

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA  
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

TÍTULO PROFESIONAL

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

“INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA  
DE ARROZ EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL  
CONCRETO, SAN MARTÍN - PERÚ 2021”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

AUTORES: BACH. LUIS EUSTAQUIO RODRIGUEZ RUIZ  
BACH. YOSVANY ARIBED MONTALVAN JIMENEZ

ASESOR: M.SC. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA.

SAN MARTÍN - PERÚ

2021



## **Dedicatoria**

El presente trabajo lo dedico principalmente a Dios, por darme la salud y darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis hermanos por estar siempre presente acompañándome, y que este logro sea el que los aliente a seguir y cumplir sus anhelos, metas personales y profesionales, y porque los Amo.

A mis padres, por darme la inspiración, su amor, trabajo, paciencia, esfuerzo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido y es un orgullo y un privilegio de ser su hijo, son los mejores padres.

**Luis Eustaquio Rodríguez Ruiz.**

El presente trabajo lo dedico principalmente a Dios, por darme la dicha de tener salud y darme la fuerza necesaria para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis hermanos Marvin, Abimael, Maycol y a mi hermana Yaxseni, por estar siempre presentes acompañándome en cada paso que doy , y que este logro sea el que los aliente a seguir y cumplir sus anhelos, metas personales y profesionales.

A mi padre Erasmo y mi madre Carmen, por darme la inspiración, su amor, trabajo, paciencia, esfuerzo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido y es un orgullo y un privilegio de ser su hija, son los mejores padres.

**Yosvany Aribed Montalván Jiménez.**

## **Agradecimiento**

A Dios, por brindarnos salud, fuerza , voluntad y por permitirnos tener y disfrutar a nuestras familias. A la vida porque cada día nos demuestra la hermosa que es, y lo justa que puede llegar a ser, y a las siguientes personas e instituciones:

A la Universidad Científica del Perú, por ser nuestra alma Mater y a toda su plana de Docentes capacitados para darnos la mejor formación ética y académica y al programa Beca 18, por darnos la oportunidad de ser profesionales.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Científica del Perú – Filial Tarapoto por enseñarnos la excelente carrera de ingeniería civil para el bien de la sociedad y de nuestras familias.

Al Laboratorio de Suelos y Ensayo de Materiales GRUPO 4D INGENIERIA S.A.C. Tarapoto por darnos la facilidad para acceder a las instalaciones para realizar los ensayos para esta investigación.

Al M. SC Ulises Octavio Irigoin Cabrera, por habernos asesorado en todo el proceso de investigación y, darnos la confianza.

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

El Trabajo de Suficiencia Profesional titulado:

**“INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, SAN MARTÍN - PERÚ 2021”**

De los alumnos: **LUIS EUSTAQUIO RODRIGUEZ RUIZ Y YOSVANY ARIBED MONTALVAN JIMENEZ**, de la Facultad Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **15% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 28 de junio del 2021.



Dr. César J. Ramal Asayag  
Presidente del Comité de Ética – UCP

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** UCP\_ingenieriacivil\_2021\_TSP\_YosvanyMontalvan\_LuisRodriguez\_V1.pdf (D109073410)  
**Submitted:** 6/16/2021 6:41:00 PM  
**Submitted By:** revision.antiplagio@ucp.edu.pe  
**Significance:** 15 %

### Sources included in the report:

UCP\_ingenieriacivil\_2021\_TSP\_ElsaCarrillo\_AmeliaCruz\_V1.pdf (D109073409)  
 UCP\_IngenieriaCivil\_2021\_TSP\_LeninCubas\_LuisValderrama\_V1.pdf (D107252257)  
 UCP\_INGENIERIACIVIL\_2021\_TESIS\_LUZPLASENCIA\_KEVINMENDOZA\_V1.pdf (D104738035)  
 UCP\_INGENIERÍA CIVIL\_2020\_TESIS\_ORFELINDA\_TAMARILLO\_Y\_SARITA\_AREVALO\_V1.pdf (D89694969)  
 8. Sotero Velez, Diana. Rev.1.pdf (D54443900)  
 UCP\_IngenieriaCivil\_2021\_Tesis\_ManuelGarcia\_V1.pdf (D95060242)  
 UNC JANETH MORILLOS\_41769051\_V1.docx (D100124482)  
 OCHOA-TAPIA-ICIVIL-INVESTIGACIONII2018I.docx (D40490042)  
<http://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/3740>  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/20.500.12692/30557/4/Serrano\\_CPF.pdf.txt](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/20.500.12692/30557/4/Serrano_CPF.pdf.txt)  
<https://1library.co/document/ydek8veq-influencia-residuos-ceramica-sustitucion-porcentual-resistencia-compresion-trujillo.html>  
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13593/Jaime%20Huertas%20Miguel%20Angel%20-%20Portocarrero%20Regalado%20Luis%20Alberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>  
[http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/348/3/M%C3%B3nica\\_Marco\\_Tesis\\_bachiller\\_2016.pdf](http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/348/3/M%C3%B3nica_Marco_Tesis_bachiller_2016.pdf)  
[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/UNAP/8398/3/Quispe\\_Vilca\\_Yonny\\_Wilber.pdf.txt](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/UNAP/8398/3/Quispe_Vilca_Yonny_Wilber.pdf.txt)  
<https://1library.co/document/q2ne0peq-analisis-comparativo-resistencia-concreto-convencional-utilizando-subteranea-huancavelica.html>

### Instances where selected sources appear:

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**FACULTAD DE  
CIENCIAS E  
INGENIERÍA**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Con Resolución Decanal N° 449 -2021- UCP - FCEI del 26 de julio de 2021, la **FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP** designa como Jurado Evaluador y Dictaminador de la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional a los Señores:

- Ing. Caleb Rios Vargas, M. Sc. Presidente
- Ing. Luis Paredes Aguilar, M. Sc. Miembro
- Ing. Andrés Pinedo Delgado, M. Sc. Miembro

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 20:00 horas, del día martes 27 de julio de 2021, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la secretaria Académica de la Facultad y el director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa del Trabajo de Suficiencia Profesional:

**“INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, SAN MARTÍN - PERÚ 2021”**

Presentado por las sustentantes:

**LUIS EUSTAQUIO RODRIGUEZ RUIZ y YOSVANY ARIBED MONTALVAN JIMENEZ**

Asesora: **Ing. Ulises Octavio Irigoín Cabrera, M.Sc.**

Como requisito para optar el título profesional de: **Ingeniero Civil.**

Luego de escuchar la Sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS.**

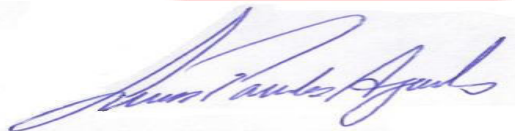
El jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

Por lo que la Sustentación es: **APROBADA POR MAYORÍA CON LA NOTA DE (14) CATORCE.**

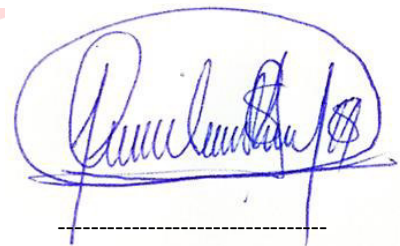
En fe de lo cual los miembros del jurado firman el acta.



Presidente



Miembro



Miembro

|               |                         |           |
|---------------|-------------------------|-----------|
| CALIFICACIÓN: | Aprobado (a) Excelencia | : 19 – 20 |
|               | Aprobado (a) Unanimidad | : 16 - 18 |
|               | Aprobado (a) Mayoría    | : 13 – 15 |
|               | Desaprobado (a)         | : 00 – 12 |

Contáctanos:

**Iquitos – Perú**  
065 - 26 1088 / 065 - 26 2240  
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

**Filial Tarapoto – Perú**  
42 – 58 5638 / 42 – 58 5640  
Leoncio Prado 1070 / Martines de Compagñon 933

Universidad Científica del Perú  
www.ucp.edu.pe

## APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 27 de julio a las 20:00 horas del 2021.



---

**M.Sc. Ing. CALEB RIOS VARGAS**  
PRESIDENTE DEL JURADO



---

**M. Sc. Ing. LUIS PAREDES AGUILAR**  
MIEMBRO DEL JURADO



---

**M. SC. ING. ANDRÉS PINEDO DELGADO**  
MIEMBRO DEL JURADO



---

**M. SC. ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA**  
ASESOR



# Índice de contenido

|   |           |
|---|-----------|
| DEDICATORIA.....  | 2         |
| AGRADECIMIENTO .....                                    | 4         |
| ÍNDICE DE CONTENIDO .....                               | 5         |
| ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS .....                        | 9         |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS O FIGURAS .....                      | 10        |
| RESUMEN Y PALABRAS CLAVES .....                         | 12        |
| ABSTRACT. ....  | 13        |
| <b>Capítulo I. Marco Teórico .....</b>                  | <b>14</b> |
| 1.1. Antecedentes del Estudio .....                     | 14        |
| 1.1.1. A Nivel Nacional.....                            | 14        |
| 1.1.2. A Nivel Local .....                              | 15        |
| 1.2. Bases Teóricas .....                               | 17        |
| 1.2.1. Concreto .....                                   | 17        |
| 1.2.2. Cemento .....                                    | 17        |
| 1.2.3. Agregado grueso. ....                            | 17        |
| 1.2.4. Agregado fino. ....                              | 18        |
| 1.2.5. Agua.....  | 18        |
| 1.2.6. Curado. ....                                     | 18        |
| 1.2.7. Dosificación .....                               | 19        |
| 1.2.8. Granulometría .....                              | 19        |
| 1.2.9. Proceso de mezclado.....                         | 19        |
| 1.2.10. Resistencia por adherencia pasta-agregado. .... | 20        |
| 1.3. Definición de Términos Básicos .....               | 20        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Capítulo II. Planteamiento del Problema .....</b>                 | <b>23</b> |
| 2.1. Descripción del Problema .....                                  | 23        |
| 2.2. Formulación del Problema .....                                  | 24        |
| 2.2.1. Problema General.....   | 24        |
| 2.2.2. Problemas Específicos .....                                   | 24        |
| 2.3. Objetivos .....   | 24        |
| 2.3.1. Objetivo General .....  | 24        |
| 2.3.2. Objetivos Específicos .....                                   | 24        |
| 2.4. Hipótesis.....  | 25        |
| 2.4.1. Hipótesis general .....                                       | 25        |
| 2.4.2. Hipótesis específica .....                                    | 25        |
| 2.5. Variables.....  | 26        |
| 2.5.1. Identificación de las Variables.....                          | 26        |
| 2.5.2. Definición Conceptual y Operacional de las Variables.....     | 26        |
| 2.5.3. Operacionalización de las variables .....                     | 27        |
| <br>   |           |
| <b>Capítulo III. Metodología .....</b>                               | <b>28</b> |
| 3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....                             | 28        |
| 3.1.1. Tipo de investigación.....                                    | 28        |
| 3.1.2. Diseño de investigación.....                                  | 28        |
| 3.2. Población y Muestra .....                                       | 30        |
| 3.2.1. Población: .....  | 30        |
| 3.2.2. Muestra: .....  | 30        |
| 3.3. Técnicas, instrumentos y Procedimientos de Recolección de Datos |           |
| 31   |           |
| 3.3.1. Técnicas de Recolección de Datos.....                         | 31        |
| 3.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos.....                     | 31        |
| 3.3.3. Procedimiento de Recolección de Datos. ....                   | 32        |
| 3.4. Procedimiento y Análisis de Datos.....                          | 32        |
| 3.4.1. Procedimiento .....   | 33        |
| 3.4.2. Análisis de datos.....  | 33        |

|  |               |
|--|---------------|
| <b>Capítulo IV. Resultados.....</b>                                      | <b>34</b>     |
| 4.1. Ubicación del proyecto .....  | 34            |
| 4.1.1. Nombre del proyecto .....   | 34            |
| 4.1.2. Ubicación política .....  | 34            |
| 4.1.3. Ubicación de la concretera Dino Tarapoto .....                    | 34            |
| 4.1.4. Ubicación de la Molino Santa Lucia.....                           | 35            |
| 4.2. Obtención de las partículas de ceniza de la cascarilla de arroz.... | 36            |
| 4.3. Ensayo de los agregados .....                                       | 37            |
| 4.3.1. Contenido de humedad (%w).....                                    | 37            |
| 4.3.2. Ensayo granulométrico del agregado fino (ASTM C33) y MF. .        | 38            |
| 4.3.3. Ensayo granulométrico del agregado grueso y TMN .....             | 40            |
| 4.3.4. Peso unitario suelto de los agregados (ASTM C29).....             | 42            |
| 4.3.5. Peso unitario compactado de los agregados .....                   | 44            |
| 4.3.6. Peso específico y absorción del agregado fino (ASTM C128) ..      | 45            |
| 4.3.7. Peso específico y absorción del agregado grueso (ASTM C127)       |               |
| 46   |               |
| 4.4. Determinación del diseño de mezcla de concreto simple $f'c= 210$    |               |
| kg/cm <sup>2</sup> 48  |               |
| 4.5. Elaboración de los testigos de concretos (probetas cilíndricas)     |               |
| (ASTM C31) 49  |               |
| 4.5.1. Materiales, equipos y herramientas .....                          | 49            |
| 4.5.2. Procedimiento de ensayo.....                                      | 49            |
| 4.5.3. Ensayo a resistencia a compresión.....                            | 49            |
| <br><b>Capítulo V. Discusión, conclusiones y recomendaciones.....</b>    | <br><b>56</b> |
| 5.1. Discusiones.....  | 56            |
| 5.2. Conclusiones .....  | 59            |
| 5.3. Recomendaciones .....   | 60            |
| <br>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                      | <br>61        |

|  |    |
|--|----|
| ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....               | 64 |
| ANEXO 2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 65 |
| ANEXO 3.PANEL FOTOGRÁFICO .....                    | 77 |

## **Índice de cuadros o tablas**

**Tabla 1:** Operacionalización de las variables

**Tabla 2:** Diseño de investigación

**Tabla 3:** Población y muestra

**Tabla 4:** Técnicas de recolección de datos

**Tabla 5:** Concretera Dino Tarapoto -San Martín

**Tabla 6:** Granulometría del agregado fino

**Tabla 7:** Granulometría del agregado grueso

**Tabla 8:** Peso unitario suelto-agregado fino (NTP 400.017)

**Tabla 9:** Peso unitario suelto agregado grueso (NTP.400.017)

**Tabla 10:** Peso unitario compactado agregado fino

**Tabla 11:** Peso unitario compactado agregado grueso

**Tabla 12:** Peso específico y absorción agregado fino NTP400.021-  
NTP400.022)

**Tabla 13:** Peso específico y absorción agregado grueso NTP 400.021

**Tabla 14:** Propiedades de los agregados

**Tabla 15:** Resistencia del concreto a los 7 días

**Tabla 16:** Resistencia del concreto a los 28 días

## Índice de gráficos o figuras

**Gráfico N°01:** Localización de concretera Dino Tarapoto

**Gráfico N°02:** Localización Molino Santa Lucia

**Gráfico N°03:** Curva granulométrica de agregado fino.

**Gráfico N°04:** Curva granulométrica del agregado grueso.

**Gráfico N°05:** Resistencia a la compresión a los 7 días.

**Gráfico N°06:** Resistencia a la compresión a los 28 días.

**Gráfico N°07:** Formato de hoja utilizado para recolección de datos-  
Agregado fino

**Gráfico N°08:** Formato de hoja utilizado para recolección de datos-  
Agregado grueso

**Gráfico N°09:** Formato de hoja utilizado para el análisis  
granulométrico del agregado fino

**Gráfico N°10:** Formato de hoja utilizado para el análisis  
granulométrico del agregado grueso

**Gráfico N°11:** Formato de hoja utilizado para el cálculo de peso  
específico y absorción del agregado fino

**Gráfico N°12:** Formato de hoja utilizado para el cálculo de peso  
específico y absorción del agregado grueso

**Gráfico N°13:** Formato de hoja utilizado para el cálculo del peso  
unitario suelto de los agregados

**Gráfico N°14:** Formato de hoja utilizado para el cálculo del peso  
unitario compactado de los agregados

**Gráfico N°15:** Formatos utilizados para control de roturas

**Gráfico N°16:** Formato de diseño de mezclas

**Gráfico N°17:** Extracción de material.

**Gráfico N°18:** Quema de la cascarilla de arroz.

**Gráfico N°19:** Ensayo de agregado-cuarteo

**Gráfico N°20:** Ensayo de agrado –humedad, granulometría, peso específico.

**Gráfico N°21:** Ensayo de agrado -Peso unitario.

**Gráfico N°22:** Preparación de las proporciones de los materiales.

**Gráfico N°23:** Ensayo del cono de Abrams o Slum.

**Gráfico N°24:** Moldeado de testigos de concreto.

**Gráfico N°25:** Rotura de testigos de concreto.

## **Resumen y palabras claves**

La siguiente investigación tiene como fin elaborar un concreto, para elevar y mejorar la resistencia a compresión para que pueda ser utilizado comercialmente en la ciudad de Tarapoto. Se utilizaron agregado del rio Huallaga los cuales están ubicados en la periferia de la ciudad de Tarapoto y las partículas de ceniza de cascarilla de arroz de los molinos que procesan dicho producto ubicados cerca de la localidad de Cacatachi. Para poder comprobar la hipótesis planteada se ha realizado el diseño de concreto con la adición de partículas de la ceniza de cascarilla de arroz y se realizaron las respectivas pruebas de laboratorio a través de probetas cilíndricas de acuerdo la normativa técnica actual. Para lograr la obtención de partículas de ceniza de la cascarilla de arroz se procedió a realizar una limpieza y clasificación de dichas partículas. Se elaboró un grupo de 70 probetas de concreto de calidad  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , de las cuales 06 probetas de concreto simple (patrón) y 64 bloques de concreto con partículas de la ceniza de cascarilla de arroz al 3%, 5%, 7% y 9% a los cuales se les realizó el análisis a la edad de 7 y 28 días. Como resultado final se ha tenido una correlación positiva de la ceniza de la cascarilla de arroz en un porcentaje del 3% con respecto a la resistencia a compresión.

