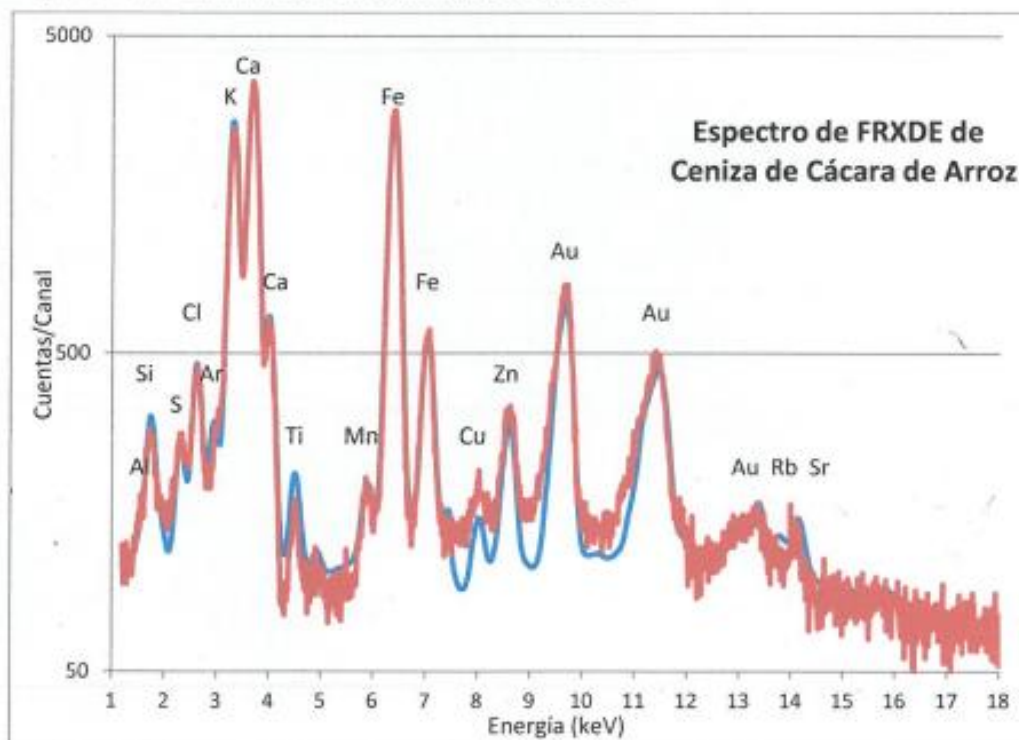


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de ceniza de cáscara de arroz en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au primarios dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado





**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

Tabla 1. Composición elemental de la ceniza de cáscara de arroz en % de la masa total.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.432	6.502
SiO <sub>2</sub>	49.518	59.251
SO <sub>2</sub>	5.894	7.054
ClO <sub>2</sub>	5.603	6.705
K <sub>2</sub> O	7.556	9.042
CaO	7.978	9.548
TiO <sub>2</sub>	0.184	0.220
MnO	0.040	0.048
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.269	1.519
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.008	0.010
CuO	0.015	0.018
ZnO	0.041	0.049
Rb <sub>2</sub> O	0.003	0.004
SrO	0.018	0.021
Total	83.559	100.00

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos.....  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 23 de octubre del 2023



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

**Informe N° 14 - LAQ/2023**

**Análisis de ceniza de concha de abanico por FRXDE**

**Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) esta muestra de ceniza de concha de abanico a pedido de la Srta, Bach. **Velásquez Gomes, Jéssica María**, como parte de su proyecto de tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil a ser sustentada en la Universidad San Pedro, que se titula:

**“Resistencia a la Compresión y Permeabilidad del Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
Sustituyendo al Cemento por Cenizas de Cáscara de Arroz y Concha de Abanico,  
Cihimbote-2023”**

Esta muestra fue previamente calcinada a  $890^\circ \text{C}$  durante 120 min. y se encuentra en forma de polvo fino de color blanco.

**Arreglo experimental.**

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de  $10 \mu\text{A}$ . Los espectros se acumularon durante un intervalo de 500 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de  $45^\circ$ ; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 1.5 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 1600 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg ( $Z=12$ ) no pueden ser registrados en el espectro.





## UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

### FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

#### Laboratorio de Arqueometría

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo de su ánodo de oro por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

La presencia en el espectro de los rayos-X dispersados de oro por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

#### Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de concha de abanico. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón (Ar), que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a





# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

### Laboratorio de Archeometría

medida que aumentan el número atómico del elemento y la energía del rayo-X. La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en una muestra calcinada con elementos con números atómicos mayores que 12. La suma de estas concentraciones es menor que 100%. Es probable que la muestra contenga elementos como Na y Mg que no se pueden detectar y/o compuestos diferentes de óxidos y/o se presenta una leve deficiencia en la calibración del instrumento. Luego, estas concentraciones iniciales se normalizan al 100%. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

