

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

---

**“Comparación de la resistencia a la compresión de un  
concreto permeable convencional y un concreto permeable  
hecho con ceniza de cáscara de trigo, Huánuco 2022”**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Herrera Huarac, Neil Francois

ASESORA: Malpartida Valderrama, Yenerit Pamela

HUÁNUCO – PERÚ

2024



**UDH**  
UNIVERSIDAD DE HUANCAYO  
<http://www.udh.edu.pe>

#### TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Estructura

**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)**

**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:**

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería de la construcción

#### DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir:

Título Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

#### DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 48153786

#### DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 40847625

Grado/Título: Grado de Magíster en medio ambiente y desarrollo sostenible, con mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0000-0002-4594-1491

#### DATOS DE LOS JURADOS:

| Nº | APELLIDOS Y NOMBRES                 | GRADO                                                                          | DNI      | Código ORCID        |
|----|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------|
| 1  | Jacha Rojas, Johnny Prudencio       | Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible                               | 40895876 | 0000-0001-7920-1304 |
| 2  | Valdivieso Echevarría, Martín César | Maestro en gestión pública                                                     | 22416570 | 0000-0002-0579-5135 |
| 3  | Jara Trujillo, Alberto Carlos       | Maestro en Ingeniería, con mención en gestión ambiente y desarrollo sostenible | 41891649 | 0000-0001-8392-1769 |



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

### PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

#### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las **15:00** horas del día **jueves 16 de mayo de 2024**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- |                                          |              |
|------------------------------------------|--------------|
| • DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS       | - PRESIDENTE |
| • MG. MARTÍN CÉSAR VALDIVIESO ECHEVARRÍA | - SECRETARIO |
| • MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO       | - VOCAL      |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N.º 1101-2024-D-FI-UDH, para evaluar la **Tesis** intitulada: **“COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE CONVENCIONAL Y UN CONCRETO PERMEABLE HECHO CON CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO, HUÁNUCO 2022”** presentado por la Bachiller. **Neil Francois HERRERA HUARAC**, para optar el Título Profesional de Ingeniera civil.

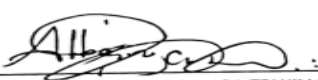
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándola **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de **14** y cualitativo de **SUFICIENTE** (Art. 47).

Siendo las 16:05 horas del día 16 del mes de mayo del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS  
DNI: 40865876  
ORCID: 0000-0001-7920-1304  
Presidente

  
MG. MARTÍN CÉSAR VALDIVIESO ECHEVARRÍA  
DNI: 22416570  
ORCID: 0000-0002-0579-5135  
Secretario

  
MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO  
DNI: 41891649  
ORCID: 0000-0001-8392-1769  
Vocal



### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: NEIL FRANCOIS HERRERA HUARAC, de la investigación titulada "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE CONVENCIONAL Y UN CONCRETO PERMEABLE HECHO CON CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO, HUÁNUCO 2022", con asesor YERENIT PAMELA MALPATIDA VALDERRAMA, designada mediante documento, con RESOLUCIÓN N° 427-2023-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 21 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 02 de julio de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO,

FERNANDO F. SILVERIO BRAVO

D.N.I.: 47074047

D.N.I.: 40618286

cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421

cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

Jr. Hermilio Valdizán NP 871 — Jr. Progreso N 650 — Teléfonos: (062) 511-113

Telefax: (062) 513-154  
Huánuco - Perú

## 11. Herrera Huarac, Neil Francois.docx

### INFORME DE ORIGINALIDAD

|                     |                     |               |                         |
|---------------------|---------------------|---------------|-------------------------|
| <b>21</b> %         | <b>22</b> %         | <b>2</b> %    | <b>10</b> %             |
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

### FUENTES PRIMARIAS

|          |                                                                      |            |
|----------|----------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1</b> | <b>hdl.handle.net</b><br>Fuente de Internet                          | <b>8</b> % |
| <b>2</b> | <b>repositorio.udh.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                  | <b>4</b> % |
| <b>3</b> | <b>repositorio.ucv.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                  | <b>1</b> % |
| <b>4</b> | <b>repositorio.usmp.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                 | <b>1</b> % |
| <b>5</b> | <b>Submitted to Universidad de Huanuco</b><br>Trabajo del estudiante | <b>1</b> % |



RICHARD J. SOLIS TOLEDO,  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO  
D.N.I.: 40618286  
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

## **DEDICATORIA**

La investigación realizada y culminada, está dedicada a nuestro señor Dios, al creador de todo.