Palabras claves: Ceniza de cascarilla de arroz, concreto simple y resistencia a la compresión.



## **Abstract.**

The purpose of the following investigation is to elaborate a concrete, to raise and improve the compressive strength so that it can be used commercially in the city of Tarapoto. Aggregate from the Huallaga River, which are located on the outskirts of the city of Tarapoto, and the particles of rice husk ash from the mills that process said product, located near the town of Cacatachi, were used. In order to verify the hypothesis raised, the concrete design has been carried out with the addition of rice husk ash particles and the respective laboratory tests were carried out through cylindrical test tubes in accordance with current technical regulations. In order to obtain the ash particles from the rice husk, a cleaning and classification of said particles was carried out. A group of 70 concrete specimens of quality  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$  was elaborated, of which 06 simple concrete specimens (pattern) and 64 concrete blocks with 3% rice husk ash particles, 5 %, 7% and 9% who underwent the analysis at the age of 7 and 28 days. As a final result, there has been a positive correlation of the ash of the rice husk in a percentage of 3% with respect to the compressive strength

Keywords –Rice husk ash, plain concrete and compressive strength

# Capítulo I. Marco Teórico

## 1.1. Antecedentes del Estudio

### 1.1.1. A Nivel Nacional

a) REGALADO y HUERTAS (2018), en su proyecto denominado “Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural” de la universidad Privada del Norte de la ciudad de Trujillo, Concluyo en la pág. 21 que:

Tuvieron como objetivo ver el comportamiento que genera realizar un concreto con cascarilla de arroz y la ceniza de cascarilla de arroz. Realizaron ensayos de asentamiento en el concreto fresco y resistencia a compresión en probetas cilíndricas, sustituyendo el cemento por ceniza y cascara de arroz en 8%, 12% y 16%; para ello utilizaron las normas ASTM y NTP. Obtuvieron como resultado 231 kg/cm<sup>2</sup>, 203 Kg/cm<sup>2</sup> y 182 Kg/cm<sup>2</sup> al añadir la ceniza de cascarilla de arroz, la cual supera la resistencia de la probeta control que es de 184 kg/cm<sup>2</sup>, caso contrario de las probetas la cual se añadieron cascara de arroz, que tienen una resistencia de 119 kg/cm<sup>2</sup>, 57 kg/cm<sup>2</sup> y 34 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyeron, que la proporción adecuada es la de 8%, como reemplazante del cemento, la cual obtuvo una resistencia de 231 kg/cm<sup>2</sup>

b) QUISPE (2018), en su proyecto denominado “Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto con sustitución parcial del cemento por ceniza de cascara de arroz en la Zona Altiplánica” de la universidad del Altiplano de la ciudad de Puno, Concluyo en la pág. 24 que:

Como objetivo hallar la variación de la resistencia a la compresión del concreto añadiendo ceniza de cascara de arroz en la zona altiplánica; con el fin de encontrar el porcentaje adecuado de resistencia y costo. Realizó 13 especímenes de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y 117 especímenes de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con diferentes proporciones de ceniza de cascara de arroz, para posteriormente hacer los ensayos a los 14, 28 y 56 días de curado. Obtuvo como resultado que la ceniza de cáscara de arroz mejora

la resistencia a la compresión en un 1,47% y 4,96% a los 28 días de curado cuando se realiza 95% Cáscara de Arroz (CA) +5% Ceniza de Cáscara de Arroz (CCA) y 90%CA+10%CCA, además el costo disminuye en 1.41% y 2.82%. Concluyó, que el porcentaje adecuado es añadiendo el 10% de ceniza de cáscara por cemento, en un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado, el cual mejora la resistencia a compresión en un 4.96%

c) RAMOS Y SOLÓRZANO (2018) en su proyecto denominado “Cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto”, de la universidad Cesar Vallejo de la sede de Trujillo, Concluyo en la pág. 27 que:

Para los ensayos se determinaron en 4 grupos con un total de 60 ladrillos, los cuales se dividen: 20 ladrillos para el ensayo de resistencia a compresión, 20 ladrillos para el ensayo de absorción y 20 ladrillos para los ensayos complementarios (Variabilidad dimensional, alabeo, eflorescencia y peso) a la edad de 28 días. La resistencia de diseño es 175 kg/cm<sup>2</sup> y la dosificación en volumen es 1:2.5:2.5. El ladrillo que obtuvo mayor resistencia a compresión de los 4 grupos es el grupo patrón (0% CA y CCA) con 178.73 kg/cm<sup>2</sup>, y el ladrillo con la adición de CA y CCA que obtuvo mayor resistencia a compresión es el grupo 3 (10% CA y CCA) con 152.44 kg/cm<sup>2</sup>; el que obtuvo menor absorción de los 4 grupos es el grupo patrón (0% CA y CCA) con 4.00%, el ladrillo con la adición de CA y CCA que obtuvo menor absorción es el grupo 3 (10% CA y CCA) con 4.46%. Se concluye que la adición de cáscara y ceniza de arroz cumplen con el mínimo de la norma, pero no aumenta la resistencia a compresión con respecto al patrón. Sin embargo, sí aumenta la absorción en ladrillos de concreto

### **1.1.2. A Nivel Local**

a) ARÉVALO Y LÓPEZ. (2020), nos menciona en su estudio denominado “Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín”. Concluyo que:

Los materiales usados son: cemento Pacasmayo tipo I, agregados gruesos y finos, agua potable y ceniza de cascarilla de arroz. En la investigación se diseñó  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  y  $210 \text{ kg/cm}^2$ , se elaboró especímenes preliminares con seis porcentajes de adición, después se definió tres porcentajes de trabajo: 2%, 4% y 6%, ensayados al esfuerzo de compresión del concreto. Finalmente se determinó el porcentaje Adecuado de adición, de 2%, con la cual se ensayó el esfuerzo a flexión del concreto. Los resultados a los 28 días se mencionan a continuación: Para el primer diseño patrón, las resistencias son  $f'c=176.53 \text{ kg/cm}^2$  ,  $Mr=39.34 \text{ kg/cm}^2$  , y con adición adecuada de 2% se obtuvo  $f'c (2\%)=177.66 \text{ kg/cm}^2$  ,  $Mr (2\%)= 41.57 \text{ kg/cm}^2$  ; para el segundo diseño patrón, las resistencias son  $f'c=210.35 \text{ kg/cm}^2$  ,  $Mr= 46.06 \text{ kg/cm}^2$  , y con adición adecuada de 2% se obtuvo  $f'c (2\%)=213.82 \text{ kg/cm}^2$  ,  $Mr (2\%)= 47.83 \text{ kg/cm}^2$  , concluyendo que, el porcentaje de adición de 2%, mejora levemente la resistencia a la compresión en un 0.64% y 1.65%, para los dos diseños, y la resistencia a la flexión mejora en un 5.67% y 3.84%, respectivamente.

b) BURGOS (2016), nos menciona en su estudio realizado denominado “Empleo de la cascarilla de arroz como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración de concreto de  $210\text{kg/cm}^2$ ”, Concluyo que:

El desarrollo de la presente tesis empleando la cascarilla de arroz como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración de concreto de  $210\text{kg/cm}^2$  se basó en la aplicación de las normas técnicas y métodos específicos para la obtención de diseños de mezclas de concreto a donde se quiere llegar. Se determinó que a mayor porcentaje de cascarilla de arroz disminuye la resistencia a la compresión del concreto Se evaluó que el porcentaje adecuado al 1% de cascarilla de arroz mantiene su resistencia de concreto Se logró obtener que la cascarilla de arroz en cuanto a su densidad esta aligerada su peso en un 2%. Con la presente investigación se determinó que la cascarilla de arroz no aumenta la resistencia con respecto aun concreto de  $210\text{kg/cm}^2$  para un proceso constructivo.

## **1.2. Bases Teóricas**

### **1.2.1. Concreto**

PASQUEL (1998), en su libro “Tópicos de tecnología del concreto en el Perú” Lima – Perú - menciona en la página 11 que es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción.

### **1.2.2. Cemento**

ABANTO (1997), en su libro “Tecnología del concreto” Lima – Perú - menciona en la página 15 que es un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. Esencialmente es un Clinker finamente molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones determinadas.

### **1.2.3. Agregado grueso.**

RIVVA (2000), en su libro “Naturaleza y materiales de concreto” Lima – Perú – menciona en la página 182 que es aquel que queda retenido en el Tamiz N° 4 y es proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas. El agregado grueso suele clasificarse en grava y piedra triturada o chancada La grava es el agregado grueso proveniente de la disgregación y abrasión natural de materiales pétreos Se le encuentra generalmente en canteras y lechos de ríos depositado en forma natural. La piedra chancada,

o piedra triturada, es el agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas y gravas.

#### **1.2.4. Agregado fino.**

RIVVA (2000), en su libro “Naturaleza y materiales de concreto” Lima – Perú – menciona en la página 179 define como agregado fino a aquel, proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el Tamiz de 3/8" y queda retenido en el tamiz N° 200. El más usual de los agregados finos es la arena, definida como el producto resultante de la desintegración natural de las rocas.

#### **1.2.5. Agua**

ABANTO (1997), en su libro “Tecnología del concreto” Lima – Perú - menciona en la página 242 que es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido. El agua a emplearse en la preparación del concreto, deberá ser limpia y estará libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero.

#### **1.2.6. Curado.**

RIVVA (2000), en su libro “Naturaleza y materiales de concreto” Lima – Perú – menciona en la página 12 que el Tiempo de curado al período durante el cual el concreto es mantenido en condiciones de humedad y temperatura tales como para lograr la hidratación del cemento en la magnitud que se desea para alcanzar la resistencia seleccionada.

### **1.2.7. Dosificación**

RIVVA (2000), en su libro “Naturaleza y materiales de concreto” Lima – Perú – menciona en la página 128 que la dosificación de los concretos con aire incorporado es similar a la de los concretos sin él. Se recomienda que el método de dosificación de los concretos con aire incorporado siga los procedimientos indicados por el Comité 211 del ACI. Estos procedimientos consideran la reducción en el agua y agregado fino permitida por la mejora en la trabajabilidad.

### **1.2.8. Granulometría**

RIVVA (2000), en su libro “Naturaleza y materiales de concreto” Lima – Perú – menciona en la página 177 define como granulometría de un agregado a la distribución por tamaños de las partículas del mismo, la que se logra por separación mediante el empleo de tamices de aberturas determinadas. La granulometría seleccionada para los agregados fino y grueso deberá permitir obtener mezclas de máxima densidad, con una adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de colocación y acabado de la mezcla fresca; y con la obtención de las propiedades deseadas para el concreto endurecido. La granulometría deberá cumplir con los requisitos de la Norma ASTM C 33 ó de la Norma NTP 400.037.

### **1.2.9. Proceso de mezclado**

RIVVA ((2000), en su libro “Naturaleza y materiales de concreto” Lima – Perú – menciona en la página 323 que es el efecto de la acción de mezclado sobre el volumen de aire incorporado varía con el tipo y condición de la mezcladora.

El volumen de aire incorporado por un aditivo, en una mezcladora, puede disminuir apreciablemente conforme las paletas se gastan. o cuando se permite que el mortero se acumule en el tambor o en las paletas. Una

acción de mezclado ineficiente puede resultar en volúmenes aparentemente normales de aire incorporado, pero las burbujas formadas pueden ser grandes. Igualmente, ocurrirán incrementos en el volumen de aire incorporado si la mezcladora es cargada a menos de su capacidad nominal, presentándose fuertes disminuciones si la mezcladora es sobrecargada. Se ha encontrado en experiencias de laboratorio, para diferentes mezcladoras y mezclas, que el contenido de aire se incrementa del 4% al 8% en la medida que el tamaño de la tanda se incrementa del 40% al 100% de la capacidad de trabajo de la mezcladora.

Si se añade una cantidad adicional de agua para obtener el asentamiento deseado, deberá comprobarse el contenido de aire dado que puede requerirse algún ajuste. La adición de agua sin un mezclado completo puede dar por resultado una distribución no uniforme del aire y el agua al interior de la tanda. Se debe recordar que una mezcladora estacionaria, una mezcladora pavimentadora y una mezcladora en tránsito pueden desarrollar diferencias significativas en el volumen de aire incorporado en una mezcla dada.

#### **1.2.10. Resistencia por adherencia pasta-agregado.**

RIVVA (2000), en su libro “Naturaleza y materiales de concreto” Lima – Perú – menciona en la página 242 que la adherencia entre la pasta y el agregado, si las condiciones de éste son adecuadas y la pasta es de buena calidad, tiende a estar por encima de los límites de la resistencia que puede ser obtenida por un conjunto determinado de materiales. La capacidad de adherencia entre la pasta y el agregado está influenciada por la textura superficial, composición mineral, tamaño, perfil, y limpieza del agregado.

### **1.3. Definición de Términos Básicos**

#### **Cemento portland.**

PASQUEL (1998), en su libro “Tópicos de tecnología del concreto en el Perú” Lima – Perú - menciona en la página 17 que es un aglomerante



hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas, de manera de obtener un polvo muy fino que en presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes.

### **Resistencia**

RIVVA (2000), en su libro “Naturaleza y materiales de concreto” Lima – Perú – menciona en la página 232 que es el máximo esfuerzo que puede ser soportado por el concreto sin romperse. La resistencia en compresión se utiliza como índice de la calidad del concreto. En pavimentos suele utilizarse la resistencia en flexión. La resistencia al corte no se utiliza.

### **Trabajabilidad**

RIVVA (2000), en su libro “Naturaleza y materiales de concreto” Lima – Perú – menciona en la página 205 define a la trabajabilidad como a la facilidad con la cual una cantidad determinada de materiales puede ser mezclada para formar el concreto, y luego éste puede ser, para condiciones dadas de obra, manipulado, transportado y colocado con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad.

### **Calor de hidratación.**

RIVVA (2000), en su libro “Naturaleza y materiales de concreto” Lima – Perú – menciona en la página 91 que es el fraguado y endurecimiento de la pasta es un proceso químico por lo que, durante las reacciones que tienen lugar entre los compuestos del cemento y el agua, la hidratación del cemento es acompañada por liberación de una cantidad de calor, la cual depende principalmente de la composición química y de la fineza del cemento.

De lo expuesto puede definirse al calor de hidratación como a la cantidad de calor, expresada en calorías por gramo de cemento no hidratado, desarrollada por hidratación completa a una temperatura determinada.

## **Capítulo II. Planteamiento del Problema**

### **2.1. Descripción del Problema**

Actualmente en nuestro país y más precisamente en nuestra región San Martín la cáscara de arroz se utiliza como materia prima para la elaboración del llamado pulitón que es un abrasivo barato para uso doméstico. Excepcionalmente también se le puede utilizar como ingrediente en la fabricación de adobes. La producción de arroz se ha incrementado en los últimos años debido al crecimiento poblacional lo que conlleva a tener una mayor demanda en el mercado. Ante esta situación hemos considerado utilizar la cascarilla de arroz como adición al diseño de mezcla del concreto, debido a su alto contenido de sílice que también está presente en el cemento, por lo tanto, esta investigación analiza el comportamiento de ceniza de cascarilla de arroz.

Novoa y Becerra (2016) , en su artículo científico denominado “Risk husk ash and its effects on adhesive mortars” en la página 15 describe el problema de la explotación de las canteras provocando las alteraciones del suelo, destrucción de la flora y fauna y pérdida de la biodiversidad, por lo que esta investigación propone que para minimizar el impacto ambiental producido, se debe reemplazar los residuos de la ceniza de cascarilla de arroz como reemplazo parcial de la arena, mitigando de esa forma el impacto negativo de la explotación de las canteras de arena

En merito a los antecedentes líneas arriba mencionados se va a realizar la presente investigación en donde se va utilizar las partículas de la ceniza de cascarilla de arroz el cual va a adicionar parcialmente al cemento portland tipo I, para mejorar la resistencia a compresión del concreto de calidad  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en la ciudad de Tarapoto.

## **2.2. Formulación del Problema**

### **2.2.1. Problema General**

¿Cómo influye la adición de la cascarilla de arroz en el comportamiento de la resistencia a compresión del concreto?

### **2.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Cuáles son los materiales que se utilizaron para la elaboración de la mezcla de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en la presente investigación?
- ¿Cuál es el diseño de mezcla de concreto simple  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  de la presente investigación?
- ¿Cómo influye la adición de las partículas de la ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión del concreto en proporciones al 3%, 5%, 7% y 9% cuando se reemplaza por el cemento portland tipo I y su evaluación a 7 y 28 días?

## **2.3. Objetivos**

### **2.3.1. Objetivo General**

Determinar la influencia de la adición de cascarilla de arroz en el comportamiento de la resistencia a compresión del concreto.

### **2.3.2. Objetivos Específicos**

- Determinación de los materiales para la mezcla de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en la presente investigación cuantitativa correlacional.

- Determinar el diseño de mezcla de concreto simple  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> de la presente investigación.
- Determinación de la influencia de la adición de las partículas de la ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión del concreto en proporciones al 3%, 5%, 7% y 9% cuando se reemplaza por el cemento portland tipo I y su evaluación a 7 y 28 días.

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Al adicionar partículas de la ceniza de cascarilla de arroz en el concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, este influirá significativamente en elevar el valor de su resistencia a la compresión.