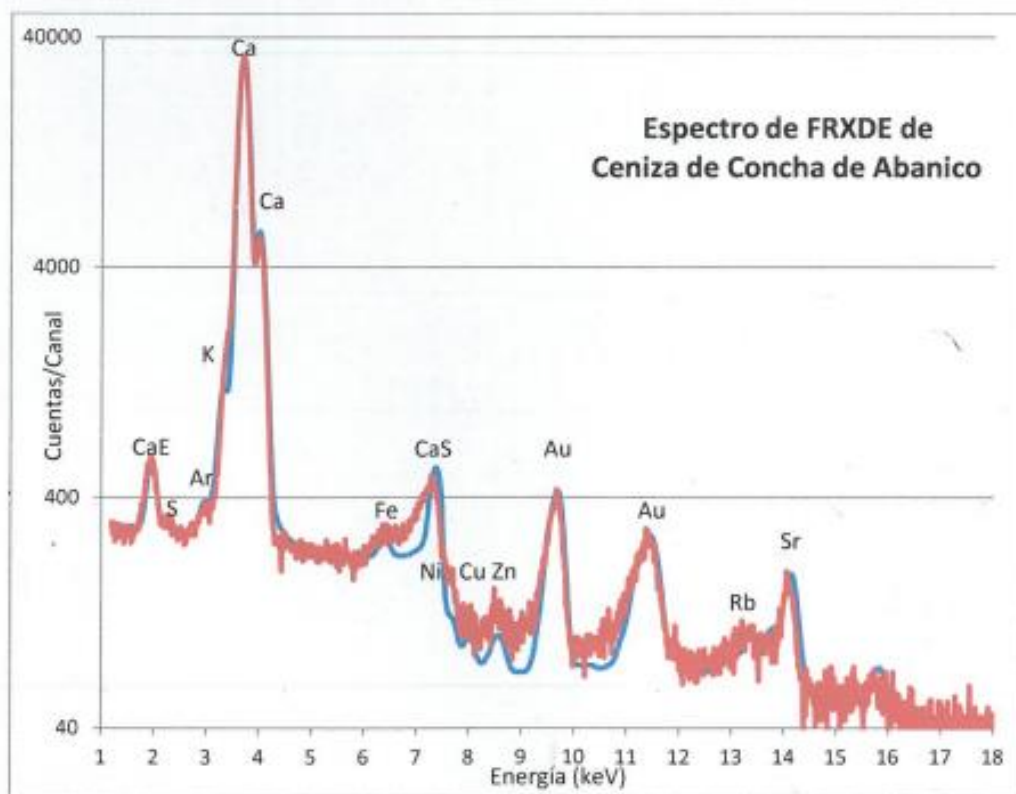


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de cenizas de concha de abanico en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au primarios dispersados por la muestra. También se observa el pico de escape de Ca y el pico suma de dos rayos-X de Ca. La curva en azul muestra el espectro simulado





**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

Tabla 1. Composición elemental de la ceniza de concha de abanico en % de la masa total.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
SO <sub>2</sub>	0.094	0.157
K <sub>2</sub> O	1.386	2.322
CaO	58.075	97.273
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.040	0.067
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.011	0.019
CuO	0.005	0.008
ZnO	0.010	0.017
Rb <sub>2</sub> O	0.003	0.005
SrO	0.079	0.133
Total	59.703	100.00

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos.....  
Laboratorio de Arqueometría




Lima, 23 de octubre del 2023

## ANEXO 06. Ensayo de PH



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS  
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

**“COLECBI” S.A.C.**

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

## INFORME DE ENSAYO N° 20230919-005

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : JESSICA MARIA VELASQUEZ GOMEZ  
DIRECCION : 1ro Mayo Mz. L Lote 2 José Carlos Mariátegui Nuevo Chimbote.  
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA.  
PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADOS.  
LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA  
MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA  
PLAN DE MUESTREO : NO APLICA.  
ACTA DE MUESTREO : NO APLICA.  
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA  
FECHA DE MUESTREO : NO APLICA  
CANTIDAD DE MUESTRA : 03 muestras.  
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno transparente cerrada.  
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2023-09-19  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2023-09-19  
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2023-09-20  
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.  
CÓDIGO COLECBI : SS 230919-4

## RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYOS
	pH
CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ	7,79
CENIZAS CONCHA DE ABANICO	12,75
COMBINACIÓN DEL 2.5% DE CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ + 7.5% DE CENIZAS DE CONCHA DE ABANICO + 90% DE CEMENTO TIPO1	12,83

## METODOLOGÍA EMPLEADA

pH : Potenciométrico.

## NOTA :

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :  
Proporcionadas por el Solicitante ( X ) Muestras tomadas por COLECBI S.A.C. ( )
- El muestreo está fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA, salvo donde la metodología lo indique
- COLECBI S.A.C. no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecto al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : SI ( ) NO ( X )
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Setiembre 21 del 2023.  
GVR/jms

LC-MP -HRIE  
Rev. 10  
Fecha 2023-09-15

A. Gustavo Vargas Ramos  
Gerente de Laboratorios  
C.B.P. 328  
COLECBI S.A.C.

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN  
DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

## COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752  
Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127  
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
Web: www.colecbi.com

## ANEXO 07. Determinación de peso específico



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO**

( Frasco de Le Chaletair)

(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : BACH: VELASQUEZ GOMEZ JESSICA MARIA  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO F'c=210KG/CM2 SUSTITUYENDO  
 AL CEMENTO POR CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE ABANICO, CHIMBOTE -2023  
 MATERIAL : 100% CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ  
 FECHA : 16/10/2023