A mis padres, Sr. Glicederio Herrera Cayas y Sra. Maximina Cresenta Huarac Calixto, por brindarme su amor único, inculcarme los valores y ser perseverante en cada situación.

A mi Esposa, por ser mi amor, compañera, y así poder apoyarnos en la culminación de nuestra carrera.

A mis hermanos, por ser mi motivación y un ejemplo para ellos.

A mi familia, por su apoyo en motivacional y estar siempre cuando se le necesita.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Académica de Ingeniería Civil y los docentes, ya que gracias a ellos pudimos adquirir mayores conocimientos, tanto de sus trabajos que pudieron tener como ingenieros de residencia en obras o de gabinete.

A mi asesora la Ing. Malpartida Valderrama, Yenerit Pamela, por haber direccionado y haber aportado en la culminación de mi investigación.

Al Ing. Jerry Marlon Dávila Martel e Ing. Hamilton Abal García, por su apoyo continuo en la elaboración y culminación de esta investigación. Gracias a su experiencia como ingenieros, me permitió adquirir mayores conocimientos en las épocas de estudiante.

Agradezco a mis padres, familia, pareja, colegas y amigos, que me apoyaron hacia la formación profesional. Dándome su apoyo incondicional y confianza puesta hacia mí persona.

A todos ellos mi agradecimiento de todo corazón.

## ÍNDICE

|                                              |      |
|----------------------------------------------|------|
| DEDICATORIA .....                            | II   |
| AGRADECIMIENTO .....                         | III  |
| ÍNDICE .....                                 | IV   |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                       | VII  |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                        | IX   |
| RESUMEN.....                                 | XI   |
| ABSTRACT.....                                | XII  |
| INTRODUCCIÓN.....                            | XIII |
| CAPÍTULO I.....                              | 13   |
| PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN .....           | 13   |
| 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....          | 13   |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....          | 14   |
| 1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....                 | 14   |
| 1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....           | 14   |
| 1.3. OBJETIVOS.....                          | 14   |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....                 | 14   |
| 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....            | 14   |
| 1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN ..... | 15   |
| 1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....  | 17   |
| 1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....     | 17   |
| CAPÍTULO II.....                             | 19   |
| MARCO TEÓRICO .....                          | 19   |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....  | 19   |
| 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....     | 19   |
| 2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES .....         | 20   |
| 2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES .....            | 22   |
| 2.2. BASES TEÓRICAS .....                    | 23   |
| 2.2.1. CONCRETO PERMEABLE .....              | 23   |
| 2.2.2. APLICACIONES .....                    | 24   |



|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| 2.2.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS .....             | 25 |
| 2.2.4. COMPONENTES DEL CONCRETO PERMEABLE ..... | 27 |
| 2.2.5. PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE ..... | 29 |
| 2.2.6. CRITERIOS DE DISEÑO DE MEZCLA.....       | 34 |
| 2.2.7. PROCEDIMIENTO DE PROPORCIONAMIENTO.....  | 36 |
| 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES .....            | 38 |
| 2.3.1. PERMEABILIDAD .....                      | 38 |
| 2.3.2. POROSIDAD .....                          | 38 |
| 2.3.3. TRABAJABILIDAD .....                     | 38 |
| 2.3.4. AGREGADOS .....                          | 39 |
| 2.3.5. RESISTENCIA A COMPRESIÓN.....            | 39 |
| 2.3.6. ESCORRENTIA SUPERFICIAL .....            | 39 |
| 2.3.7. DURABILIDAD .....                        | 39 |
| 2.3.8. CURADO .....                             | 39 |
| 2.4. HIPÓTESIS.....                             | 40 |
| 2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL .....                  | 40 |
| 2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA. ....               | 40 |
| 2.5. VARIABLES.....                             | 40 |
| 2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE .....             | 40 |
| 2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE.....                | 40 |
| 2.6. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES .....      | 41 |
| CAPÍTULO III.....                               | 42 |
| METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....            | 42 |
| 3.1 TIPO DE INVESTIGACION .....                 | 42 |
| 3.1.1 ENFOQUE.....                              | 42 |
| 3.1.2 ALCANCE O NIVEL .....                     | 42 |
| 3.1.3 TIPO DE DISEÑO .....                      | 42 |
| 3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....                    | 43 |
| 3.2.1 POBLACIÓN.....                            | 43 |
| 3.2.2 MUESTRA.....                              | 43 |