### **2.4.2. Hipótesis específica**

- Mediante la determinación de los materiales para la mezcla de concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> se podrá elevar significativamente la resistencia a compresión.
- Con la determinación del diseño de mezcla del concreto simple  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, nos permitirá mejorar la calidad de la mezcla.
- Mediante la determinación de la influencia de la adición de las partículas de la ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión del concreto en proporciones al 3%, 5%, 7% y 9% nos permitirá conocer la posibilidad de utilizar dicho insumo como un material de construcción.

## **2.5. Variables**

### **2.5.1. Identificación de las Variables**

**Variable dependiente.-** Resistencia a compresión del concreto.

**Variable independiente.-** Adición de partículas de ceniza de cascarilla de arroz.

### **2.5.2. Definición Conceptual y Operacional de las Variables**

#### **2.5.2.1. Definición Conceptual**

**Adición de partículas de la ceniza de cascarilla de arroz.** “La ceniza de cascarilla de arroz es un subproducto generado del proceso de molienda del grano de arroz proveniente de los campos de cultivo, el cual es quemado en grandes cantidades”. (...)

**Resistencia a la compresión.** La resistencia en compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área soportada por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura). (Abanto, 1997).

### 2.5.3. Operacionalización de las variables

**Tabla 1:** Operacionalización de las variables

| Variables  | Definición Conceptual   | Definición Operacional  | Indicadores  | Unidad De Medición                                      |
|--|---|---|--|---|
| <p><b>Adición de partículas de la ceniza de la cascarilla de arroz</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Son partículas amorfas que tiene un alto contenido de sílice insoluble en agua, el tamaño, la distribución de los tamaños y el área superficial específica son procesos que se definen de acuerdo al proceso de síntesis.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se adicionará en 3%,5% ,7% y 9% del cemento portland por las partículas de ceniza de la cascarilla de arroz, en las mezclas de concreto simple para las probetas correspondientes y</li> </ul>   | <p>Densidad<br/>Superficie<br/>Resistencia a la compresión.<br/>Cemento Portland (100%, 95%, 90%, y 85%)<br/>Agregado Grueso (100%)<br/>Agua (100%)<br/>Partículas de ceniza (0%,3%, 5% ,7% y 9%).<br/>Aire: 0%<br/>Contenido de humedad</p> | <p>Kg/m3<br/>cm2<br/>Kg/cm2<br/>%<br/>%<br/>%<br/>%</p> |
| <p><b>Resistencia a compresión</b></p>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>En este ensayo se determinará la compresión del concreto de los testigos cilíndricos hechos en laboratorio o en campo, las probetas serán de 150 x 300 mm, los</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se elaborarán un total de 70 probetas. El primer grupo tendrá una adición del 0.0% de ceniza, el segundo grupo tendrá una adición del 3.0% de ceniza, el tercer tendrá una adición del 5.0%, el cuarto grupo tendrá una adición del 7% y 9% de ceniza además del grupo de control</li> </ul> | <p>Granulometría<br/>Peso específico<br/>Peso unitario<br/>Absorción.<br/>Rotura de probetas a los 7, 28, días, con curado en agua.</p>  | <p>%<br/>Kg/cm3<br/>N/m3<br/>%<br/>Kg/cm2</p>           |

**Fuente:** Elaboración propia

## **Capítulo III. Metodología**

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

#### **3.1.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación es del tipo descriptiva cuantitativa porque se centra en cuantificar la recopilación de datos y el análisis de datos, esto se forma a través de un enfoque deductivo, en ese sentido se tiene el análisis de los materiales que se incluirán en la mezcla de concreto y relación con la resistencia a compresión.

Nuestra investigación tiene un enfoque cuantitativo y su desarrollo corresponde a un estudio correlacional por que se asocia variables a un patrón predecible para un grupo o población, esta investigación se orienta a resolver un problema con respecto al esfuerzo a compresión que es un indicador de la resistencia del concreto simple, el cual se pretende solucionar adicionando partículas de la ceniza de la cascarilla de arroz al cemento portland para elaborar la mezcla de concreto.

Este tipo investigación tiene como propósito conocer entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular, la utilidad principal de los estudios correlacionales es como se puede comportar un concepto o variable, al conocer el comportamiento de otras variables relacionadas; es decir intentar predecir el valor aproximado de un grupo de probetas cilíndricas de concreto simple  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> , al que se les ha adicionado partículas de la ceniza de la cascarilla de arroz en porcentajes de 3%, 5%, 7% y 9% respectivamente, los resultados de la resistencia a la compresión serán comparados con la probetas de concreto simple  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> sin adición de las partículas de ceniza de cascarilla de arroz .

#### **3.1.2. Diseño de investigación**

En el enfoque cuantitativo el investigador utiliza su diseño para analizar las certezas de las hipótesis formuladas en un contexto particular. El diseño es una investigación pre experimental debido a que consistirá en



responder pregunta de investigación, cumplir con los objetivos del estudio y someter la hipótesis a prueba. Para lograr estos objetivos se manipulara la variable dependiente y de esta manipulación se obtendrá resultados que se medirá con la variable dependiente.

**Tabla 2:** Diseño de investigación pre experimental.

**Grupo control y grupos experimentales según porcentaje**

|        |   |        |   |         |
|--------|---|--------|---|---------|
| GE (1) | X1 (concreto<br>f`c=210kg/cm2<br>adicionado el 3%<br>de ceniza) | O1(7d) | X1 (concreto<br>f`c=210kg/cm2<br>adicionado el 3% de<br>ceniza) | O1(28d) |
| GE (2) | X2 (concreto<br>f`c=210kg/cm2<br>adicionado el 5%<br>ceniza)    | O2(7d) | X2 (concreto<br>f`c=210kg/cm2<br>adicionado el 5% de<br>ceniza) | O2(28d) |
| GE (3) | X3 (concreto<br>f`c=210kg/cm2<br>adicionado el 7%<br>de ceniza) | O3(7d) | X3 (concreto<br>f`c=210kg/cm2<br>adicionado el 7% de<br>ceniza) | O3(28d) |
| GE (4) | X4 (concreto<br>f`c=210kg/cm2<br>adicionado el 9%<br>de ceniza) | O4(7d) | X4 (concreto<br>f`c=210kg/cm2<br>adicionado el 9% de<br>ceniza) | O4(28d) |
| GC (4) | (concreto<br>f`c=210kg/cm2 sin<br>utilizar ceniza)              | O1(7d) | (concreto<br>f`c=210kg/cm2 sin<br>utilizar ceniza)              | O1(28d) |

**Fuente:** Elaboración propia

Donde:

**GE:** Grupo experimental (partículas de ceniza de cascarilla de arroz)

**GC:** Grupo control (concreto f`c=210kg/cm2 sin utilizar partículas de ceniza de cascarilla de arroz)

**X1:** Concreto f`c=210kg/cm2 adicionado el 3% de partículas de ceniza de cascarilla de arroz.

**X2:** Concreto f`c=210kg/cm2 adicionado el 5% de partículas de ceniza de cascarilla de arroz.

**X3:** Concreto f`c=210kg/cm2 adicionado el 7% de partículas de ceniza de cascarilla de arroz.

**X4:** Concreto  $f^c=210\text{kg/cm}^2$  adicionado el 9% de partículas de ceniza de cascarilla de arroz.

### **3.2. Población y Muestra**

#### **3.2.1. Población:**

Son los objetos o personas de los cuales se investiga para conocer o descubrir algo, que participan del fenómeno que definido y delimitado en el análisis del problema de investigación. El conjunto, población o universo está constituido por muestras de laboratorio, personas, objetos, animales y entre otros; en ese sentido nuestra población está conformada por un metro cubico de concreto de calidad  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con ceniza de cascarilla de arroz (grupos experimentales) y sin ceniza de cascarilla de arroz (grupos de control).

El universo de la presente investigación está conformado por 70 probetas cilíndricas según norma técnica vigente, de los cuales estará constituida por 64 probetas con adición de partículas de ceniza de cascarilla de arroz y 6 unidades de probetas sin tratamiento obteniendo los resultados de los esfuerzos de la resistencia a compresión a razón de 7, y 28 días calendarios.

#### **3.2.2. Muestra:**

Según Hernández (2014), es un subconjunto de la población que va a ser estudiada, para un estudio cuantitativo correlacional experimental, se refiere a que es el conjunto de todos los objetos que tienen características similares. La muestra está constituida por 64 probetas cilíndricas de concreto simple  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de partículas de ceniza de cascarilla de arroz (grupo experimental), además de 6 unidades de probetas cilíndricas de concreto simple  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$  sin adición de ceniza de cascarilla de arroz (grupo de control).

**Tabla 3:** Población y muestra

| <b>ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN -PROBETAS<br/>PATRÓN Y PROBETAS CON ADICIÓN DE PARTICULAS DE CENIZA DE<br/>CASCARRILLA DE ARROZ</b> |           |           |           |             |           |
|---|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|
| <b>EDADES</b>   | <b>0%</b> | <b>3%</b> | <b>5%</b> | <b>7%</b>   | <b>9%</b> |
| <b>7 días</b>   | 3         | 8         | 8         | 8           | 08        |
|   | probetas  | probetas  | probetas  | probetas    | probetas  |
| <b>28 días</b>  | 3         | 8         | 8         | 8           | 08        |
|   | probetas  | probetas  | probetas  | probetas    | probetas  |
| <b>TOTAL</b>  |           |           |           | 70 Unidades |           |

**Fuente:** Elaboración propia

### **3.3. Técnicas, instrumentos y Procedimientos de Recolección de Datos**

#### **3.3.1. Técnicas de Recolección de Datos.**

El momento de aplicar los instrumentos de medición y recolectar los datos representa la oportunidad para el investigador de confrontar el trabajo conceptual y la programación con los hechos (Hernández, 2014).

Aplicamos una técnica de recolección de datos que corresponde a la observación, y se utilizará fichas para recolectar información de los diferentes ensayos realizados para luego realizar un análisis e interpretación de datos.

#### **3.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos.**

Se tiene como unos factores de medición el metro patrón, el cual es una de las herramientas más utilizadas para el joven universitario que está empezando una investigación, así mismo es posible realizar mediciones o cuantificar la información para hacerlo más preciso y ordenada, se debe determinar e indicar el instrumento empleado (Yuni y Urbano, 2006).

Instrumentos de recolección de datos; Para esta investigación se usaron formatos estandarizados en base a las Normas Técnicas Peruanas y el ACI 211

**Tabla 4:** Técnicas de recolección de datos

| <b>Técnicas de recolección de datos</b>      | <b>Instrumentos</b>                             | <b>Fuente</b>           |
|--|---|-------------------------|
| <b>Ensayo de contenido de humedad.</b>       |   |                         |
| <b>Ensayo de peso unitario.</b>              |   | NTP 399.127             |
| <b>Ensayo de peso específico.</b>            | Formatos de ensayos estandarizados y validados. | ASTM C 29<br>ASTM C 128 |
| <b>Ensayo de granulometría</b>               |   | ASTM C 33-83            |
| <b>Diseño de mezclas.</b>                    | Equipos calibrados.                             | ACI 211.1               |
| <b>Ensayo de resistencia a la compresión</b> |   | ASTM C 39-2004          |

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3.3. Procedimiento de Recolección de Datos.

Es un conjunto de procesos y procedimientos enlazados a una premisa determinada que tiene sus bases en la investigación científica a fin de obtener un objetivo determinado. Luego de examinar el dilema a descifrar, determinamos los casos que nos permitan correlacionar la relación con el proceso de investigación y determinar los instrumentos o medios que faciliten el proceso de la investigación (Coelho.2020).

Las variables de estudio de la presente investigación tanto independiente como dependiente serán estudiadas y transformadas en el centro de aplicaciones de mecánica de suelos utilizando formatos establecidos para realizar los ensayos correspondientes en función a la NTP. La confiabilidad estará respaldada por el certificado de calibración de cada equipo que vaya a intervenir en el proceso experimental.

### 3.4. Procedimiento y Análisis de Datos.

### **3.4.1. Procedimiento**

Para cumplir con los objetivos se optó por los ensayos físicos de los materiales que formarán parte del concreto, posteriormente se realizó el diseño de un concreto patrón luego que se ira adicionando partículas de ceniza de cascarilla de arroz en porcentajes deseados, de cada una de estas mezclas se elaborará los especímenes para los ensayos posteriores.

Obtención de partículas de ceniza de cascarilla de arroz.

Ensayos a los agregados gruesos y agregados finos

Peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022)

Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021)

Análisis granulométrico del agregado fino y grueso (NTP 400.012)

Peso unitario del agregado fino y grueso (NTP 400.017)

Diseño de mezcla mediante el Método ACI 211

### **3.4.2. Análisis de datos**

Se procedió analizar los datos obtenidos por los diferentes ensayos brindados por el laboratorio, atreves de las pruebas ejecutadas en el concreto en estado endurecido como el ensayo de asentamiento realizado realizado al concreto fresco, permitiéndonos responder y dar una solución al problema, llegando a afirmar o negar las hipótesis antes planteadas. En el análisis de los resultados se presentara a través de gráficos en Microsoft Excel, para la identificación de las diferencias o similitudes de las propiedades del concreto patrón con el concreto incorporado por partículas de ceniza de cascarilla de arroz.

## Capítulo IV. Resultados

### 4.1. Ubicación del proyecto

#### 4.1.1. Nombre del proyecto

"Influencia de la adición de ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a compresión del concreto, San Martín 2021"

#### 4.1.2. Ubicación política

Región : San Martín

#### 4.1.3. Ubicación de la concretera Dino Tarapoto

Los agregados usados para este estudio se obtuvieron de concretera Dino Tarapoto tanto agregado fino proveniente del río Cumbaza lo cual corresponde a la arena y el agregado grueso proveniente del río Huallaga, el cual mediante procesos mecánicos se ha transformado en piedra chancada triturada con un tamaño máximo nominal de 1/2", todo este proceso se ha realizado en las instalaciones de la empresa la cual se ubica en la carretera a Yurimaguas frente al centro recreativo Laguna Venecia.

**Tabla 5:** Concretera Dino Tarapoto -San Martín

| Ubicación Geográfica de la Cantera |              |
|------------------------------------|--------------|
| Coordenada Este:                   | 358162,3 m E |
| Coordenada Oeste:                  | 743103,4 m O |

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico N°01:** Localización de concretera Dino Tarapoto.



**Fuente:** Elaboración propia

#### **4.1.4. Ubicación de la Molino Santa Lucia.**

Para este proyecto en particular se ha utilizado como insumo las partículas de la ceniza de la cascarilla de arroz, las cuales fueron adquiridas en Jr. Integración S/N - Urb. Santa Lucia, Morales, empresa dedicada al rubro del arroz, la cual está ubicada en la localidad Morales, provincia y departamento de San Martín.

**Gráfico N°02: Localización Molino Santa Lucia.**



**Fuente:** Elaboración propia

#### **4.2. Obtención de las partículas de ceniza de la cascarilla de arroz**

##### **Materiales, equipos y herramientas**

- 2 a 3 sacos de cascarilla de arroz
- Palana
- Fosforo o encendedor
- Cucharon
- Recipientes grandes
- Tamiz o malla #200

##### **Procedimiento de preparación**

- Se seleccionó el material respectivo separando los tallos de la cascarilla o alguna otra impureza.
- Se procedió a acumular el material seleccionado y encenderlo con el fuego
- Se verifico que todo el material se haya calcinado o quemado
- Se separó al material en tres proporciones para facilitar la rápida obtención de la ceniza.



- Se comenzó a procesar el material de las porciones con la malla #200.
- Se seleccionará el material necesario para las pruebas

### **4.3. Ensayo de los agregados**

Se procedió a realizar los ensayos de contenido de humedad, granulometría, porcentaje de absorción, peso unitario suelto, peso unitario compactado y peso específico.

#### **4.3.1. Contenido de humedad (%w)**

##### **4.3.1.1. Materiales, equipos y herramientas**

- Balanza graduada
- Taras,
- Cucharon metálico Horno a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}$

##### **4.3.1.2. Desarrollo del ensayo**

- Se tomó el material seleccionado
- Se pesó el material en estado natural
- Se puso a secar el material (Horno  $T = 110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ ) Se pesó el material en estado seco

##### **4.3.1.3. Propiedades del Agregado fino**

- Peso inicial húmedo = 4084.3 gr.
- Peso inicial Seco= 3797.5 gr.

%w= 7.55

#### **4.3.1.4. Propiedades del Agregado grueso**

- Peso inicial húmedo = 11532 gr.
- Peso inicial Seco= 11400 gr.

% W=7.55

#### **4.3.2. Ensayo granulométrico del agregado fino (ASTM C33) y MF.**

##### **4.3.2.1. Materiales, equipos y herramientas**

- Balanza graduada Taras
- Cucharon metálico Horno a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Un juego de mallas (Tamices) de  $1\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{8}$ ", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N° 100 y N° 200.