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	19.80	19.80
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	19.80	19.80
PESO ESPECIFICO		3.232	3.232
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	( gr / cm3)	3.232	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Asocieta Profesional de Ingeniería Civil



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

## DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

( Frasco de Le Chaletair)

(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : BACH: VELASQUEZ GOMEZ JESSICA MARIA  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO  $f'_c=210\text{KG}/\text{CM}^2$  SUSTITUYENDO  
 AL CEMENTO POR CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE ABANICO, CHIMBOTE -2023  
 MATERIAL : 100% CONCHAS DE ABANICO  
 FECHA : 16/10/2023

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	20.40	20.40
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	20.40	20.40
PESO ESPECIFICO		3.137	3.137
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	( gr / cm3)	3.137	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

## DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

( Frasco de Le Chaletair)

(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : BACH: VELASQUEZ GOMEZ JESSICA MARIA  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 SUSTITUYENDO  
 AL CEMENTO POR CENIZAS DE GASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE ABANICO, CHIMBOTE -2023  
 MATERIAL : 90% DE CEMENTO +2.5% CCA+7.5%PCA  
 FECHA : 16/10/2023

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	21.20	21.20
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	21.20	21.20
PESO ESPECIFICO		3.019	3.019
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	( gr / cm3)	3.019	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

## ANEXO 08. Peso Unitario de agregados



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

## PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH. VELASQUEZ GOMEZ JESSICA MARIA  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO F'c=210KG/CM2 SUSTITUYENDO  
 AL CEMENTO POR CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE ABANICO, CHIMBOTE -2023  
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
 CANTERA : VESIQUE  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 16/10/2023

## PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7445	7460	7450
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	4145	4160	4150
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario ( Kg/m3 )	1507	1513	1509
Peso unitario prom. ( Kg/m3 )	1510		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1498		

## PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8000	8120	8010
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	4700	4820	4710
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario ( Kg/m3 )	1709	1753	1713
Peso unitario prom. ( Kg/m3 )	1725		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1711		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : BACH. VELASQUEZ GOMEZ JESSICA MARIA  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO  $f_c=210\text{KG}/\text{CM}^2$  SUSTITUYENDO  
 AL CEMENTO POR CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE ABANICO, CHIMBOTE -2023  
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA  
 FECHA : 16/10/2023

**PESO UNITARIO SUELTO**

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19225	19200	19210
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	14175	14150	14160
Volumen de molde	9300	9300	9300
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1524	1522	1523
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m<sup>3</sup> )</b>	1523		
<b>CORREGIDO POR HUMEDAD</b>	1517		

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	20140	20080	20160
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	15090	15030	15110
Volumen de molde	9300	9300	9300
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1623	1616	1625
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m<sup>3</sup> )</b>	1621		
<b>CORREGIDO POR HUMEDAD</b>	1615		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

## ANEXO 09. Contenido de Humedad en agregados



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO

(ASTM D 2216)

SOLICITA : BACH. VELASQUEZ GOMEZ JESSICA MARIA  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO F'c=210KG/CM2 SUSTITUYENDO  
 AL CEMENTO POR CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE ABANICO, CHIMBOTE -2023  
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
 CANTERA : VESIQUE  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 16/10/2023

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	846.8	763.5
TARA + SUELO SECO (gr)	841.8	758.6
PESO DEL AGUA (gr)	5.0	4.9
PESO DE LA TARA (gr)	202.8	157.5
PESO DEL SUELO SECO (gr)	639	601.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.78	0.82
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.80	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO**  
( ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. VELASQUEZ GOMEZ JESSICA MARIA  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 SUSTITUYENDO  
 AL CEMENTO POR CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE ABANICO, CHIMBOTE -2023  
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA  
 FECHA : 16/10/2023

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	744.2	807.4
TARA + SUELO SECO (gr)	742.2	805.2
PESO DEL AGUA (gr)	2	2.2
PESO DE LA TARA (gr)	166.3	198.2
PESO DEL SUELO SECO (gr)	575.9	607
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.35	0.36
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.35	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Laboratorio de Ingeniería Civil

## ANEXO 11. Gravedad específica y absorción en agregados



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO (Según norma ASTM C-127)

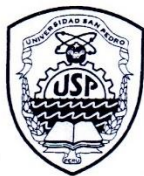
SOLICITA : BACH. VELASQUEZ GOMEZ JESSICA MARIA  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 SUSTITUYENDO  
 AL CEMENTO POR CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE ABANICO, CHIMBOTE -2023  
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
 CANTERA : VESIQUE  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 16/10/2023

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr.	667.60	667.60
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm <sup>3</sup>	967.60	967.60
D	Peso de picnometro + agua + material	gr.	856.30	856.30
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm <sup>3</sup>	111.30	111.30
F	Peso de material seco en estufa	gr.	297.90	297.90
G	Volumen de masa (E-(A-F))		109.20	109.20
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.677	2.677
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.695	2.695
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.728	2.728
K	Absorción (%) ((D-A/A)x100)		0.70	0.70

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.677  
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.695  
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.728  
 Absorción (%) : 0.70

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN AGREGADO GRUESO  
(Según norma ASTM C-127)**

SOLICITA : BACH. VELASQUEZ GOMEZ JESSICA MARIA  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO F'c=210KG/CM2 SUSTITUYENDO  
 AL CEMENTO POR CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE ABANICO, CHIMBOTE -2023  
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA  
 FECHA : 16/10/2023