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| 3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ... | 44 |
| CAPÍTULO IV .....                                       | 75 |
| RESULTADOS .....                                        | 75 |
| 4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS .....                        | 75 |
| 4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS.....                     | 79 |
| CAPÍTULO V .....                                        | 85 |
| DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....                            | 85 |
| CONCLUSIONES .....                                      | 87 |
| RECOMENDACIONES.....                                    | 88 |
| BIBLIOGRAFÍA.....                                       | 89 |
| ANEXOS.....                                             | 94 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 Textura de una muestra de concreto permeable .....                                                                                | 24 |
| Figura 2 Áreas empleadas: a. Viabilidad con tráfico, b. Estacionamiento. c. Andadores .....                                                | 25 |
| Figura 3 Comparación de dos superficies después de una nevada, la primera con asfalto y la segunda con concreto permeable .....            | 26 |
| Figura 4 El concreto por encima tiene el tamaño de 1/4", y el de abajo es de un tamaño de 3/4" .....                                       | 28 |
| Figura 5 Cono de Abrams .....                                                                                                              | 30 |
| Figura 6 Estructura interna de un concreto permeable .....                                                                                 | 32 |
| Figura 7 Asociación entre el contenido de aire y la resistencia a la compresión a 28 días para agregados de 3/8" y 3/4" .....              | 34 |
| Figura 8 Especímenes con distintas cantidades de agua: (a) con escasa agua, (b) suficiente agua, (c) con excesiva agua.....                | 35 |
| Figura 9 Asociación entre el contenido de pasta del árido n. ° 8 (3/8") y el contenido de huecos.....                                      | 38 |
| Figura 10 Fotos de la recolección de material de la cantera Zona Cero .....                                                                | 46 |
| Figura 11 Foto de los tamices.....                                                                                                         | 48 |
| Figura 12 Foto para la realización del ensayo de densidad relativa .....                                                                   | 50 |
| Figura 13 Foto de la compactación de la última capa del agregado grueso con varilla .....                                                  | 54 |
| Figura 14 Foto del nivelado de la última capa con regla metálica.....                                                                      | 54 |
| Figura 15 Asociación entre la resistencia a la compresión a los 28 días y el contenido de vacíos para agregados de tamaño N°67 Y N°8 ..... | 58 |
| Figura 16 Con un agregado de tamaño N. ° 8, existe una asociación entre el contenido de pasta y el contenido de vacíos .....               | 59 |
| Figura 17 Foto de la ceniza de cáscara de trigo empleado para los diseños de mezcla .....                                                  | 65 |
| Figura 18 Foto del llenado del cono de abrams con concreto.....                                                                            | 66 |
| Figura 19 Foto de la compactación del concreto con 25 golpes .....                                                                         | 67 |
| Figura 20 Foto del cono de Abrams junto al concreto permeable .....                                                                        | 67 |