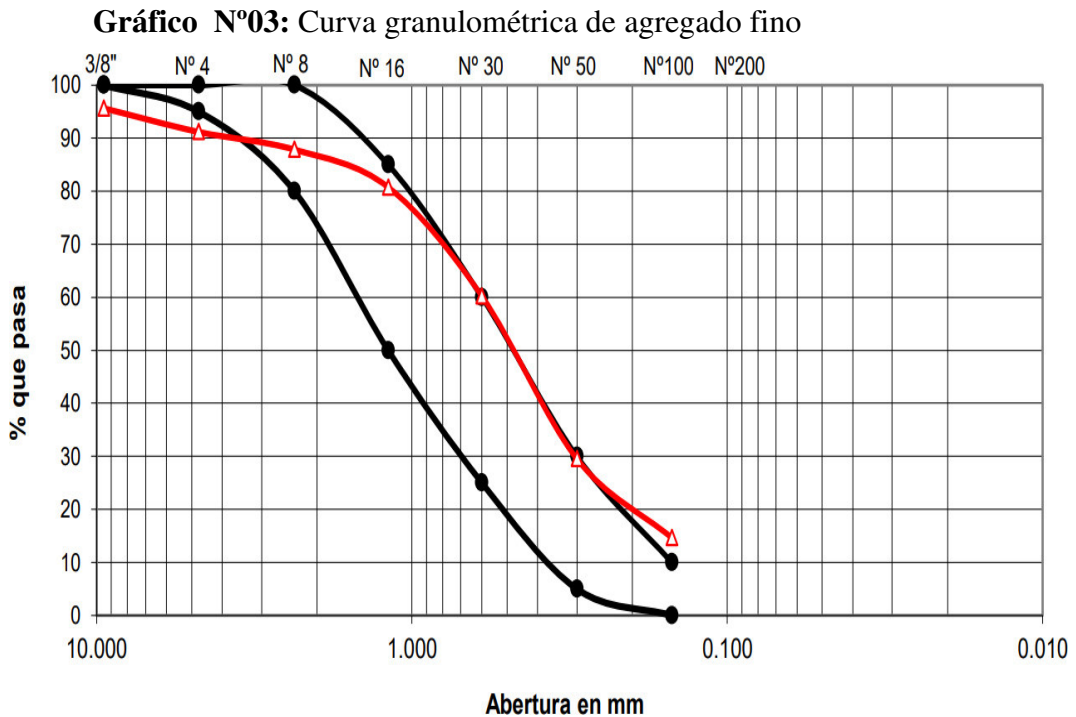
##### **4.3.2.2. Procedimiento de ensayo**

- Se seleccionó el material adecuado.
- Se pesó el material descontando el peso de la tara. Se puso a secar (Horno T =  $110^{\circ}\pm 5^{\circ}$  C).
- Se realizó el tamizado
- Se pesó el material retenido en cada Tamiz.

**Tabla 6:** Granulometría del agregado fino

| TAMIZ   | ABERT.<br>mm | PESO<br>RET. | %RET. | AC.<br>% | Q'<br>PASA | ESPECIFICACION |
|---------|--------------|--------------|-------|----------|------------|----------------|
| 1/2"    | 12.250       | 30.3         | 2.8   | 2.8      | 97.2       |                |
| 3/8"    | 9.500        | 17.6         | 1.6   | 4.4      | 95.6       | 100            |
| # 4     | 4.750        | 49.2         | 4.5   | 8.8      | 91.2       | 95 - 100       |
| # 8     | 2.360        | 36.6         | 3.3   | 12.2     | 87.8       | 80 - 100       |
| # 16    | 1.190        | 78.0         | 7.1   | 19.2     | 80.8       | 50 - 85        |
| # 30    | 0.600        | 225.9        | 20.5  | 39.8     | 60.2       | 25 - 60        |
| # 50    | 0.300        | 337.7        | 30.7  | 70.5     | 29.5       | 5 - 30         |
| # 100   | 0.150        | 163.6        | 14.9  | 85.4     | 14.6       | 0 - 10         |
| < # 200 | FONDO        | 161.1        | 14.6  | 100.0    |            |                |
|         |              | 1100.0       |       |          |            |                |

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.



**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

## **MF=2.36**

**Análisis:** Observando en la Tabla 6 y la Figura 1 podemos notar que el agregado fino se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma ATM C33.

### **4.3.3. Ensayo granulométrico del agregado grueso y TMN**

#### **4.3.3.1. Materiales, equipos y herramientas**

- Balanza graduada
- Taras
- Cucharon metálico Horno a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Un juego de mallas (tamices) de 2", 1½", 1", ¾", ½", 3/8", N°4, N°8, N°16.

#### **4.3.3.2. Procedimiento de ensayo**

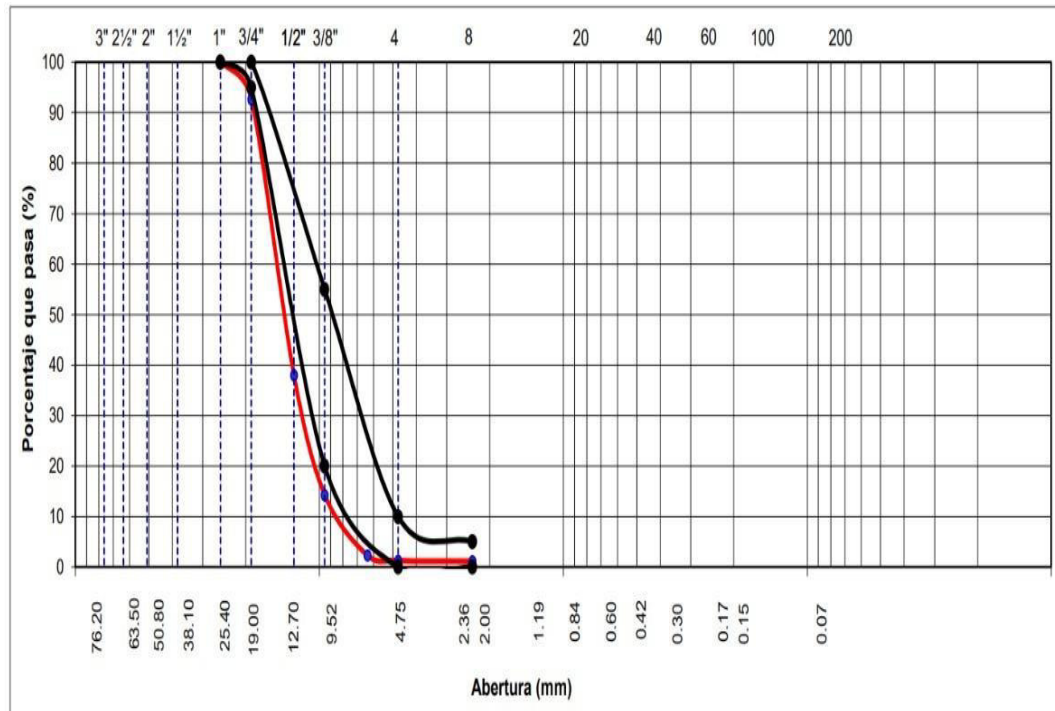
- Se seleccionó el material con el método de cuarteo Se pesó el agregado descontando el peso de la tara Se puso a secar el material Horno  $T = 110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ ) Se procedió a realizar el tamizado
- Se pesó el material retenido en cada Tamiz.

**Tabla 7:** Granulometría del agregado grueso

| TAMIZ   | ABERT. mm | PESO RET. | %RET. | AC. % | Q' PASA | ESPECIFICACION |
|---------|-----------|-----------|-------|-------|---------|----------------|
| 3"      | 76.200    |           |       |       |         |                |
| 2 1/2"  | 63.500    |           |       |       |         |                |
| 2"      | 50.800    |           |       |       |         |                |
| 1 1/2"  | 38.100    |           |       |       |         |                |
| 1"      | 25.400    | 0.0       | 0.0   | 0.0   | 100.00  | 100            |
| 3/4"    | 19.000    | 840.0     | 7.3   | 7.3   | 92.72   | 95 - 100       |
| 1/2"    | 12.700    | 6303.0    | 54.66 | 61.94 | 38.06   |                |
| 3/8"    | 9.500     | 2740.0    | 23.76 | 85.70 | 14.30   | 20 - 55        |
| 1/4"    | 6.350     | 1380.0    | 11.97 | 97.67 | 2.33    |                |
| Nº4     | 4.750     | 123.0     | 1.07  | 98.74 | 1.27    | 0 - 10         |
| Nº8     | 2.360     | 14.0      | 0.12  | 98.86 | 1.14    | 0 - 5          |
| < # 200 | FONDO     | 0.0       |       |       | 1.14    |                |

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Gráfico N°04:** Curva granulométrica del agregado grueso



**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

$$\text{TMN} = \frac{3}{4}''$$

**Análisis:** Observando en la Tabla 7 y el gráfico 2, podemos notar que el agregado grueso se encuentra dentro de los parámetros establecidos por el método ATM C33.

#### **4.3.4. Peso unitario suelto de los agregados (ASTM C29)**

##### **4.3.4.1. Materiales, equipos y herramientas**

- Balanza graduada
- Taras
- Cucharon metálico

##### **4.3.4.2. Procedimiento de ensayo**

- Se Tomó los datos del recipiente
- Se llenó el material dentro del recipiente o tara.
- Se pesó en una balanza graduada (material + recipiente).
- Se realizó el cálculo

El procedimiento a seguir es el mismo para ambos agregados.

**Tabla 8:** Peso unitario suelto agregado fino (NTP 400.017)

| <b>PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO</b> |          |          |          |                 |
|---|----------|----------|----------|-----------------|
| <b>IDENTIFICACION</b>                     | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>PROMEDIO</b> |
| <b>PESO AGREGADO + MOLDE</b>              | 9364     | 9358     | 9358     |                 |
| <b>PESO DEL MOLDE</b>                     | 6315     | 6315     | 6315     |                 |
| <b>PESO DEL AGREGADO NETO</b>             | 3049     | 3043     | 3043     |                 |
| <b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>                  | 2124     | 2124     | 2124     |                 |
| <b>PESO UINITARIO SUELTO</b>              | 1.435    | 1.433    | 1.433    | <b>1.434</b>    |

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Tabla 9:** Peso unitario suelto agregado grueso (NTP.400.017)

| <b>PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO</b> |          |          |          |                 |
|---|----------|----------|----------|-----------------|
| <b>IDENTIFICACION</b>                     | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>PROMEDIO</b> |
| <b>PESO AGREGADO + MOLDE</b>              | 2523     | 25215    | 2519     |                 |
|   | 4        |          | 5        |                 |
| <b>PESO DEL MOLDE</b>                     | 5419     | 5419     | 5419     |                 |
| <b>PESO DEL AGREGADO NETO</b>             | 1981     | 19796    | 1977     |                 |
|   | 5        |          | 6        |                 |
| <b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>                  | 1415     | 14157    | 1415     |                 |
|   | 7.42     | .42      | 7.42     |                 |
| <b>PESO UINITARIO SUELTO</b>              | 1.400    | 1.398    | 1.397    | <b>1.398</b>    |

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

#### 4.3.5. Peso unitario compactado de los agregados

##### 4.3.5.1. Materiales, equipos y herramientas

- Balanza graduada
- Taras
- Cucharon metálico
- Varilla compactadora
- Comba de caucho

##### 4.3.5.2. Procedimiento de ensayo

- Se tomó los datos del recipiente o tara.
- Llenado del recipiente aplicando la compactación correspondiente
- Se pesó (material + recipiente) Se realizó el cálculo

El procedimiento secuencial es el mismo para ambos agregados.

**Tabla 10:** Peso unitario compactado agregado fino (NTP.400.017)

| <b>PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO</b> |          |          |          |                 |
|---|----------|----------|----------|-----------------|
| <b>IDENTIFICACION</b>                     | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>PROMEDIO</b> |
| <b>PESO AGREGADO + MOLDE</b>              | 9922     | 9920     | 9918     |                 |
| <b>PESO DEL MOLDE</b>                     | 6315     | 6315     | 6315     |                 |
| <b>PESO DEL AGREGADO NETO</b>             | 3607     | 3605     | 3603     |                 |
| <b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>                  | 2124     | 2124     | 2124     |                 |



|                                     |       |       |       |              |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|--------------|
| <b>PESO<br/>UNITARIO<br/>SUELTO</b> | 1.698 | 1.697 | 1.696 | <b>1.697</b> |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|--------------|

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Tabla 11:** Peso unitario compactado agregado grueso (NTP.400.017)

| <b>PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO</b> |          |          |          |                 |
|---|----------|----------|----------|-----------------|
| <b>IDENTIFICACION</b>                     | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>PROMEDIO</b> |
| <b>PESO<br/>AGREGADO +<br/>MOLDE</b>      | 26211    | 26236    | 26201    |                 |
| <b>PESO DEL MOLDE</b>                     | 5419     | 5419     | 5419     |                 |
| <b>PESO DEL<br/>AGREGADO<br/>NETO</b>     | 20792    | 20817    | 20782    |                 |
| <b>VOLUMEN DEL<br/>MOLDE</b>              | 14157.42 | 14157.42 | 14157.42 |                 |
| <b>PESO<br/>UNITARIO<br/>SUELTO</b>       | 1.469    | 1.470    | 1.468    | <b>1.469</b>    |

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

#### **4.3.6. Peso específico y absorción del agregado fino (ASTM C128)**

##### **4.3.6.1. Materiales, equipos y herramientas**

- Balanza graduada
- Taras
- Cucharon metálico
- Horno
- Molde de cono truncado Fiola
- Agregado fino

##### **4.3.6.2. Procedimiento de ensayo**

- Se seleccionó la muestra a ensayar
- Se saturó la muestra durante 24 horas
- Se secó el material hasta que se encuentre en estado (SSS).
- Se llenó el cono metálico
- El llenado se realizó aplicando una compactación con 25 golpes
- Se pesó la fiola vacía.
- Se llenó el agregado fino en la fiola Se pesó el material + fiola + agua.

**Tabla 12:** Peso específico y absorción agregado fino (NTP400.022)

| <b>MALLA N°4 &lt;</b>   |              |              |              |                 |
|---|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| <b>IDENTIFICACION</b>   | <b>1</b>     | <b>2</b>     | <b>3</b>     | <b>PROMEDIO</b> |
| Peso de la arena superficialmente seca                                  | 500.0        | 500.0        | 500.0        |                 |
| Peso de la arena superficialmente seca + peso del balón + peso del agua | 1825.9       | 1826.1       | 1824.7       |                 |
| Peso del balón  | 689.5        | 689.5        | 689.5        |                 |
| <b>W</b> Peso del agua  | <b>636.4</b> | <b>636.6</b> | <b>635.2</b> |                 |
| <b>A</b> Peso de la arena seca al horno                                 | 497.7        | 498.0        | 497.6        |                 |
| <b>V</b> Volumen del balón  | 825.8        | 825.8        | 825.8        |                 |
| Peso específico de masa $A/(V-W)$                                       | <b>2.628</b> | <b>2.632</b> | <b>2.611</b> | <b>2.62</b>     |
| Peso específico de masa superficialmente $500/(V-W)$                    | <b>2.640</b> | <b>2.643</b> | <b>2.623</b> | <b>2.64</b>     |
| Peso específico aparente $A/((V-W)-(500-A))$                            | <b>2.660</b> | <b>2.660</b> | <b>2.644</b> | <b>2.65</b>     |
| Porcentaje de absorción $(500-A)X100/A$                                 | <b>0.462</b> | <b>0.402</b> | <b>0.482</b> | <b>0.45</b>     |

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

#### **4.3.7. Peso específico y absorción del agregado grueso (ASTM C127)**

##### **4.3.7.1. Materiales, equipos y herramientas**

- Balanza graduada
- Taras
- Cucharon metálico
- Agua
- Horno

#### 4.3.7.2. Procedimiento de ensayo

- Se seleccionó la muestra
- Se saturó la muestra durante 24 horas
- Se puso a secar el material hasta que se encuentre en estado (SSS).
- Con la ayudada de una canastilla se sumergió en el agua Secar el material en un horno durante 24 horas

**Tabla 13:** Peso específico y absorción agregado grueso (NTP 400.021)

| <b>MALLA N°4 &gt;</b>  |              |              |              |                      |
|--|--------------|--------------|--------------|----------------------|
| <b>IDENTIFICACION</b>  | <b>1</b>     | <b>2</b>     | <b>3</b>     | <b>PROMEDI<br/>O</b> |
| <b>A</b> Peso de la muestra secada al horno                    | 3304.7<br>0  | 3242.9<br>0  | 3234.5<br>0  |                      |
| <b>B</b> Peso de la muestra superficialmente<br>seca           | 3316.2<br>0  | 3251.5<br>0  | 3256.1<br>0  |                      |
| Peso de la muestra saturada en<br>agua + peso de la canastilla | 2958.1<br>0  | 2919.3<br>0  | 2928.4<br>0  |                      |
| Peso de la canastilla  | 892.30       | 892.30       | 892.30       |                      |
| <b>C</b> Peso de la muestra saturada en<br>agua                | 2065.8<br>0  | 2027.0<br>0  | 2036.1<br>0  |                      |
| Peso específico de masas A/(B-C)                               | <b>2.643</b> | <b>2.648</b> | <b>2.651</b> | <b>2.65</b>          |
| Peso específico de masa<br>superficialmente seco B/(B-C)       | <b>2.652</b> | <b>2.655</b> | <b>2.669</b> | <b>2.66</b>          |
| Peso específico aparente A/(A-C)                               | <b>2.667</b> | <b>2.667</b> | <b>2.699</b> | <b>2.68</b>          |

|                                     |       |       |       |      |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|------|
| Porcentaje de absorción (B-A)X100/A | 0.348 | 0.265 | 0.668 | 0.43 |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|------|

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

#### 4.4. Determinación del diseño de mezcla de concreto simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Para la presente investigación, el diseño de mezcla se aplicó el método del ACI 211 datos del diseño para un concreto simple  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ :

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Slump = 3" – 4"

**Tabla 14:** Propiedades de los agregados

| Propiedades físicas de los agregados | Agregado Fino            | Agregado Grueso          |
|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Peso unitario suelto                 | 1.434 Kg/cm <sup>2</sup> | 1.398 Kg/cm <sup>2</sup> |
| Peso unitario compactado             | 1.697 Kg/cm <sup>2</sup> | 1.469 Kg/cm <sup>2</sup> |
| Peso específico de masa              | 2.62 gr/cc               | 2.65 gr/cc               |
| Contenido de humedad (%W)            | 7.55 %                   | 1.16 %                   |
| Porcentaje de absorción              | 0.45%                    | 0.43 %                   |
| Módulo de finura                     | 7.55                     |                          |
| Tamaño máximo nominal                |                          | 3/4"                     |
| Peso específico del cemento          |                          | 3.12                     |