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	770.60	712.60
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	505.80	468.60
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	264.80	244.00
D	Peso de material seco en estufa	765.40	708.10
E	Volumen de masa (C-(A-D))	259.60	239.50
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.890	2.902
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.910	2.920
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.948	2.957
F	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.68	0.64

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.896  
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.915  
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.952  
 Absorción (%) : 0.66

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara  
DIRECTOR  
Ingeniero Profesional de Ingeniería Civil

## ANEXO 12. Análisis Granulométrico de agregados



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO (ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH. VELASQUEZ GOMEZ JESSICA MARIA  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 SUSTITUYENDO  
 AL CEMENTO POR CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE ABANICO, CHIMBOTE -2023  
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
 CANTERA : VESIQUE  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 16/10/2023

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
Nº 3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
¾"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
½"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
¾"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
Nº 4	4.76	18.8	2.9	2.9	97.1
Nº 8	2.36	89.5	13.8	16.7	83.3
Nº 16	1.18	116.6	18.0	34.6	65.4
Nº 30	0.60	104.2	16.1	50.7	49.3
Nº 50	0.30	129.2	19.9	70.6	29.4
Nº 100	0.15	154.9	23.9	94.5	5.5
Nº 200	0.08	28.9	4.5	98.9	1.1
PLATO	ASTM C-117-04	7.1	1.1	100.0	0.0
TOTAL		<b>649.2</b>	<b>100.0</b>		

#### PROPIEDADES FISICAS

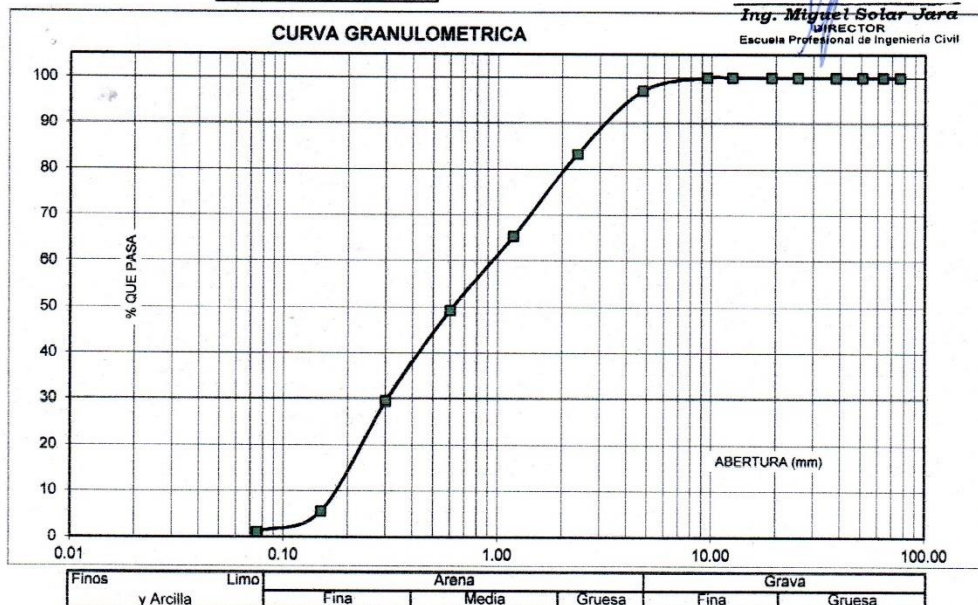
Módulo de Fineza : 2.70

#### OBSERVACIONES

La Muestra tomada identificada por el solicitante.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil





**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO**  
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH. VELASQUEZ GOMEZ JESSICA MARIA  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO F'c=210KG/CM2 SUSTITUYENDO  
 AL CEMENTO POR CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE ABANICO, CHIMBOTE -2023  
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA  
 FECHA : 16/10/2023

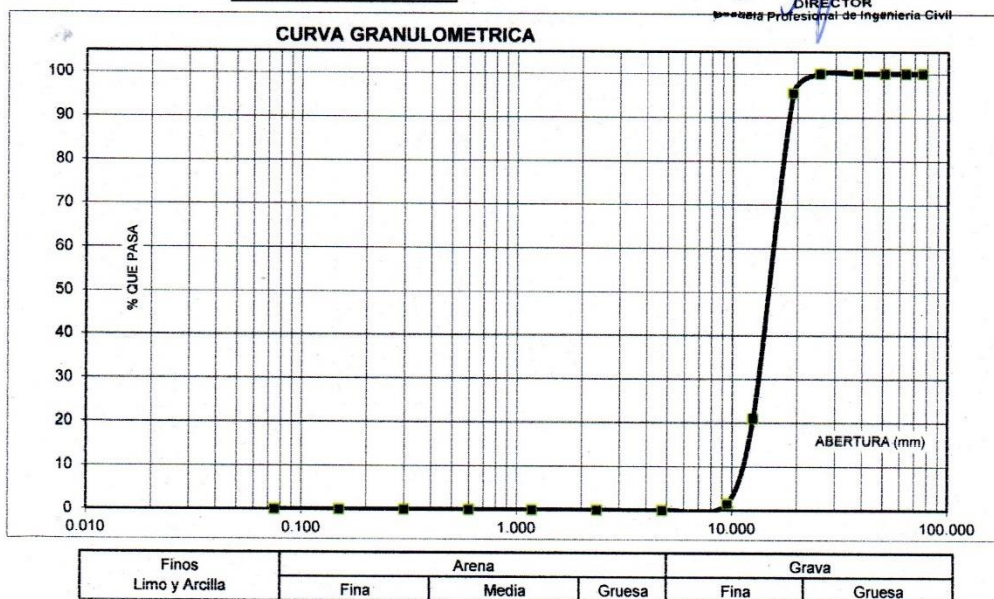
TAMIZ	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N°	Abert.(mm)			
3"	76.200	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.500	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.100	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	100.0
¾"	19.100	51.4	4.5	95.5
½"	12.500	858.5	74.5	21.0
¾"	9.520	224.8	19.5	1.5
N° 4	4.760	17.6	1.5	0.0
N° 8	2.360	0.0	0.0	0.0
N° 16	1.180	0.0	0.0	0.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	0.0
N° 50	0.300	0.0	0.0	0.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	0.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	0.0
<b>TOTAL</b>		<b>1152.3</b>	<b>100.0</b>	