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

## 4.5. Elaboración de los testigos de concretos (probetas cilíndricas) (ASTM C31)

### 4.5.1. Materiales, equipos y herramientas

- Bandeja metálica
- Balanza graduada
- Varilla compactadora
- Cucharón metálico
- Moldes cilíndricos
- Comba de caucho
- Muestra de concreto fresco

### 4.5.2. Procedimiento de ensayo

- Se humedeció los moldes
- Con la ayuda de un cucharón se llenó los moldes (para el caso 6"x 12") en 3 capas
- Se aplicó 25 golpes distribuidos en cada capa
- Se dejó la superficie plana
- Se realizó la identificación correspondiente de cada probeta (fecha, tipo de resistencia, porcentaje de fibra)

### 4.5.3. Ensayo a resistencia a compresión

**Tabla 15:** Resistencia a compresión a los 7 días

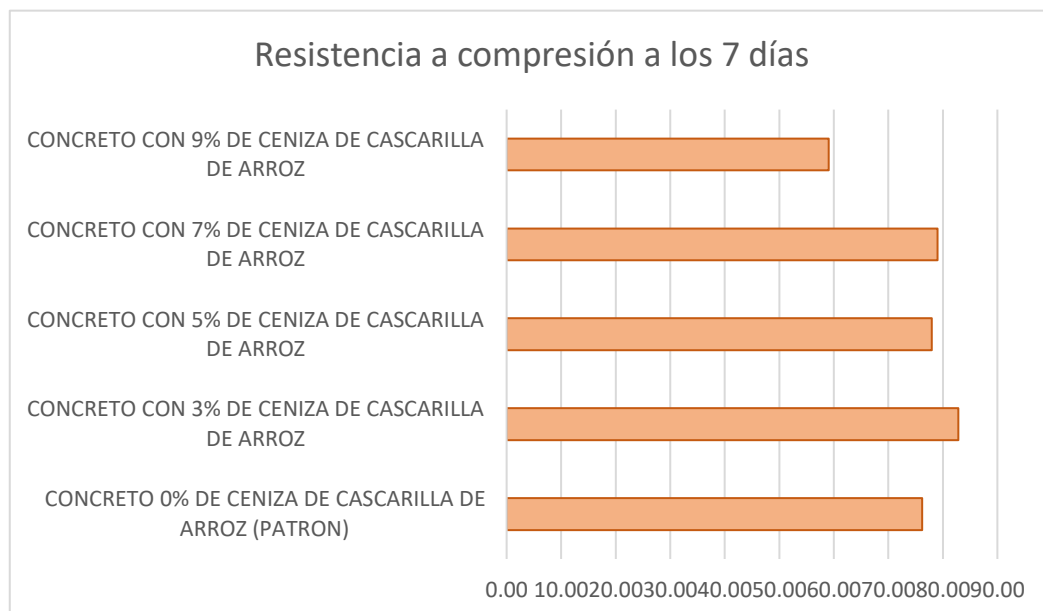
| ESTRUCTURA VACEADA | CARGA APLICADA | FECHA DE VACEADO | FECHA DE ROTURA | AREA    | RESISTENCIA | % DE RESISTENCIA | PROMDIO % DE RESISTENCIA |
|--------------------|----------------|------------------|-----------------|---------|-------------|------------------|--------------------------|
| CONCRETO 0% DE     | 29410          | 23/04/2020       | 30/04/2020      | 183.974 | 159.86      | 76.12            | 76.22                    |

|   |       |            |            |         |        |              |              |
|---|-------|------------|------------|---------|--------|--------------|--------------|
| <b>CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ (PATRON)</b>           | 28080 | 23/04/2020 | 30/04/2020 | 181.697 | 154.54 | <b>73.59</b> |              |
|   | 29730 | 23/04/2020 | 30/04/2020 | 179.316 | 165.80 | <b>78.95</b> |              |
| <b>CONCRETO CON 3% DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ</b> | 31090 | 23/04/2020 | 30/04/2020 | 175.186 | 177.47 | <b>84.51</b> | <b>82.85</b> |
|   | 30830 | 23/04/2020 | 30/04/2020 | 175.773 | 175.40 | <b>83.52</b> |              |
|   | 30310 | 23/04/2020 | 30/04/2020 | 170.41  | 177.87 | <b>84.70</b> |              |
|   | 31170 | 23/04/2020 | 30/04/2020 | 173.431 | 179.73 | <b>85.58</b> |              |
|   | 29990 | 23/04/2020 | 30/04/2020 | 176.715 | 169.71 | <b>80.81</b> |              |
|   | 30960 | 23/04/2020 | 30/04/2020 | 175.304 | 176.61 | <b>84.10</b> |              |
|   | 29780 | 23/04/2020 | 30/04/2020 | 183.974 | 161.87 | <b>77.08</b> |              |
|   | 30400 | 23/04/2020 | 30/04/2020 | 175.538 | 173.18 | <b>82.47</b> |              |
| <b>CONCRETO CON 5% DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ</b> | 28340 | 23/04/2020 | 30/04/2020 | 181.697 | 155.97 | <b>74.27</b> | <b>77.99</b> |
|   | 28170 | 23/04/2020 | 30/04/2020 | 176.95  | 159.20 | <b>75.81</b> |              |
|   | 29870 | 23/04/2020 | 30/04/2020 | 175.186 | 170.50 | <b>81.19</b> |              |
|   | 29120 | 23/04/2020 | 30/04/2020 | 175.773 | 165.67 | <b>78.89</b> |              |
|   | 27680 | 23/04/2020 | 30/04/2020 | 168.564 | 164.21 | <b>78.20</b> |              |
|   | 28570 | 23/04/2020 | 30/04/2020 | 173.431 | 164.73 | <b>78.44</b> |              |
|   | 28130 | 23/04/2020 | 30/04/2020 | 175.304 | 160.46 | <b>76.41</b> |              |
|   | 29950 | 23/04/2020 | 30/04/2020 | 176.715 | 169.48 | <b>80.71</b> |              |
| <b>CONCRETO CON 7% DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ</b> | 29360 | 23/04/2020 | 30/04/2020 | 173.431 | 169.29 | <b>80.61</b> | <b>79.03</b> |
|   | 28430 | 23/04/2020 | 30/04/2020 | 179.316 | 158.55 | <b>75.50</b> |              |
|   | 30210 | 23/04/2020 | 30/04/2020 | 175.538 | 172.10 | <b>81.95</b> |              |
|   | 28180 | 23/04/2020 | 30/04/2020 | 181.697 | 155.09 | <b>73.85</b> |              |
|   | 29600 | 23/04/2020 | 30/04/2020 | 175.304 | 168.85 | <b>80.40</b> |              |

|   |       |                |                |             |        |              |              |
|---|-------|----------------|----------------|-------------|--------|--------------|--------------|
|   | 29660 | 23/04/2<br>020 | 30/04/2<br>020 | 170.4<br>1  | 174.05 | <b>82.88</b> |              |
|   | 28980 | 23/04/2<br>020 | 30/04/2<br>020 | 181.6<br>97 | 159.50 | <b>75.95</b> |              |
|   | 28710 | 23/04/2<br>020 | 30/04/2<br>020 | 168.5<br>64 | 170.32 | <b>81.11</b> |              |
| <b>CONCRET<br/>O CON 9%<br/>DE<br/>CENIZA<br/>DE<br/>CASCARIL<br/>LA DE<br/>ARROZ</b> | 21400 | 23/04/2<br>020 | 30/04/2<br>020 | 168.5<br>64 | 126.95 | <b>60.45</b> | <b>59.06</b> |
|   | 22160 | 23/04/2<br>020 | 30/04/2<br>020 | 179.3<br>16 | 123.58 | <b>58.85</b> |              |
|   | 22050 | 23/04/2<br>020 | 30/04/2<br>020 | 175.3<br>04 | 125.78 | <b>59.90</b> |              |
|   | 21070 | 23/04/2<br>020 | 30/04/2<br>020 | 176.9<br>5  | 119.07 | <b>56.70</b> |              |
|   | 21070 | 23/04/2<br>020 | 30/04/2<br>020 | 176.7<br>15 | 119.23 | <b>56.78</b> |              |
|   | 21810 | 23/04/2<br>020 | 30/04/2<br>020 | 175.7<br>73 | 124.08 | <b>59.09</b> |              |
|   | 22110 | 23/04/2<br>020 | 30/04/2<br>020 | 170.4<br>1  | 129.75 | <b>61.78</b> |              |
|   | 21870 | 23/04/2<br>020 | 30/04/2<br>020 | 176.7<br>15 | 123.76 | <b>58.93</b> |              |

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Gráfico N°05:** Resistencia a la compresión a los 7 días



**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Análisis:** Según la tabla N°15 y el gráfico N°5 analizamos que la incorporación de la ceniza de cascarilla de arroz al concreto de calidad  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con los porcentajes de 3%, 5%, 7%, y 9 % con respecto al cemento, se ha obtenido resultados de la resistencia a compresión a los 7 días de curado, se obtuvo una resistencia a la compresión correspondiente a la muestra patrón de  $165.80 \text{ kg/cm}^2$ , en relación al porcentaje de 3% de ceniza de cascarilla de arroz se ha obtenido un resultado promedio de  $179.73 \text{ kg/cm}^2$ ; para un porcentaje del 5% se obtuvo un resultado de  $170.50 \text{ kg/cm}^2$  con respecto a la resistencia a la compresión; para el porcentaje del 7% de ceniza de cascarilla de arroz se obtuvo resultado de la resistencia a compresión de  $174.05 \text{ kg/cm}^2$ ; por último para el porcentaje del 9% la resistencia a compresión se tuvo como resultado el  $129.75 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 15:** Resistencia a compresión a los 28 días

| ESTRUCTURA VACEADA   | CARGA APLICADA | FECHA DE VACEADO | FECHA DE ROTURA | AREA    | RESISTENCIA | % DE RESISTENCIA | PROMEDIO % DE RESISTENCIA |
|--|----------------|------------------|-----------------|---------|-------------|------------------|---------------------------|
| <b>CONCRETO 0% DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ (PATRON)</b> | 41950          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 173.431 | 241.88      | <b>115.18</b>    | <b>113.97</b>             |
|  | 41840          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 179.316 | 233.33      | <b>111.11</b>    |                           |
|  | 42615          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 175.538 | 242.77      | <b>115.60</b>    |                           |
|  | 43590          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 181.697 | 239.90      | <b>114.24</b>    |                           |
| <b>CONCRETO CON 3% DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ</b>      | 43950          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 175.304 | 250.71      | <b>119.38</b>    | <b>118.72</b>             |
|  | 44060          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 170.41  | 258.55      | <b>123.12</b>    |                           |
|  | 42980          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 181.697 | 236.55      | <b>112.64</b>    |                           |
|  | 42850          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 168.564 | 254.21      | <b>121.05</b>    |                           |
|  | 43670          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 168.564 | 259.07      | <b>123.37</b>    |                           |
|  | 44060          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 179.316 | 245.71      | <b>117.01</b>    |                           |

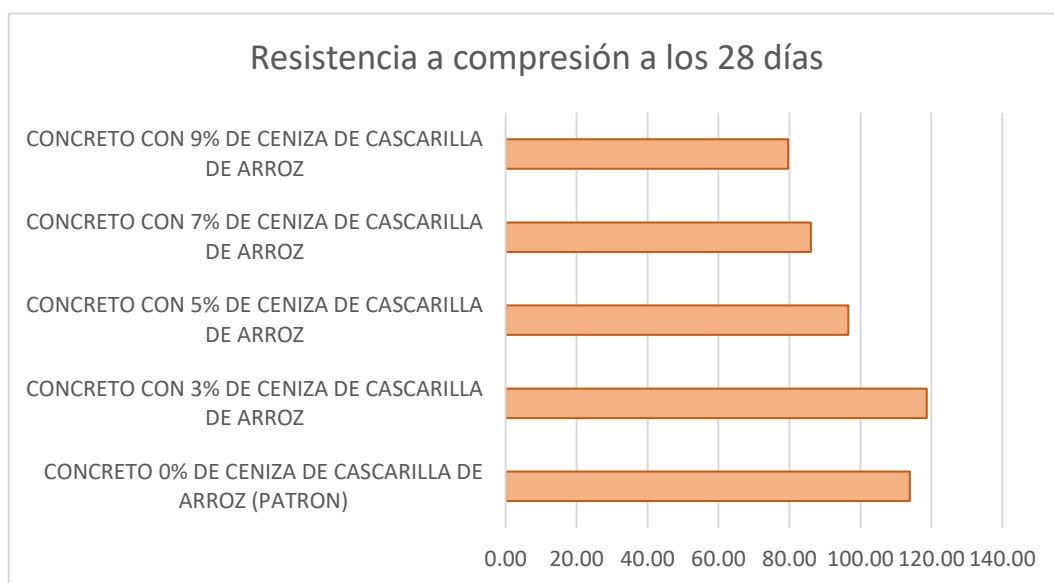


|   |       |                |                |             |        |               |              |
|---|-------|----------------|----------------|-------------|--------|---------------|--------------|
|   | 43780 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 175.<br>304 | 249.74 | <b>118.92</b> |              |
| <b>CONCRETO<br/>CON 5% DE<br/>CENIZA DE<br/>CASCARILLA<br/>DE ARROZ</b> | 35970 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 176.<br>95  | 203.28 | <b>96.80</b>  | <b>96.60</b> |
|   | 36420 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 176.<br>715 | 206.10 | <b>98.14</b>  |              |
|   | 35900 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 175.<br>773 | 204.24 | <b>97.26</b>  |              |
|   | 36510 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 170.<br>41  | 214.25 | <b>102.02</b> |              |
|   | 36040 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 176.<br>715 | 203.94 | <b>97.12</b>  |              |
|   | 35680 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 173.<br>431 | 205.73 | <b>97.97</b>  |              |
|   | 33620 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 179.<br>316 | 187.49 | <b>89.28</b>  |              |
|   | 34730 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 175.<br>538 | 197.85 | <b>94.21</b>  |              |
|   | 30140 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 173.<br>431 | 173.79 | <b>82.76</b>  | <b>86.03</b> |
| <b>CONCRETO<br/>CON 7% DE<br/>CENIZA DE<br/>CASCARILLA<br/>DE ARROZ</b> | 31610 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 179.<br>316 | 176.28 | <b>83.94</b>  |              |
|   | 30210 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 175.<br>538 | 172.10 | <b>81.95</b>  |              |
|   | 32400 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 181.<br>697 | 178.32 | <b>84.91</b>  |              |
|   | 32060 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 175.<br>304 | 182.88 | <b>87.09</b>  |              |
|   | 31830 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 170.<br>41  | 186.78 | <b>88.95</b>  |              |
|   | 32740 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 181.<br>697 | 180.19 | <b>85.80</b>  |              |
|   | 32850 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 168.<br>564 | 194.88 | <b>92.80</b>  |              |
|   | 27470 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 168.<br>564 | 162.96 | <b>77.60</b>  | <b>79.60</b> |
| <b>CONCRETO<br/>CON 9% DE<br/>CENIZA DE<br/>CASCARILLA<br/>DE ARROZ</b> | 28580 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 179.<br>316 | 159.38 | <b>75.90</b>  |              |
|   | 27930 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 175.<br>304 | 159.32 | <b>75.87</b>  |              |
|   | 29760 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 176.<br>95  | 168.18 | <b>80.09</b>  |              |
|   | 30670 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 176.<br>715 | 173.56 | <b>82.65</b>  |              |
|   | 29470 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 175.<br>773 | 167.66 | <b>79.84</b>  |              |
|   | 30150 | 23/04/2<br>020 | 21/05/2<br>020 | 170.<br>41  | 176.93 | <b>84.25</b>  |              |

|       |            |            |         |        |              |
|-------|------------|------------|---------|--------|--------------|
| 29920 | 23/04/2020 | 21/05/2020 | 176.715 | 169.31 | <b>80.63</b> |
|-------|------------|------------|---------|--------|--------------|

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Gráfico N°06:** Resistencia a compresión a los 28 días



**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Análisis:** Según la tabla 16 y el gráfico 6 analizamos que la incorporación de la ceniza de cascarilla de arroz al concreto de calidad  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con los porcentajes de 3%, 5%, 7%, y 9% con respecto al cemento portland tipo I, donde obtenemos resultados a los 28 días de curado con una resistencia a la compresión de la muestra patrón de  $242.77 \text{ kg/cm}^2$ , con respecto al porcentaje de 3% se obtuvo un resultado de  $259.07 \text{ kg/cm}^2$  para la resistencia a compresión; para un porcentaje del 5% se obtuvo un resultado de  $214.25 \text{ kg/cm}^2$  correspondiente a la resistencia a compresión; para el porcentaje del 7% de ceniza de cascarilla de arroz se obtuvo un resultado de resistencia de  $194.88 \text{ kg/cm}^2$  para la resistencia a

la compresión y finalmente para el porcentaje de 9% de ceniza de cascarrilla de arroz se tiene un resultado de resistencia de 176.93 kg/cm<sup>2</sup> para la resistencia a la compresión.