PROPIEDADES FISICAS	
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Huso	N° 56 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara  
DIRECTOR  
Ingeniero Profesional de Ingeniería Civil



## ANEXO 13. Diseño de mezcla patrón



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**DISEÑO DE MEZCLA**

SOLICITA : BACH. VELASQUEZ GOMEZ JESSICA MARIA  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO  $F'c=210\text{KG}/\text{CM}^2$  SUSTITUYENDO  
 AL CEMENTO POR CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE ABANICO, CHIMBOTE -2023  
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
 FECHA : 16/10/2023

**ESPECIFICACIONES**

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de  $210 \text{ kg}/\text{cm}^2$ , a los 28 días.

**MATERIALES**

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico ..... 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

**CANTERA : VESIQUE**

- Peso especifico de masa 2.68
- Peso unitario suelto 1498  $\text{kg}/\text{m}^3$
- Peso unitario compactado 1711  $\text{kg}/\text{m}^3$
- Contenido de humedad 0.80 %
- Absorción 0.70 %
- Módulo de fineza 2.70

D.- Agregado grueso

**CANTERA : RUBEN**

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.90
- Peso unitario suelto 1517  $\text{kg}/\text{m}^3$
- Peso unitario compactado 1615  $\text{kg}/\text{m}^3$
- Contenido de humedad 0.35 %
- Absorción 0.66 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

#### SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

#### VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m<sup>3</sup> .

#### RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

#### FACTOR DE CEMENTO

F.C. : 205 / 0.684 = 299.708 kg/m<sup>3</sup> = 7.05 bolsas / m<sup>3</sup>

#### VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	299.708	kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	207.257	lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	883.572	kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	1021.360	kg/m <sup>3</sup>

#### PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{299.71}{299.71} : \frac{883.572}{299.71} : \frac{1021.36}{299.71}$$

$$1 : 2.95 : 3.41 : 29.39 \text{ lts / bolsa}$$

#### PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 2.93 : 3.36 : 29.39 \text{ lts / bolsa}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Colegio Profesional de Ingeniería Civil

## ANEXO 14. Diseño de mezcla experimental al 10%



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### DISEÑO DE MEZCLA ( 10% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH. VELASQUEZ GOMEZ JESSICA MARIA  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO  $f'c=210\text{KG}/\text{CM}^2$  SUSTITUYENDO  
 AL CEMENTO POR CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE ABANICO, CHIMBOTE -2023  
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
 FECHA : 16/10/2023

#### ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedio  $210 \text{ kg}/\text{cm}^2$ , a los 28 días.

#### MATERIALES

##### A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico ..... 3.12

##### B.- Agua :

- Potable, de la zona.

##### C.-Agregado Fino :

##### CANTERA : VESIQUE

- Peso especifico de masa 2.68
- Peso unitario suelto 1498  $\text{kg}/\text{m}^3$
- Peso unitario compactado 1711  $\text{kg}/\text{m}^3$
- Contenido de humedad 0.80 %
- Absorción 0.70 %
- Módulo de fineza 2.70

##### D.- Agregado grueso

##### CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.90
- Peso unitario suelto 1517  $\text{kg}/\text{m}^3$
- Peso unitario compactado 1615  $\text{kg}/\text{m}^3$
- Contenido de humedad 0.35 %
- Absorción 0.66 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Ingeniero Profesional de Ingeniería Civil



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

#### SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

#### VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m<sup>3</sup> .

#### RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

#### VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m <sup>3</sup> )	0.086
2.5% CCA+7.5%PCA.....	(m <sup>3</sup> )	0.010
Agua efectiva.....	(m <sup>3</sup> )	0.205
Agregado fino.....	(m <sup>3</sup> )	0.328
Agregado grueso.....	(m <sup>3</sup> )	0.351
Aire.....	(m <sup>3</sup> )	0.020
		<b>1.000 m<sup>3</sup></b>

#### PESOS SECOS

Cemento.....	269.74 kg/m <sup>3</sup>
2.5% CCA+7.5%PCA.....	29.971 kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	205.00 lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	876.57 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	1017.75 kg/m <sup>3</sup>

#### PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	269.74 kg/m <sup>3</sup>
2.5% CCA+7.5%PCA.....	29.971 kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	207.26 lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	883.57 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	1021.36 kg/m <sup>3</sup>

#### PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{269.74}{269.74} : \frac{29.971}{269.74} : \frac{883.57}{269.74} : \frac{1021.36}{269.74}$$

$$1 : 0.11 : 3.28 : 3.79 \quad 29.39 \text{ lts/bolsa}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Colegio Profesional de Ingeniería Civil

## ANEXO 15. Ensayo de la resistencia a la compresión patrón



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH. VELASQUEZ GOMEZ JESSICA MARIA  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 SUSTITUYENDO  
AL CEMENTO POR CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE ABANICO, CHIMBOTE -2023  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
FECHA : 16/10/2023

F' C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/FC (%)
			MOLDEO	ROTURA			
01	PATRON	3,5	02/08/2023	09/08/2023	7	162.00	77.14
02	PATRON	3,5	02/08/2023	09/08/2023	7	157.40	74.95
03	PATRON	3,5	02/08/2023	09/08/2023	7	161.38	76.85
04	PATRON	3,5	02/08/2023	09/08/2023	7	159.16	75.79
05	PATRON	3,5	02/08/2023	16/08/2023	14	179.39	85.42
06	PATRON	3,5	02/08/2023	16/08/2023	14	175.69	83.66
07	PATRON	3,5	02/08/2023	16/08/2023	14	177.45	84.50
08	PATRON	3,5	02/08/2023	16/08/2023	14	179.10	85.29
09	PATRON	3,5	02/08/2023	30/08/2023	28	218.31	103.96
10	PATRON	3,5	02/08/2023	30/08/2023	28	214.53	102.15
11	PATRON	3,5	02/08/2023	30/08/2023	28	217.30	103.48
12	PATRON	3,5	02/08/2023	30/08/2023	28	216.20	102.95

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

## ANEXO 16. Ensayo de la resistencia a la compresión experimental



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EXPERIMENTAL 10%

SOLICITA : BACH. VELASQUEZ GOMEZ JESSICA MARIA  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO  
 AL CEMENTO POR CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE ABANICO, CHIMBOTE -2023  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 FECHA : 16/10/2023

F' C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/F' C (%)
			MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL	3,4	02/08/2023	09/08/2023	7	176.51	84.05
02	EXPERIMENTAL	3,4	02/08/2023	09/08/2023	7	175.41	83.53
03	EXPERIMENTAL	3,4	02/08/2023	09/08/2023	7	178.58	85.04
04	EXPERIMENTAL	3,4	02/08/2023	09/08/2023	7	179.14	85.30
05	EXPERIMENTAL	3,4	02/08/2023	16/08/2023	14	197.02	93.82
06	EXPERIMENTAL	3,4	02/08/2023	16/08/2023	14	199.22	94.87
07	EXPERIMENTAL	3,4	02/08/2023	16/08/2023	14	195.22	92.96
08	EXPERIMENTAL	3,4	02/08/2023	16/08/2023	14	200.81	95.62
09	EXPERIMENTAL	3,4	02/08/2023	30/08/2023	28	236.14	112.45
10	EXPERIMENTAL	3,4	02/08/2023	30/08/2023	28	233.55	111.22
11	EXPERIMENTAL	3,4	02/08/2023	30/08/2023	28	240.34	114.45
12	EXPERIMENTAL	3,4	02/08/2023	30/08/2023	28	236.99	112.85

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

## ANEXO 17. Ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión patrón



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION

SOLICITA : BACH. VELASQUEZ GOMEZ JESSICA MARIA  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO  
 AL CEMENTO POR CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE ABANICO, CHIMBOTE -2023  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 FECHA : 16/10/2023

Nº	TESTIGO ELEMENTO	ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENETRAC. MAX.	P. P. PROMEDIO
		INICIO	TERMINO	HORAS	cm	cm
01	CONCRETO PATRON Dia - 28	30-8-23 18:00	2-9-23 18:00	72	2.70	2.68
02	CONCRETO PATRON Dia - 28	30-8-23 18:00	2-9-23 18:00	72	2.65	
03	CONCRETO PATRON Dia - 28	30-8-23 18:00	2-9-23 18:00	72	2.74	
04	CONCRETO PATRON Dia - 28	30-8-23 18:00	2-9-23 18:00	72	2.63	

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de UNF-FN-12390-8.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados por los Alumnos del Curso.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
ESCOLELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

## ANEXO 18. Ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión patrón



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION-EXPERIMENTACION 10%

SOLICITA : BACH. VELASQUEZ GOMEZ JESSICA MARIA  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO  
 AL CEMENTO POR CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE ABANICO, CHIMBOTE -2023  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 FECHA : 16/10/2023

Nº	ELEMENTO	ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENTRAC.	P. P. PROMEDIO
		INICIO	TERMINO	HORAS	MAX.	
01	CONCRETO EXPERIMENTAL	2-9-23 18:00	5-9-23 18:00	72	2.32	2.33
	Dia - 28					
02	CONCRETO EXPERIMENTAL	2-9-23 18:00	5-9-23 18:00	72	2.28	
	Dia - 28					
03	CONCRETO EXPERIMENTAL	2-9-23 18:00	5-9-23 18:00	72	2.40	
	Dia - 28					
04	CONCRETO EXPERIMENTAL	2-9-23 18:00	5-9-23 18:00	72	2.30	
	Dia - 28					