## Capítulo V. Discusión, conclusiones y recomendaciones

### 5.1. Discusiones

**Para la adición de las partículas de la ceniza de cascarilla de arroz en el concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , este influirá significativamente en elevar el valor de su resistencia a la compresión para lo cual según** Regalado y Huertas (2018), en su proyecto denominado “Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural” de la universidad Privada del Norte de la ciudad de Trujillo, nos mencionan que tuvieron como objetivo ver el comportamiento que genera realizar un concreto con cascarilla de arroz y la ceniza de cascarilla de arroz. Realizaron ensayos de asentamiento en el concreto fresco y resistencia a compresión en probetas cilíndricas, sustituyendo el cemento por ceniza y cascara de arroz en 8%, 12% y 16%; para ello utilizaron las normas ASTM y NTP. Obtuvieron como resultado  $231 \text{ kg/cm}^2$ ,  $203 \text{ Kg/cm}^2$  y  $182 \text{ Kg/cm}^2$  al añadir la ceniza de cascarilla de arroz, la cual supera la resistencia de la probeta control que es de  $184 \text{ kg/cm}^2$ , caso contrario de las probetas la cual se añadieron cascara de arroz, que tienen una resistencia de  $119 \text{ kg/cm}^2$ ,  $57 \text{ kg/cm}^2$  y  $34 \text{ kg/cm}^2$ . Concluyeron, que la proporción adecuada es la de 8%, como reemplazante del cemento, la cual obtuvo una resistencia de  $231 \text{ kg/cm}^2$  (p.21). Para lo cual con los resultados que nosotros obtuvimos de los estudios realizados con la adición de ceniza de cascarilla de arroz podemos afirmar que hubo un incremento de la resistencia con el 3% presento un incremento de 8.689 % con un resultado promedio de  $173.98 \text{ kg/cm}^2$  ; para un 5% se obtuvo un incremento de 2.3177 con un resultado de  $163.78 \text{ kg/cm}^2$ ; para el 7% se obtuvo un incremento de 3.6858 con un resultado promedio de resistencia de  $165.97 \text{ kg/cm}^2$  ; sin embargo para el 9% la resistencia empezó a decrecer en un 21.75 % con un resultado de  $125.25 \text{ kg/cm}^2$  a la edad de 7 días y para los 28 días de curado el concreto de obtuvo una resistencia promedio de la muestra patrón de  $114.47 \text{ kg/cm}^2$

presentando un incremento del 3.98 % en relación al porcentaje de 3% con un resultado promedio de 118.72 kg; para un 5% se obtuvo un declive de 15.38% con un resultado de 96.6 kg /cm<sup>2</sup>; para el 7% se obtuvo una disminución de 24.647% con un resultado promedio de resistencia de 86.03 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente para el 9% la resistencia tuvo una notable disminución en un 30.279 % con un resultado de 79.6 kg /cm<sup>2</sup>.

**Mediante la adición de partículas de la ceniza de cascarilla de arroz en un porcentaje del 3.0%, nos permitirá elevar la resistencia a compresión en un óptimo porcentaje,** de acuerdo a los estudios realizados por Quispe (2018), en su proyecto denominado “Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto con sustitución parcial del cemento por ceniza de cascara de arroz en la Zona Altiplánica” de la universidad del Altiplano de la ciudad de Puno, nos menciona que tuvo como objetivo hallar la variación de la resistencia a la compresión del concreto con sustitución parcial del cemento por ceniza de cascara de arroz en la zona altiplánica ; con el fin de encontrar el porcentaje adecuado de resistencia y costo. Realizó 13 especímenes de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y 117 especímenes de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con diferentes proporciones de ceniza de cascara de arroz, para posteriormente hacer los ensayos a los 14, 28 y 56 días de curado. Obtuvo como resultado que la ceniza de cáscara de arroz mejora la resistencia a la compresión en un 1,47% y 4,96% a los 28 días de curado cuando se realiza 95% Cáscara de Arroz (CA) +5% Ceniza de Cáscara de Arroz (CCA) y 90%CA+10%CCA, además el costo disminuye en 1.41% y 2.82%. Concluyó, que el porcentaje adecuado es añadiendo el 10% de ceniza de cáscara de arroz por cemento, en un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado, el cual mejora la resistencia a compresión en un 4.96% (p.24). Para nuestro estudio en donde utilizamos 9% de ceniza de cascarilla de arroz se obtuvieron resultados de hasta 176.93 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado que en

porcentaje significa un 84.29% los cual difiere en lo encontrado por el investigador Quispe.

**Mediante la adición de partículas de la ceniza de cascarilla de arroz en un porcentaje del 5.0%, nos permitirá elevar la resistencia a compresión del concreto simple  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ ,** Ramos y Solórzano. (2018) en su proyecto denominado “Cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto”, de la universidad Cesar Vallejo de la sede de Trujillo nos menciona que para los ensayos se determinaron en 4 grupos con un total de 60 ladrillos, los cuales se dividen: 20 ladrillos para el ensayo de resistencia a compresión, 20 ladrillos para el ensayo de absorción y 20 ladrillos para los ensayos complementarios (Variabilidad dimensional, alabeo, eflorescencia y peso) a la edad de 28 días. La resistencia de diseño es  $175 \text{ kg/cm}^2$  y la dosificación en volumen es 1:2.5:2.5. El ladrillo que obtuvo mayor resistencia a compresión de los 4 grupos es el grupo patrón (0% CA y CCA) con  $178.73 \text{ kg/cm}^2$ , y el ladrillo con la adición de CA y CCA que obtuvo mayor resistencia a compresión es el grupo 3 (10% CA y CCA) con  $152.44 \text{ kg/cm}^2$ ; el que obtuvo menor absorción de los 4 grupos es el grupo patrón (0% CA y CCA) con 4.00%, el ladrillo con la adición de CA y CCA que obtuvo menor absorción es el grupo 3 (10% CA y CCA) con 4.46%. Se concluye que la adición de cáscara y ceniza de arroz cumplen con el mínimo de la norma, pero no aumenta la resistencia a compresión con respecto al patrón. Sin embargo, sí aumenta la absorción en ladrillos de concreto (p.27). Se puede mencionar en este estudio que su porcentaje de mejor rendimiento es el 10% de ceniza de cascarilla de arroz, para nuestro estudio el mejor rendimiento corresponde a valores menores al 3% de ceniza de cascarilla de arroz donde se alcanzó hasta  $258.55 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de curado.

## 5.2. Conclusiones

La influencia de la ceniza de cascarilla de arroz con el porcentaje del 3% en relación a la mezcla de concreto de calidad  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , se puede observar que la influencia es positiva en merito a los resultados obtenidos en el laboratorio, donde se llegó a alcanzar  $258.55 \text{ kg/cm}^2$  de resistencia a la compresión a los 28 días y para el concreto patrón se ha alcanzado  $242.77 \text{ kg/cm}^2$  de resistencia a la compresión a los 28 días, como se muestra en la Tabla N°16.

La influencia de la ceniza de cascarilla de arroz para un porcentaje del 5%, en donde se puede observar que la influencia es negativa en merito a los resultados del laboratorio, en donde se ha alcanzado una resistencia a la compresión de  $214.25 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de curado y para el concreto patrón se ha alcanzado una resistencia a la compresión de  $242.77 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de curado.

La influencia de la ceniza de cascarilla de arroz para un porcentaje del 7%, en donde se observar que la influencia es negativa, dado que los resultados del laboratorio evidencian que se alcanzó una resistencia a la compresión de  $194.88 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de curado y para el concreto patrón se ha alcanzado una resistencia a la compresión de  $242.77 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de curado.

La influencia de la ceniza de cascarilla de arroz para un porcentaje del 9%, en donde se observa que esta influencia es negativa, dado que los resultados del laboratorio evidencian que se alcanzó una resistencia a la compresión de  $176.93 \text{ kg/cm}^2$  para los 28 días de curado y para el concreto patrón se ha alcanzado una resistencia a la compresión de  $242.77 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de curado.

### **5.3. Recomendaciones**

Se recomienda para futuras investigaciones reunir la información de los componentes de la mezcla del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , en laboratorios que cuenten con certificaciones de calidad y que sus equipos estén perfectamente calibrados. Además el agregado fino, agregado grueso, el cemento portland y la ceniza de la cascarilla de arroz deben ser obtenidos de lugares que garanticen su calidad.

Se recomienda la utilización del método ACI 211 para la elaboración del diseño de mezcla del concreto de calidad  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , porque nos permite asegurar la calidad del producto a obtener en nuestra investigación.

Se recomienda para futuras investigaciones, utilizar la ceniza de cascarilla de arroz en porcentajes menores al 3%, para un concreto de calidad  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; además de utilizar agregados del río Mayo y del río Cumbaza para la elaboración de la mezcla del concreto simple de calidad  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



## Referencias Bibliográficas.

- Abanto Castillo, Flavio. "Tecnología del concreto". (Libro de Texto).2da. Edición. Editorial San Marcos 120 p.2009.
  
- Arévalo. Andy Fabián y López, del Aguila Luis. "Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín".(Tesis de pregrado).Universidad Nacional de San Martín -Tarapoto-Perú.2020 <http://hdl.handle.net/11458/3740>
  
- Burgos Rosado, Mónica Isabel. "Empleo de la cascarilla de arroz como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración de concreto de 210kg/cm<sup>2</sup>". (Tesis de pregrado).Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto -Perú.2019. <http://hdl.handle.net/11458/3415>
  
- Hernández Sampieri, Roberto. Fernández Collado, Carlos y Batista Lucio, Pilar. "Metodología de la Investigación". (Libro de Texto). 6edición. Editorial MC Graw: Hill/Interamericana Editores SA DE CV. 2014. ISBN 978-1- 4562-2396-0.2014.
  
- Novoa Galeano, Martha Alix; Becerra Leon, Luisa Daniela y Vasquez Pineros María Paula. "Rice husk ash and its effect on adhesive mortars"(Artículo Científico).Universidad Libre, Bogotá Colombia.2016.<https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/233>

- Pasquel Carbajal, Enrique. “Tópicos de tecnología de concreto en el Perú”.(Libro de Texto).Segunda Edición. Colección del Ingeniero Civil Libro 17.Capítulo de Ingeniería Civil. Concejo Departamental de Lima. Perú. 1996
  
- Quispe Vilca, Yonny Wilmer. “Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto con sustitución parcial del cemento por ceniza de cascara de arroz en la Zona Altiplánica”.(Tesis pregrado).Universidad Nacional del Altiplano. Ciudad de Puno. Peru.2018.  
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/83gilbeth98>
  
- Ramos Veintemilla, Carlos Enrique. y Solórzano Rodríguez, Gilbert Jampier “Cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto”. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo. Trujillo – Perú.2018.<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/31441>
  
- Regalado Portocarrero, Luis Alberto y Jaime Huertas, Miguel Ángel. “Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural.” (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte. Trujillo – Perú.2018.<http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13593>
  
- Rivva Lopez, Enrique. “Naturaleza y materiales del concreto”. (Libro de Texto).Primera. II Congreso Nacional de Estructuras y Construcción. Capítulo Perú del ACI.Lima. Perú.2000.

- Yuni, José Alberto. y Urbano, Claudio Ariel. “Técnicas para investigar – Analisis de
- Datos y redacción científica”(Libro de Texto).. Segunda. Córdoba. Editorial. Brujas.
- ISBN. 975-987-591-021- X. Argentina. 2006.

## Anexo 1. Matriz de consistencia

| PROBLEMA  | OBJETIVOS   | HIPÓTESIS   | VARIABLES   | DISEÑO METODOLÓGICO   | POBLACIÓN Y MUESTRA   |
|---|---|---|---|---|---|
| <p><b>General</b><br/>¿Cómo influye la adición parcial de la cascarilla de arroz en el comportamiento de la resistencia a compresión del concreto?</p> <p><b>Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo influye las partículas de la ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión del concreto con proporción del 3% como adición parcial al cemento tipo portland I comparado con el concreto con una calidad de <math>f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math>?</li> <li>• ¿Cómo influye la adición de partículas de la ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión del concreto con proporción al 5% como reemplazo del cemento tipo portland I comparado con el concreto de calidad <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math>?</li> <li>• ¿Cómo influye la adición de las partículas de la ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión del concreto con una proporción del 7% al cemento tipo portland I comparado con el concreto de calidad <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math>?</li> <li>• ¿Cómo influye la adición de las partículas de la ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión del concreto con una proporción del 9% al cemento tipo portland I comparado con el concreto de calidad <math>f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math>?</li> </ul> | <p><b>General</b><br/>Determinar la influencia de la adición de las partículas de la ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a compresión del concreto en comparación con el concreto con una calidad de <math>f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math>.</p> <p><b>Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar cómo influye la adición de las partículas de la ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión del concreto con una proporción del 3% al cemento portland tipo I comparado con el concreto de calidad de <math>f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math>.</li> <li>• Determinar cómo influye la adición de las partículas de la ceniza de la cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión del concreto con proporción del 5% al cemento portland tipo I comparado con el concreto de calidad de <math>f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math>.</li> <li>• Determinar con influye la adición de las partículas de la ceniza de la cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión de concreto con proporción del 7% al cemento portland tipo I comparado con el concreto de calidad <math>f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math>.</li> <li>• Determinar como influye la adición de las partículas de la ceniza de la cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión del concreto con proporción del 9% al cemento portland tipo I comparado con el concreto de calidad de <math>f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math>.</li> </ul> | <p><b>General</b><br/>Al Adicionar partículas de la ceniza de cascarilla de arroz en el concreto <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math>, este influirá significativamente en elevar el valor de su resistencia a la compresión.</p> <p><b>Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediante la adición de partículas de la ceniza de cascarilla de arroz en un porcentaje del 3.0%, nos permitirá elevar la resistencia a compresión del concreto <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math>.</li> <li>• Mediante la adición de partículas de la ceniza de cascarilla de arroz en un porcentaje del 5.0%, nos permitirá elevar la resistencia a compresión del concreto simple <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math>.</li> <li>• Mediante la adición de partículas de la ceniza de cascarilla de arroz en un porcentaje del 7%, nos permitirá elevar la resistencia a compresión del concreto simple <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math>.</li> <li>• Mediante la adición de partículas de la ceniza de cascarilla de arroz en un porcentaje del 9%, nos permitirá elevar la resistencia a compresión del concreto simple <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math>.</li> </ul> | <p><b>Variable Independiente</b><br/>Adición de partículas de la ceniza de cascarilla de arroz.</p> <p><b>Variable dependiente</b><br/>Resistencia a compresión del concreto simple <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math>.</p> | <p><b>Tipo de investigación</b><br/>El tipo de investigación es descriptiva por el análisis de los materiales, con enfoque cuantitativo.</p> <p><b>Diseño de la investigación</b><br/>El diseño de la investigación será descriptiva comparativa.</p> | <p><b>Población</b><br/>El universo está conformado por 64 probetas de concreto.</p> <p><b>Muestra</b><br/>La muestra de estudio es de 64 probetas de concreto simple con adición de partículas de ceniza de cascarilla de arroz y 6 unidades de probetas de concreto simple <math>f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math> adición de ceniza de cascarilla de arroz.</p> |

## Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos


Gráfico N°07: Formato de hoja utilizado para recolección de datos-  
Agregado fino

|                             |                     |                  |  |              |   |   |          |
|-----------------------------|---------------------|------------------|--|--------------|---|---|----------|
| PROYECTO                    |                     | :                |  |              |   |   |          |
| UBICACIÓN                   |                     | :                |  |              |   |   |          |
| FECHA MUESTREO              |                     | :                |  | FECHA ENSAYO |   | : |          |
| CANTERA                     |                     | :                |  | TEC:         |   |   |          |
| MATERIAL                    |                     | :                |  | MUESTRA      |   | : |          |
| <b>AGREGADOS FINOS</b>      |                     |                  |  |              |   |   |          |
| TAMIZ                       | AASHTO T-27<br>(mm) | PESO<br>RETENIDO | Peso inicial Húmedo                                | :            |   |   | g        |
| 10"                         | 254.000             |                  | Peso inicial seco                                  | :            |   |   | g        |
| 8"                          | 228.600             |                  | Fracción Lavado                                    | :            |   |   | g        |
| <b>PESO UNITARIO SUELTO</b> |                     |                  |  |              |   |   |          |
| 7"                          | 203.200             |                  | Numero de Ensayos                                  |              | 1 | 2 | 3        |
| 6"                          | 152.400             |                  | Peso Suelo + Molde                                 |              |   |   | Promedio |
| 5"                          | 127.000             |                  | Peso de Molde                                      |              |   |   |          |
| 4"                          | 101.600             |                  | Peso del Suelo Seco                                |              |   |   |          |
| 3"                          | 76.200              |                  | Volumen del Molde                                  |              |   |   |          |
| 2 1/2"                      | 63.500              |                  | Peso Unitario Kg/m <sup>3</sup>                    |              |   |   |          |
| 2"                          | 50.800              |                  | <b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>                    |              |   |   |          |
| 1 1/2"                      | 38.100              |                  | Numero de Ensayos                                  |              | 1 | 2 | 3        |
| 1"                          | 25.400              |                  | Peso Suelo + Molde                                 |              |   |   | Promedio |
| 3/4"                        | 19.000              |                  | Peso de Molde                                      |              |   |   |          |
| 1/2"                        | 12.500              |                  | Peso del Suelo Seco                                |              |   |   |          |
| 3/8"                        | 9.500               |                  | Volumen del Molde                                  |              |   |   |          |
| 1/4"                        | 6.350               |                  | Peso Unitario Kg/m <sup>3</sup>                    |              |   |   |          |
| Nº 4                        | 4.750               |                  | <b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION</b>             |              |   |   |          |
| Nº 8                        | 2.360               |                  | (1)Peso Material Saturado Superficialmente (gr)    |              |   |   |          |
| Nº 16                       | 0.190               |                  | (2)Peso del Balón (gr)                             |              |   |   |          |
| Nº 30                       | 0.600               |                  | (3)Peso del Balón + Agua + (1) (gr)                |              |   |   |          |
| Nº 50                       | 0.300               |                  | (4)Peso del Agua en el frasco = 1 - 2 - 3 (gr)     |              |   |   |          |
| Nº 100                      | 0.150               |                  | (5)Volumen del Balón (cm <sup>3</sup> )            |              |   |   |          |
| < Nº 200                    | Fondo               |                  | (6)Peso del Material Seco al Horno (gr)            |              |   |   |          |
| <b>TOTAL</b>                |                     |                  | Peso Especifico de Masa = 6 / (5 - 4)              |              |   |   |          |
|                             |                     |                  | Peso Especifico Masa Superfic. Sec= 1 / (5 - 4)    |              |   |   |          |
|                             |                     |                  | Peso Especifico Aparente = 6 / ((5 - 4) - (1 - 6)) |              |   |   |          |
|                             |                     |                  | % Absorción = ((1 - 6)/6)*100                      |              |   |   |          |

**Gráfico N°08:** Formato de hoja utilizado para recolección de datos-  
Agregado grueso

|                             |                             |                          |  |          |          |          |                 |
|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|--|----------|----------|----------|-----------------|
| <b>PROYECTO</b> :           |                             |                          |  |          |          |          |                 |
| <b>UBICACIÓN</b> :          |                             |                          |  |          |          |          |                 |
| <b>FECHA MUESTREO</b> :     |                             | <b>FECHA ENSAYO</b> :    |  |          |          |          |                 |
| <b>CANTERA</b> :            |                             | <b>TEC:</b>              |  |          |          |          |                 |
| <b>MATERIAL</b> :           |                             | <b>MUESTRA</b> :         |  |          |          |          |                 |
| <b>AGREGADOS GRUESO</b>     |                             |                          |  |          |          |          |                 |
| <b>TAMIZ</b>                | <b>AASHTO T-27<br/>(mm)</b> | <b>PESO<br/>RETENIDO</b> | <b>Peso inicial Humedo</b> :                       |          |          | g        |                 |
| 10"                         | 254.000                     |                          | <b>Peso inicial seco</b> :                         |          |          | g        |                 |
| 8"                          | 228.600                     |                          | <b>Fracción Lavado</b> :                           |          |          | g        |                 |
| <b>PESO UNITARIO SUELTO</b> |                             |                          |  |          |          |          |                 |
| 7"                          | 203.200                     |                          | <b>Numero de Ensayos</b>                           | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>Promedio</b> |
| 6"                          | 152.400                     |                          | Peso Suelo + Molde                                 |          |          |          |                 |
| 5"                          | 127.000                     |                          | Peso de Molde                                      |          |          |          |                 |
| 4"                          | 101.600                     |                          | Peso del Suelo Seco                                |          |          |          |                 |
| 3"                          | 76.200                      |                          | Volumen del Molde                                  |          |          |          |                 |
| 2 1/2"                      | 63.500                      |                          | Peso Unitario Kg/m <sup>3</sup>                    |          |          |          |                 |
| 2"                          | 50.800                      |                          | <b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>                    |          |          |          |                 |
| 1 1/2"                      | 38.100                      |                          | <b>Numero de Ensayos</b>                           | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>Promedio</b> |
| 1"                          | 25.400                      |                          | Peso Suelo + Molde                                 |          |          |          |                 |
| 3/4"                        | 19.000                      |                          | Peso de Molde                                      |          |          |          |                 |
| 1/2"                        | 12.500                      |                          | Peso del Suelo Seco                                |          |          |          |                 |
| 3/8"                        | 9.500                       |                          | Volumen del Molde                                  |          |          |          |                 |
| 1/4"                        | 6.350                       |                          | Peso Unitario Kg/m <sup>3</sup>                    |          |          |          |                 |
| Nº 4                        | 4.750                       |                          | <b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION</b>             |          |          |          |                 |
| Nº 8                        | 2.360                       |                          | (1)Peso Material Superficialmente Seco (gr)        |          |          |          |                 |
| Nº 15                       | 0.190                       |                          | (2)Peso de la Muestra Sat. en Ag. +canastilla (gr) |          |          |          |                 |
| Nº 30                       | 0.600                       |                          | (3)Peso de Canastilla (gr)                         |          |          |          |                 |
| Nº 50                       | 0.300                       |                          | (4)Peso de la Material Seco en Horno (gr)          |          |          |          |                 |
| Nº 100                      | 0.150                       |                          | (5)Volumen de masa = 2 - 3 (cm3)                   |          |          |          |                 |
| < Nº 200                    | Fondo                       |                          |  |          |          |          |                 |
| <b>TOTAL</b>                |                             |                          |  |          |          |          |                 |
|                             |                             |                          | Peso Especifico de Masa = 4 / (1 - 5)              |          |          |          |                 |
|                             |                             |                          | Peso Especifico de Masa Superfic. Sec=1/(1 - 5)    |          |          |          |                 |
|                             |                             |                          | Peso Especifico Aparente = 4 / (4 - 5)             |          |          |          |                 |
|                             |                             |                          | % Absorcion = (( 1 - 4 ) / 4 ) * 100               |          |          |          |                 |

**Gráfico N°09:** Formato de hoja utilizado para el análisis granulométrico del agregado fino.



**GRUPO 4D**  
INGENIERÍA S.A.C.  
APORTANDO SOLUCIONES

RUC: 20605918141

---

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**TESIS :** "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, SAN MARTÍN-2021"

**FECHA :** 20/04/2021

**MATERIAL:** ARENA GRUESA DEL RIO CUMBAZA

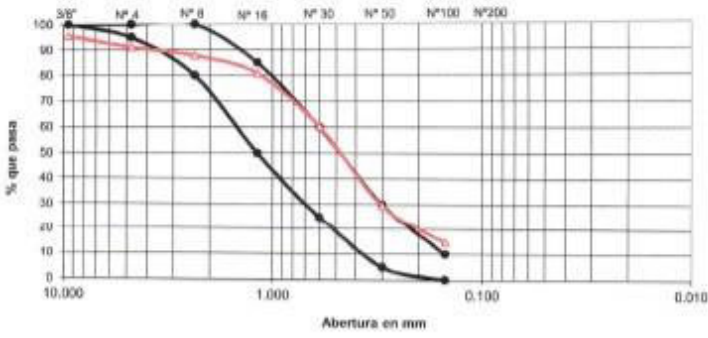
DATOS DE LA MUESTRA


**MUESTRA :** M-1


Peso inicial húmedo : 4084.3 g  
Peso inicial seco : 3797.5 g

| TAMIZ | ABERT. mm. | PESO RET. | %RET. | %RET. AC. | % Q PASA | ESPECIFICACION | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA      |
|-------|------------|-----------|-------|-----------|----------|----------------|--------------------------------|
| 1/2"  | 12.250     | 30.3      | 2.8   | 2.8       | 97.2     |                | <b>CANTERA:</b>                |
| 3/8"  | 9.500      | 17.5      | 1.5   | 4.4       | 95.6     | 100            | <b>TAMAÑO MAX. :</b> 1/2       |
| # 4   | 4.750      | 49.2      | 4.5   | 8.8       | 91.2     | 95 - 100       | <b>PESO TOTAL :</b> 1100.0 gr  |
| # 8   | 2.360      | 36.6      | 3.3   | 12.2      | 87.8     | 80 - 100       |                                |
| # 16  | 1.180      | 78.0      | 7.1   | 19.2      | 80.8     | 50 - 85        |                                |
| # 30  | 0.850      | 225.8     | 20.5  | 39.8      | 60.2     | 25 - 60        | <b>MODULO DE FINEZA :</b> 2.36 |
| # 50  | 0.300      | 337.7     | 30.7  | 70.5      | 29.5     | 5 - 30         |                                |
| # 100 | 0.150      | 163.6     | 14.8  | 85.4      | 14.6     | 0 - 10         | <b>% HUMEDAD :</b> 7.55%       |
| # 200 | FONDO      | 161.1     | 14.8  | 100.0     |          |                |                                |
|       |            | 1100.0    |       |           |          |                |                                |

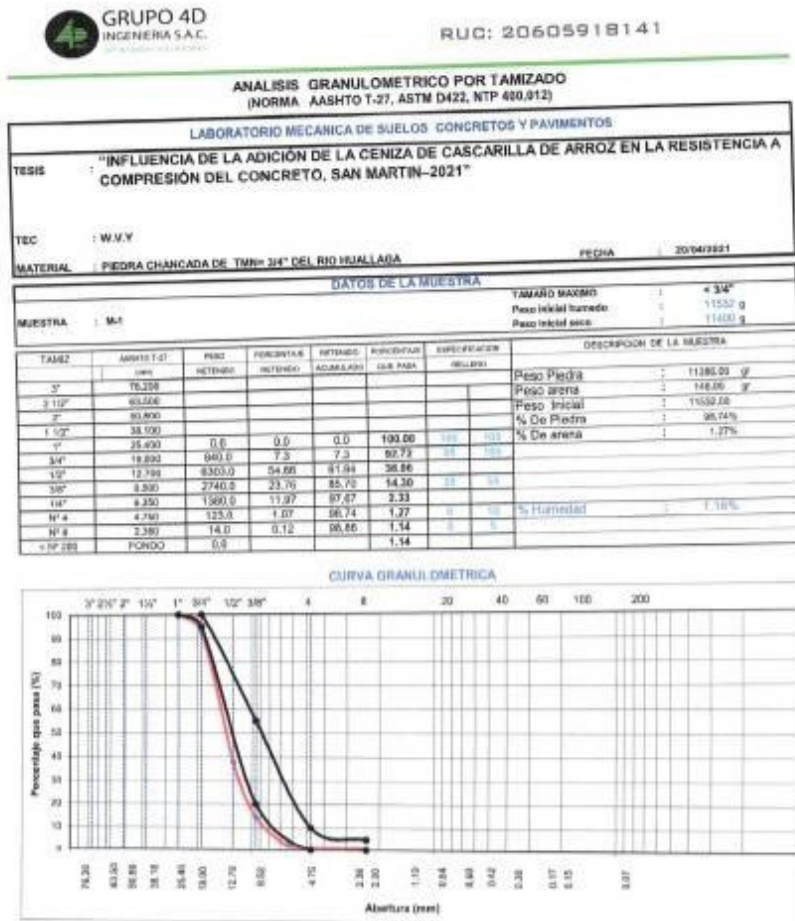
**CURVA GRANULOMETRICA**




  
 Archenti Zegarra Joel Felipe  
 Ingeniero Civil  
 CIP: N° 229006

  
 Walter D. Vera Ybáñez  
 Tec. Laboratorio

**Gráfico N°10:** Formato de hoja utilizado para el análisis granulométrico del agregado grueso.




  
 Archemi Zegarra Joel Felipe  
 Ingeniero Civil  
 CIP: N° 229006

  
 Walter D. Vera Ybáñez  
 Tec. Laboratorio



**Gráfico N°11:** Formato de hoja utilizado para el cálculo de peso específico y absorción del agregado fino.



**GRUPO 4D**  
INGENIERIA S.A.C.  
APROBACION DEL MTC

RUC: 20605918141

---

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

OBRA : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO, SAN MARTIN-2021"

MATERIAL : ARENA DEL RIO CUMBAZA

FECHA ENVIADO : 22/04/2021

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION**  
NTP 400.021 - NTP 400.022

| MALLA N°4 <          |   |        |        |        |             |
|----------------------|---|--------|--------|--------|-------------|
| IDENTIFICACION       |   | 1      | 2      | 3      | PROMEDIO    |
| <b>W<br/>A<br/>V</b> | Peso de la arena superficialmente seca                                  | 508.0  | 506.8  | 505.0  |             |
|                      | Peso de la arena superficialmente seca + peso del balon + peso del agua | 1825.0 | 1829.1 | 1824.7 |             |
|                      | Peso del balon  | 666.2  | 669.0  | 668.8  |             |
|                      | Peso del agua   | 830.8  | 817.3  | 830.2  |             |
|                      | Peso de la arena seca al horno  | 487.7  | 488.8  | 487.6  |             |
|                      | Volumen del balon   | 325.4  | 325.8  | 325.8  |             |
|                      | Peso especifico de masa (M/VW)  | 1.519  | 1.510  | 1.511  | <b>2.62</b> |
|                      | Peso especifico de masa superficialmente (500V-W)                       | 1.646  | 1.632  | 1.632  | <b>2.64</b> |
|                      | Peso especifico aparente A(1V-W)-(500-4)                                | 2.007  | 2.002  | 2.004  | <b>2.85</b> |
|                      | Porcentaje de absorcion (200-A)(100A)                                   | 0.342  | 0.342  | 0.340  | <b>0.45</b> |

OBSERVACIONES:

---

---

---

---

---

---

---

---




Archenti Zegarra Joel Felipe  
Ingeniero Civil  
CIP N° 229006



Walter D. Vera Ybáñez  
Tec. Laboratorio

**Gráfico N°12:** Formato de hoja utilizado para el cálculo de peso específico y absorción del agregado grueso.



**GRUPO 4D**  
INGENIERIA S.A.C.  
AVANZADAS SOLUCIONES

RUC: 20605918141

---

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

TEMA : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LA CENIZA DE CASCARELLA DE ARROZ EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, SAN MARTÍN-2021"

MATERIAL : PIEDRA CHANCADA DEL HUALLAGA

FECHA ENSAYO : 22/04/2021

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
NTP 400.021**

| MALLA N°4 >    |  |         |         |         |             |
|----------------|--|---------|---------|---------|-------------|
| IDENTIFICACION |  | 1       | 2       | 3       | PROMEDIO    |
| A              | Peso de la muestra sacada al horno                         | 3004.70 | 3242.90 | 3234.50 |             |
|                | Peso de la muestra superficialmente seca                   | 3016.20 | 3251.50 | 3256.10 |             |
| B              | Peso de la muestra saturada en agua + peso de la caratilla | 2958.10 | 2919.20 | 2928.40 |             |
|                | Peso de la caratilla                                       | 892.30  | 892.30  | 892.30  |             |
| C              | Peso de la muestra saturada en agua                        | 2065.80 | 2027.90 | 2038.10 |             |
|                | Peso específico de masa A(B-C)                             | 2.607   | 2.641   | 2.651   | <b>2.65</b> |
|                | Peso específico de masa superficialmente seca B(S-C)       | 2.622   | 2.606   | 2.600   | <b>2.66</b> |
|                | Peso específico aparente A(A-C)                            | 2.587   | 2.587   | 2.587   | <b>2.68</b> |
|                | Peso específico aparente A(A-C)                            | 2.587   | 2.587   | 2.587   | <b>2.68</b> |
|                | Porcentaje de absorción (B-A)/100A                         | 0.038   | 0.002   | 0.004   | <b>0.43</b> |

OBSERVACIONES:

---

---

---

---

---

---

---

---




Archenti Zagarín, José Felipe  
Ingeniero Civil  
CIP N° 229006



Walter D. Vera Ybáñez  
Tec. Laboratorio

**Gráfico N°13:** Formato de hoja utilizado para el cálculo de peso unitario del material suelto y compactado - Agregado fino.



**GRUPO 4D**  
INGENIERIA S.A.C.  
APORTANDO SOLUCIONES

**RUC: 20605918141**

---

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**TESIS :** "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO, SAN MARTIN-2021"

**MATERIAL :** ARENA DEL RIO CUMBAZA

**FECHA :** 21/04/2020

PESOS UNITARIOS DE AGREGADOS  
NTP 400.017

| PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO |       |       |       |          |
|------------------------------------|-------|-------|-------|----------|
| IDENTIFICACION                     | 1     | 2     | 3     | PROMEDIO |
| PESO AGREGADO + MOLDE              | 9364  | 9358  | 9358  |          |
| PESO DEL MOLDE                     | 6315  | 6315  | 6315  |          |
| PESO DEL AGREGADO NETO             | 3049  | 3043  | 3043  |          |
| VOLUMEN DEL MOLDE                  | 2124  | 2124  | 2124  |          |
| PESO UNITARIO SUELTO               | 1.435 | 1.433 | 1.433 | 1.434    |

| PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO |       |       |       |          |
|--|-------|-------|-------|----------|
| IDENTIFICACION                         | 1     | 2     | 3     | PROMEDIO |
| PESO AGREGADO + MOLDE                  | 9922  | 9920  | 9918  |          |
| PESO DEL MOLDE                         | 6315  | 6315  | 6315  |          |
| PESO DEL AGREGADO NETO                 | 3607  | 3605  | 3603  |          |
| VOLUMEN DEL MOLDE                      | 2124  | 2124  | 2124  |          |
| PESO UNITARIO COMPACTADO               | 1.688 | 1.697 | 1.696 | 1.697    |

**OBSERVACIONES:**

---




---




---

 Archenti Zegarra Joel Falpa  
 Ingeniero Civil  
 CIP. N° 229000

  
 Walter D. Vera Ybáñez  
 Tec. Laboratorio

**Gráfico N°14:** Formato de hoja utilizado para el cálculo de peso unitario del material suelto y compactado - Agregado grueso.