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de UNF-EN-12390-8.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados por los Alumnos del Curso.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
Ing. Miguel Solar Jara  
DIRECTOR  
-SOCIETA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

## ANEXO 19. Panel Fotográficos

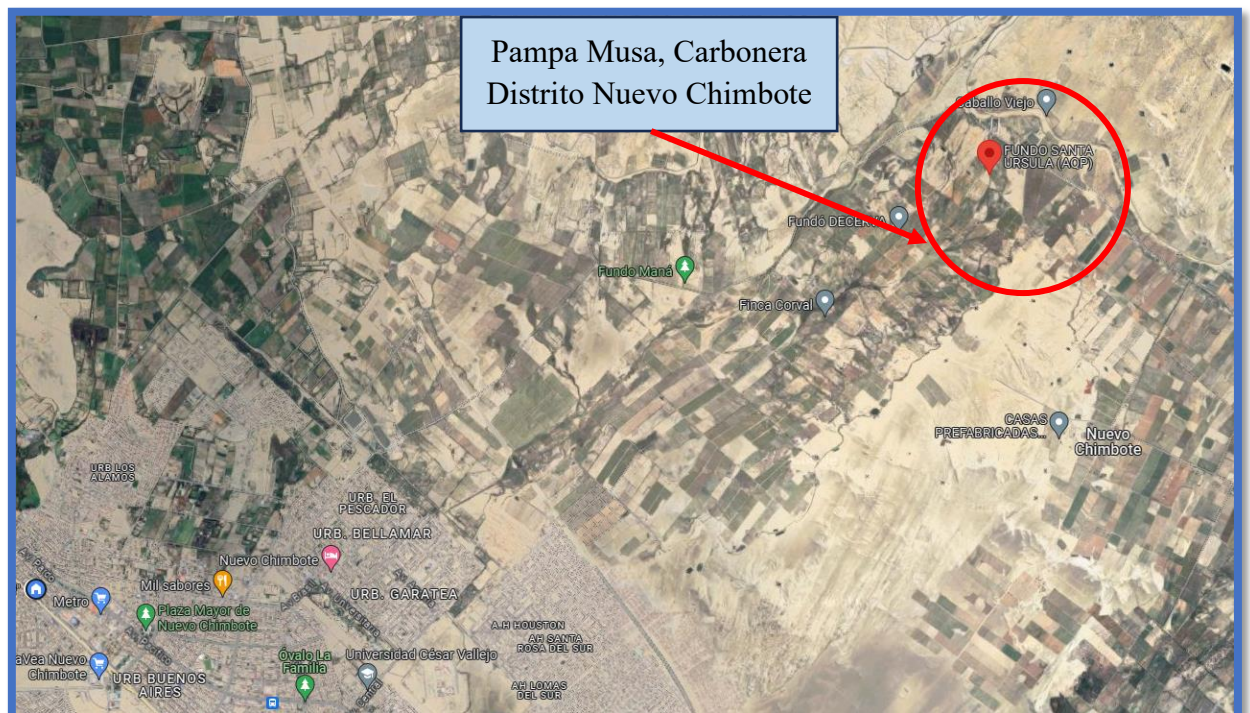
### Fotografía 1

*Procedencia del material de cascara de arroz*



### Fotografía 2

*Procedencia del material de concha de abanico*



**Fotografía 3**

*Recolección de cascara de arroz*

**Fotografía 4**

*Recolección de concha de abanico*



**Fotografía 5**

*Limpieza de mi cascara de arroz*

**Fotografía 6**

*Lavado y secado de la concha de abanico*



**Fotografía 7**

*Pre calcinado de cascara de arroz*

**Fotografía 8**

*Pre trituración de la concha de abanico*



**Fotografía 9**

*Muestras para el laboratorio UNT*

**Fotografía 10**

*Calcinación de cascara de arroz a 430°C en U.S.P*



### Fotografía 11

Calcinación de concha de abanico a 890°C en la U.S.P



### Fotografía 12

Ensayo de material del agregado fino en la U.S.P



### Fotografía 13

*Ensayo de material del agregado grueso en la U.S.P*



### Fotografía 14

*Remojo del agregado fino y gruesos en la U.S.P*



**Fotografía 15**

*Ensayo del diseño de mezcla en el laboratorio de la U.S.P*



**Fotografía 16**

Slump de 3.5" de mis probetas patrón

**Fotografía 17**

Slump de 3.4" de mis probetas experimental

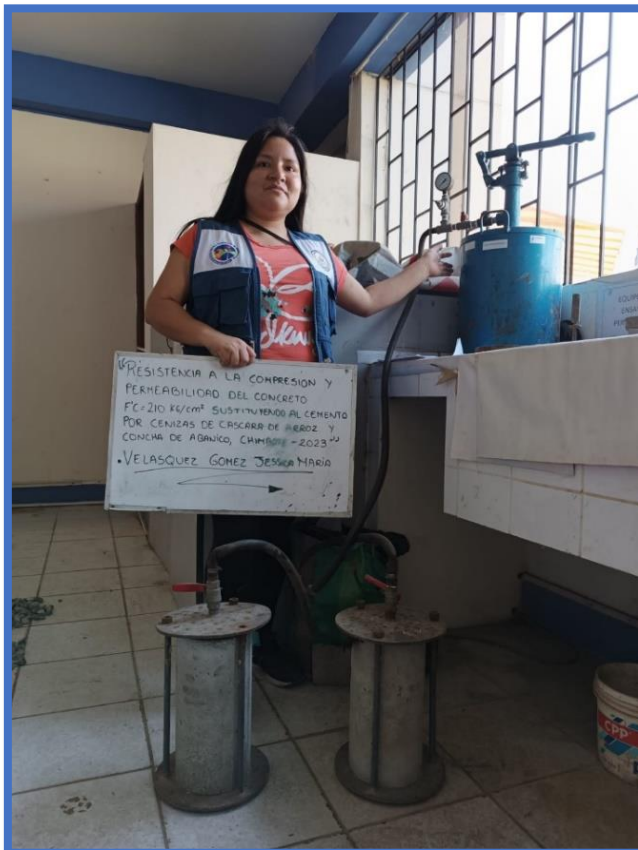


**Fotografía 18**

*Ensayo de resistencia a la compresión*

**Fotografía 19**

*Ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión en el laboratorio de la U.S.P*



## ANEXO 20. Formulario de repositorio



## REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN



1. Información del Autor				
VELASQUEZ GOMEZ JESSICA MARIA		48843188	MARIAVELASQUEZG.85@GMAIL.COM	
Apellidos y Nombres		DNI	Correo Electrónico	
2. Tipo de Documento de Investigación				
<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis	<input type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	Trabajo Académico	<input type="checkbox"/>
3. Grado Académico o Título Profesional <sup>1</sup>				
<input type="checkbox"/>	Bachiller	<input checked="" type="checkbox"/>	Título Profesional	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	Título Segunda Especialidad	<input type="checkbox"/>
			Maestría	<input type="checkbox"/>
			Doctorado	<input type="checkbox"/>
4. Título del Documento de Investigación				
"Resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo al cemento por cenizas de cascara de arroz y concha de abanico, Chimbote - 2023"				
5. Programa Académico				
INGENIERIA CIVIL				
6. Tipo de Acceso al Documento				
<input checked="" type="checkbox"/>	Abierto o Público* ( <a href="http://info:au-repo/semantics/openAccess">info:au-repo/semantics/openAccess</a> )		<input type="checkbox"/>	
			Acceso restringido* ( <a href="http://info:au-repo/semantics/restrictedAccess">info:au-repo/semantics/restrictedAccess</a> ) (**)	
(**) En caso de restringido sustentar motivo				

## A. Originalidad del Archivo Digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS<sup>5</sup>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.<sup>6</sup>

Huello Digital		
		Firma