**GRUPO 4D**  
INGENIERIA S.A.C.  
AFORTANDO SOLUCIONES

RUC: 20605918141

---

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, SAN MARTÍN-2021"

MATERIAL : PIEDRA CHANCADA DEL HUALLAGA

FECHA : 21/04/2020

**PESOS UNITARIOS DE AGREGADOS**  
NTP 400.017


| PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO |          |          |          |          |
|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| IDENTIFICACION                     | 1        | 2        | 3        | PROMEDIO |
| PESO AGREGADO + MOLDE              | 25234    | 25215    | 25195    |          |
| PESO DEL MOLDE                     | 5419     | 5419     | 5419     |          |
| PESO DEL AGREGADO NETO             | 19815    | 19796    | 19776    |          |
| VOLUMEN DEL MOLDE                  | 14157,42 | 14157,42 | 14157,42 |          |
| PESO UNITARIO SUELTO               | 1,400    | 1,398    | 1,397    | 1,398    |


| PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO |          |          |          |          |
|--|----------|----------|----------|----------|
| IDENTIFICACION                         | 1        | 2        | 3        | PROMEDIO |
| PESO AGREGADO + MOLDE                  | 26211    | 26236    | 26201    |          |
| PESO DEL MOLDE                         | 5419     | 5419     | 5419     |          |
| PESO DEL AGREGADO NETO                 | 20792    | 20817    | 20782    |          |
| VOLUMEN DEL MOLDE                      | 14157,42 | 14157,42 | 14157,42 |          |
| PESO UNITARIO COMPACTADO               | 1,469    | 1,470    | 1,468    | 1,469    |

OBSERVACIONES:




Archenti Zegarra Joel Felipe  
Ingeniero Civil  
CIP. N° 229006




Walter D. Vera Ybáñez  
Tec. Laboratorio

Gráfico N°15: Formatos de diseño de Mezclas

|  |  |   |                         |
|--|--|---|-------------------------|
|   |  | RUC: 20605918141  |                         |
| DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI  |  |   |                         |
| Fecha de Diseño :  | 26/04/2021   |   |                         |
| Realizado por :  | W.V.Y  |   |                         |
| Chequeado por :  | GRUPO 4D Ingeniería S.A.C.   |   |                         |
| CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A USAR PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO<br>PIEDRA CHANCADA DEL HUALLAGA TMN=3/4" Y ARENA DEL RIO CUMBAZA |  |   |                         |
| CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO   |  |   |                         |
| Resistencia a la compresión especificada del Concreto ( $f'_{c}$ ) =   | 210  | kg / cm <sup>2</sup>                                      |                         |
| Factor de seguridad  | 85   | kg / cm <sup>2</sup>                                      |                         |
| Resistencia promedio a la compresión del Concreto ( $f'_{cr}$ ) =  | 295  | kg / cm <sup>2</sup>                                      |                         |
| CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES  |  |   |                         |
| AGREGADO FINO  |  | AGREGADO GRUESO   |                         |
| Peso específico de masa  | 2.62   | Tamaño máximo nominal ( Pulg. )                           | 3/4"                    |
| Absorción ( % )  | 0.45   | Peso seco compactado ( kg / m <sup>3</sup> )              | 1469.00                 |
| Contenido de Humedad ( % )   | 7.55   | Peso específico de masa                                   | 2.65                    |
| Módulo de finura   | 2.36   | Absorción ( % )   | 0.43                    |
| Peso unitario suelto   | 1.43   | Contenido de Humedad ( % )                                | 1.16                    |
| Peso unitario compactado   | 1.70   | Peso unitario suelto                                      | 1.40                    |
| CEMENTO  |  | AGUA  |                         |
| Tipo de Cemento Portland a usar  | WP PORTLAND TIPO I   |   |                         |
| Peso Especifico  | 3.12   |   |                         |
| DISEÑO DE MEZCLA   |  |   |                         |
| Selección del Asentamiento :   |  | Tipo de consistencia : Plástica<br>Asentamiento : 3" a 4" |                         |
| Tipo de Concreto a diseñar :   |  | Concreto sin aire incorporado                             |                         |
| Volumen unitario de Agua :   | 205.00   | lt / m <sup>3</sup>                                       |                         |
| Contenido de aire total :  | 2.00   | %   |                         |
| Relación Agua / Cemento :  | 0.56   |   |                         |
| Factor cemento :   | Factor Cemento =   | 366.00  | Kg / m <sup>3</sup>     |
|  | Factor Cemento =   | 8.6   | Bolsas / m <sup>3</sup> |
| Contenido de Agregado Grueso   | Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto : | 0.66  | m <sup>3</sup>          |
|  | Peso del Agregado Grueso :   | 975.416   | Kg / m <sup>3</sup>     |
| Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales   |  |   |                         |
|  | Cemento  | 0.117   | m <sup>3</sup>          |
|  | Agua   | 0.205   | m <sup>3</sup>          |
|  | Aire   | 0.020   | m <sup>3</sup>          |
|  | Agregado Grueso  | 0.368   | m <sup>3</sup>          |
|  | Suma de Volúmenes  | 0.710   | m <sup>3</sup>          |
| Contenido de Agregado Fino   | Volumen Absoluto de Agregado Fino                                    | 0.290   | m <sup>3</sup>          |
|  | Peso del Agregado Fino seco  | 759   | Kg / m <sup>3</sup>     |
| Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño po m <sup>3</sup> .  |  |   |                         |
|  | Cemento  | 366.00  | Kg / m <sup>3</sup>     |
|  | Agua de diseño   | 205.00  | lt / m <sup>3</sup>     |
|  | Agregado Fino seco   | 759.00  | Kg / m <sup>3</sup>     |
|  | Agregado Grueso seco   | 975.00  | Kg / m <sup>3</sup>     |
| Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.   |  |   |                         |
|  | Cemento  | 42.50   | Kg / saco               |
|  | Agua de diseño   | 23.80   | lt / saco               |
|  | Agregado Fino seco   | 88.14   | Kg / saco               |
|  | Agregado Grueso seco   | 113.22  | Kg / saco               |
| Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado   |  |   |                         |
|  | Cemento  | 1   |                         |
|  | Agregado Fino seco   | 2.07  |                         |
|  | Agregado grueso seco   | 2.66  |                         |
|  | Agua de Diseño   | 23.8  | lt / saco               |

  
 Archenti Zagarra Joel Felipe  
 Ingeniero Civil  
 CIP/N° 229006

  
 Walter D. Vera Ybáñez  
 Tec. Laboratorio



**GRUPO 4D**  
INGENIERIA S.A.C.  
APORTANDO SOLUCIONES

RUC: 20605918141

**DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 2H DEL ACI**

Fecha de Diseño : 26/04/2021  
Realizado por : W.V.Y.  
Chequeado por : GRUPO 4D Ingeniería S.A.C.

**CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A USAR PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO  
PIEDRA CHANCADA DEL HUALLAGA TMN=3/4" Y ARENA DEL RIO CUMBAZA**

|   |                        |        |                     |
|---|------------------------|--------|---------------------|
| Cantera :   |                        |        |                     |
| Contenido de Humedad de los Agregados :   | Agregado Fino          | 7.55   | %                   |
|   | Agregado Grueso        | 1.16   | %                   |
| Peso Húmedo de los Agregados :  | Agregado Fino          | 816.00 | Kg / m <sup>3</sup> |
|   | Agregado Grueso        | 986.00 | Kg / m <sup>3</sup> |
| Humedad Superficial de los Agregados :  | Agregado Fino          | 7.10   | %                   |
|   | Agregado Grueso        | 0.75   | %                   |
| Aporte de Humedad de los Agregados :  | Agregado Fino          | 54.00  | lt / m <sup>3</sup> |
|   | Agregado Grueso        | 7.00   | lt / m <sup>3</sup> |
|   | Aporte Total           | 61.00  | lt / m <sup>3</sup> |
| Agua Efectiva :   | Agua Efectiva          | 144.00 | lt / m <sup>3</sup> |
| Relación Agua / Cemento de Diseño :   |                        | 0.56   |                     |
| Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m <sup>3</sup> . | Cemento                | 366.00 | Kg / m <sup>3</sup> |
|   | Agua Efectiva          | 144.00 | lt / m <sup>3</sup> |
|   | Agregado Fino Húmedo   | 816.00 | Kg / m <sup>3</sup> |
|   | Agregado Grueso Húmedo | 986.00 | Kg / m <sup>3</sup> |
| Relación Agua / Cemento Efectiva :  |                        | 0.39   |                     |
| Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.          | Cemento                | 42.5   | Kg / saco           |
|   | Agua Efectiva          | 16.7   | lt / saco           |
|   | Agregado Fino Húmedo   | 94.8   | Kg / saco           |
|   | Agregado Grueso Húmedo | 114.5  | Kg / saco           |
| Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado.                                   | Cemento                | 1      |                     |
|   | Agregado Fino Húmedo   | 2.23   |                     |
|   | Agregado grueso húmedo | 2.69   |                     |
|   | Agua Efectiva          | 16.7   | lt / saco           |
| Proporción en peso de los materiales recomendada.   | Cemento                | 1.00   |                     |
|   | Agregado Fino Húmedo   | 2.23   |                     |
|   | Agregado grueso húmedo | 2.69   |                     |
|   | Agua Efectiva          | 16.72  | lt / saco           |
| Proporción en volumen pie <sup>3</sup>  | Cemento                | 1      |                     |
|   | Agregado Fino Húmedo   | 2.33   |                     |
|   | Agregado grueso húmedo | 2.89   |                     |
|   | Agua Efectiva          | 0.6    |                     |
| Proporción en volumen baldes  | Cemento                | 1      | bolsa               |
|   | Agregado Fino Húmedo   | 3.11   |                     |
|   | Agregado grueso húmedo | 3.86   |                     |
|   | Agua Efectiva          | 0.8    |                     |




Archenti Zagarra Joel Felipe  
Ingeniero Civil  
CIP/ N° 229006

Walter D. Vera Ybáñez  
Tec. Laboratorio



Gráfico N°16: Formatos utilizados para el control de roturas.

|  <b>GRUPO 4D</b><br>INGENIERIA S.A.C.<br><small>INTEGRACION VIAL S.A.S.</small> |                | <b>AREA DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.</b> |                 |      |       |                        |         |                  |             |
|--|----------------|--|-----------------|------|-------|------------------------|---------|------------------|-------------|
| <b>CONTROL DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO</b>   |                |  |                 |      |       |                        |         |                  |             |
| ESTRUCTURA VACIADA   | CARGA APLICADA | FECHA DE VACIADO   | FECHA DE ROTURA | DIAS | AREA  | RESISTENCIA            | DESPEÑO | % DE RESISTENCIA | % REQUERIDO |
|  |                |  |                 |      |       | kg/cm <sup>2</sup> Ft. |         |                  |             |
| CONCRETO 0% DE CENIZA DE CASCARILLA DE AJROZ (PATRON)  | 29410          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 184   | 159.86                 | 210     | 76.12            | 70%         |
|  | 26080          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 181.7 | 154.54                 | 210     | 73.99            | 70%         |
|  | 29730          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 179.3 | 165.80                 | 210     | 78.95            | 70%         |
|  | 31090          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 175.2 | 177.47                 | 210     | 84.51            | 70%         |
|  | 30830          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 175.8 | 175.40                 | 210     | 83.52            | 70%         |
| CONCRETO CON 3% DE CENIZA DE CASCARILLA DE AJROZ   | 30310          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 170.4 | 177.87                 | 210     | 84.70            | 70%         |
|  | 31170          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 173.4 | 179.75                 | 210     | 85.58            | 70%         |
|  | 29990          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 176.7 | 169.71                 | 210     | 80.81            | 70%         |
|  | 30960          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 175.3 | 176.61                 | 210     | 84.10            | 70%         |
|  | 29780          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 184   | 161.87                 | 210     | 77.68            | 70%         |
| CONCRETO CON 5% DE CENIZA DE CASCARILLA DE AJROZ   | 30400          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 175.3 | 173.18                 | 210     | 82.47            | 70%         |
|  | 28440          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 181.7 | 155.97                 | 210     | 74.77            | 70%         |
|  | 28170          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 177   | 159.20                 | 210     | 75.81            | 70%         |
|  | 29870          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 175.2 | 170.50                 | 210     | 81.19            | 70%         |
|  | 29130          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 175.8 | 165.67                 | 210     | 78.89            | 70%         |
| CONCRETO CON 7% DE CENIZA DE CASCARILLA DE AJROZ   | 27680          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 168.6 | 164.21                 | 210     | 78.70            | 70%         |
|  | 28570          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 173.4 | 164.75                 | 210     | 78.48            | 70%         |
|  | 28130          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 175.3 | 160.46                 | 210     | 76.41            | 70%         |
|  | 29950          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 176.7 | 169.48                 | 210     | 80.71            | 70%         |
|  | 29380          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 178.4 | 169.29                 | 210     | 80.61            | 70%         |
| CONCRETO CON 9% DE CENIZA DE CASCARILLA DE AJROZ   | 28430          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 179.3 | 158.55                 | 210     | 75.50            | 70%         |
|  | 30210          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 175.5 | 172.10                 | 210     | 81.85            | 70%         |
|  | 28180          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 181.7 | 155.09                 | 210     | 73.85            | 70%         |
|  | 29600          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 175.3 | 168.85                 | 210     | 80.40            | 70%         |
|  | 29660          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 170.4 | 174.05                 | 210     | 82.88            | 70%         |
| CONCRETO CON 9% DE CENIZA DE CASCARILLA DE AJROZ   | 28980          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 181.7 | 156.50                 | 210     | 75.85            | 70%         |
|  | 28710          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 168.6 | 170.32                 | 210     | 81.13            | 70%         |
|  | 21400          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 168.6 | 126.95                 | 210     | 60.45            | 70%         |
|  | 22160          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 179.3 | 123.58                 | 210     | 58.85            | 70%         |
|  | 22060          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 175.3 | 125.78                 | 210     | 59.90            | 70%         |
| CONCRETO CON 9% DE CENIZA DE CASCARILLA DE AJROZ   | 21070          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 177   | 119.07                 | 210     | 56.70            | 70%         |
|  | 21070          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 176.7 | 119.23                 | 210     | 56.78            | 70%         |
|  | 21810          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 175.8 | 124.08                 | 210     | 59.09            | 70%         |
|  | 22110          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 170.4 | 129.75                 | 210     | 61.78            | 70%         |
|  | 21870          | 23/04/2020   | 30/04/2020      | 7    | 176.7 | 128.76                 | 210     | 58.94            | 70%         |


**Ingeniero Civil**  
 CIP: N° 228006  
**Walter D. Vera Yañez**  
 Tec. Laboratorio




ÁREA DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

### CONTROL DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

| ESTRUCTURA VACEADA                                    | CARGA APLICADA | FECHA DE VACEADO | FECHA DE ROTURA | DIAS | AREA  | RESISTENCIA | DISEÑO                 | % DE RESISTENCIA | % REQUERIDO |
|---|----------------|------------------|-----------------|------|-------|-------------|------------------------|------------------|-------------|
|   |                |                  |                 |      |       |             | kg/cm <sup>2</sup> F/c |                  |             |
| CONCRETO 0% DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ (PATRON) | 41950          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 373.4 | 241.08      | 210                    | 135.18           | 100%        |
|   | 41840          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 379.5 | 235.83      | 210                    | 131.11           | 100%        |
|   | 42615          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 175.5 | 242.77      | 210                    | 135.60           | 100%        |
| CONCRETO CON 3% DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ      | 43590          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 181.7 | 335.90      | 210                    | 139.98           | 100%        |
|   | 43950          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 375.4 | 250.71      | 210                    | 129.12           | 100%        |
|   | 44060          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 370.4 | 268.55      | 210                    | 112.04           | 100%        |
|   | 42980          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 181.7 | 236.55      | 210                    | 121.05           | 100%        |
|   | 43850          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 168.6 | 254.24      | 210                    | 123.37           | 100%        |
|   | 43670          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 168.6 | 259.07      | 210                    | 117.03           | 100%        |
| CONCRETO CON 5% DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ      | 44060          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 179.3 | 245.71      | 210                    | 118.82           | 100%        |
|   | 43780          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 175.3 | 209.74      | 210                    | 96.80            | 100%        |
|   | 35970          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 177   | 203.28      | 210                    | 98.14            | 100%        |
|   | 36420          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 176.7 | 206.10      | 210                    | 97.26            | 100%        |
|   | 35900          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 175.8 | 204.24      | 210                    | 102.02           | 100%        |
|   | 36510          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 170.4 | 214.25      | 210                    | 97.12            | 100%        |
|   | 36040          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 176.7 | 203.94      | 210                    | 97.87            | 100%        |
|   | 35680          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 173.4 | 205.73      | 210                    | 90.28            | 100%        |
|   | 33620          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 179.3 | 187.49      | 210                    | 94.23            | 100%        |
|   | 34730          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 175.5 | 197.85      | 210                    | 82.76            | 100%        |
| CONCRETO CON 7% DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ      | 30340          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 175.4 | 173.79      | 210                    | 83.94            | 100%        |
|   | 31010          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 175.3 | 176.28      | 210                    | 81.05            | 100%        |
|   | 30210          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 176.5 | 172.10      | 210                    | 84.81            | 100%        |
|   | 30400          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 181.7 | 178.32      | 210                    | 87.09            | 100%        |
|   | 32060          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 175.5 | 182.88      | 210                    | 88.95            | 100%        |
|   | 31830          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 170.4 | 196.76      | 210                    | 85.80            | 100%        |
|   | 32740          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 181.7 | 180.10      | 210                    | 92.80            | 100%        |
|   | 32850          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 168.6 | 194.88      | 210                    | 77.60            | 100%        |
|   | 27470          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 168.6 | 162.96      | 210                    | 75.90            | 100%        |
|   | 28580          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 179.3 | 159.38      | 210                    | 79.87            | 100%        |
| CONCRETO CON 9% DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ      | 27930          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 175.3 | 159.32      | 210                    | 80.09            | 100%        |
|   | 29760          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 177   | 168.18      | 210                    | 82.65            | 100%        |
|   | 30670          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 176.7 | 175.56      | 210                    | 79.84            | 100%        |
|   | 29470          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 175.8 | 167.05      | 210                    | 84.39            | 100%        |
|   | 30150          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 170.4 | 176.93      | 210                    | 80.63            | 100%        |
|   | 29920          | 23/04/2020       | 21/05/2020      | 28   | 176.7 | 169.31      | 210                    |                  |             |

 Arceheli Zegarra Joel Felipe  
Ingeniero Civil  
CIP: N° 225008

 Walter D. Vera Ybañez  
Tec. Laboratorio



### Anexo 3.Panel fotográfico

Gráfico N°17: Extracción de material



**Gráfico N°18: Quema de la cascarilla de arroz**



**Gráfico N°19: Ensayo de agregado - cuarteo**





**Gráfico N°20:** Ensayo de agregado – humedad, granulometría, peso específico.



**Gráfico N°21:** Ensayo de agregado – peso unitario



**Gráfico N°22: Preparación de las proporciones de los materiales.**



**Gráfico N°23: Ensayo del cono de Abrams o Slum**





**Gráfico N°24: Moldeado de testigos de concreto**



**Gráfico N°25: Rotura de testigos de concreto**