Lugar	Día	Mes	Año
Chimbote	10	01	2024

## Importante

- Según Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU-CDI, Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales, Art. 8 inciso 8.2.
- Ley N° 30035 Ley que regule el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y D.S. 009-2015-PCM.
- Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad San Pedro una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundir en el Repositorio Institucional Digital, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.
- En caso de que el autor elija la segunda opción, únicamente se publicará los datos del autor y resumen de la obra, de acuerdo a la directiva N° 004-2016-COPLYTEC-DEIC (Numeradas 5.2 y 5.7) que norme el funcionamiento del Repositorio Nacional Digital.
- Las licencias Creative Commons (CC) es una organización internacional sin fines de lucro que pone a disposición de los autores un conjunto de licencias flexibles y de herramientas tecnológicas que facilitan la difusión de información, recursos educativos, obras de cultura y otros. Estas herramientas también garantizan que el autor conserve el crédito por su obra.
- Según el inciso 12.2 del artículo 14 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales -RENATI, las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio AUCIA.

Nota: - En caso de falsedad en los datos, se procederá de acuerdo a ley (Ley 27444, art. 32, núm. 32.3)

## ANEXO 21. Reporte de similitud

Resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto  $F'_c=210\text{Kg/cm}^2$  sustituyendo al cemento por cenizas de cascara de arroz y concha de abanico, Chimbote -2023

## INFORME DE ORIGINALIDAD

29%

INDICE DE SIMILITUD

28%

FUENTES DE INTERNET

%

PUBLICACIONES

16%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

1library.co

Fuente de Internet

7%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

6%

3

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

3%

4

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

2%

5

core.ac.uk

Fuente de Internet

2%

6

Submitted to Universidad Privada del Norte

Trabajo del estudiante

1%

7

publicaciones.usanpedro.edu.pe

Fuente de Internet

1%

8

Submitted to Universidad Privada San Pedro

Trabajo del estudiante

1%

9	<a href="http://repositorio.usanpedro.pe">repositorio.usanpedro.pe</a> Fuente de Internet	1 %
10	<a href="http://repositorio.unp.edu.pe">repositorio.unp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
11	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1 %
12	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	1 %
13	Submitted to uni Trabajo del estudiante	1 %
14	<a href="http://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
16	<a href="http://repositorio.unj.edu.pe">repositorio.unj.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
18	<a href="http://repositorio.utea.edu.pe">repositorio.utea.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a>	

	Fuente de Internet	<1 %
21	<a href="https://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante	<1 %
23	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
24	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	<1 %
25	<a href="https://repositorio.uct.edu.pe">repositorio.uct.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 6 words

Excluir bibliografía

Activo