|                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 21 Foto al momento de medir el asentamiento del concreto permeable .....                         | 67  |
| Figura 22 Foto del pesaje de materiales para un concreto permeable con 20% de A.F .....                 | 68  |
| Figura 23 Foto del pesaje de materiales para un concreto permeable con ceniza de cáscara de trigo ..... | 69  |
| Figura 24 Fotos del llenado de los especímenes en sus respectivas capas                                 | 69  |
| Figura 25 Foto del curado de los especímenes .....                                                      | 70  |
| Figura 26 Foto de la probeta en la prensa hidráulica .....                                              | 72  |
| Figura 27 Resistencia a la compresión del segundo diseño de mezcla .....                                | 76  |
| Figura 28 Resistencia a la compresión del tercer diseño de mezcla .....                                 | 77  |
| Figura 29 Resistencia a la compresión del cuarto diseño de mezcla .....                                 | 78  |
| Figura 30 Recolección de material de la cantera Zona cero .....                                         | 110 |
| Figura 31 Ceniza de cascar de trigo .....                                                               | 110 |
| Figura 32 Materiales requeridos para el diseño patrón .....                                             | 111 |
| Figura 33 Materiales requeridos para el diseño patrón .....                                             | 111 |
| Figura 34 Llenado del cono de abrams .....                                                              | 112 |
| Figura 35 Apisonado del concreto con 25 golpes .....                                                    | 112 |
| Figura 36 Medición del asentamiento del concreto permeable .....                                        | 113 |
| Figura 37 Llenado de concreto permeable en las probetas .....                                           | 113 |
| Figura 38 Curado de probetas .....                                                                      | 114 |
| Figura 39 Probeta en la prensa hidráulica .....                                                         | 114 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 Datos de b/bo .....                                                                                     | 36 |
| Tabla 2 Cantidad de muestras a elaborar .....                                                                   | 44 |
| Tabla 3 Tamices empleados para determinar la granulometría .....                                                | 48 |
| Tabla 4 Características de los materiales .....                                                                 | 55 |
| Tabla 5 Valor de b/bo según el porcentaje de agregado fino y N.º de agregado<br>.....                           | 56 |
| Tabla 6 Volúmenes absolutos del primer diseño de mezcla con 20% de<br>agregado fino .....                       | 60 |
| Tabla 7 Valores obtenidos para el diseño de mezcla para un concreto<br>permeable con 20% de agregado fino ..... | 61 |
| Tabla 8 Cantidad requerida de materiales para el primer diseño (PATRON)<br>.....                                | 62 |
| Tabla 9 Cantidad requerida de materiales para el segundo diseño .....                                           | 63 |
| Tabla 10 Cantidad requerida de materiales para el tercer diseño .....                                           | 63 |
| Tabla 11 Cantidad requerida de materiales para el cuarto diseño .....                                           | 64 |
| Tabla 12 Ensayos del concreto en estado fresco .....                                                            | 65 |
| Tabla 13 Ensayos del concreto en estado endurecido .....                                                        | 70 |
| Tabla 14 Instrumento de recolección de datos. ....                                                              | 73 |
| Tabla 15 Resultado de la media de la resistencia a la compresión del primer<br>diseño de mezcla .....           | 75 |
| Tabla 16 Resultado de la media de la resistencia a la compresión del segundo<br>diseño de mezcla .....          | 76 |
| Tabla 17 Resistencia a la compresión del tercer diseño de mezcla .....                                          | 77 |
| Tabla 18 Resistencia a la compresión del cuarto diseño de mezcla .....                                          | 78 |
| Tabla 19 Análisis de normalidad HE1 .....                                                                       | 79 |
| Tabla 20 Análisis de homogeneidad de varianzas HE1 .....                                                        | 80 |
| Tabla 21 Prueba de hipótesis HE1 .....                                                                          | 80 |
| Tabla 22 Análisis de normalidad HE2 .....                                                                       | 81 |
| Tabla 23 Análisis de homogeneidad de varianzas HE2 .....                                                        | 82 |
| Tabla 24 Prueba de hipótesis HE2 .....                                                                          | 82 |
| Tabla 25 Análisis de normalidad HE3 .....                                                                       | 83 |

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| Tabla 26 Análisis de homogeneidad de varianzas HE3 ..... | 84 |
| Tabla 27 Prueba de hipótesis HE3.....                    | 84 |

## RESUMEN

En la investigación realizada, se comparará las medias de la resistencia a la compresión. Los diseños de mezcla que se elaboraron, están constituidos por el agregado grueso, agregado fino, agua, cemento y sustituciones porcentuales de ceniza de cáscara de trigo.

La resistencia se medirá con 20 muestras de probetas cilíndricas y se determinará a la edad de 28 días con la correspondiente ruptura.

La investigación elaborada se pudo dividir en tres fases: El primero se basó a recolección de antecedentes y fundamentos teóricas relacionadas a nuestro trabajo; la segunda correspondió a la elaboración de los cuatro diseños de mezcla con su respectiva sustitución porcentual del 15%, 20% y 25% del agregado fino por la ceniza de cascara de trigo, teniendo un a/c igual a 0.40, contenido de vacíos igual a 18%, como única resistencia inicial de 175 kg/cm<sup>2</sup>. Estos diseños nos permitirán realizar el ensayo de ruptura de las probetas en laboratorio, como única edad de 28 días, dicho ensayo nos ayuda a obtener la propiedad requerida del concreto. Para ello vamos a enfocarnos en las normas ACI 522R-10, NTP y ASTM vinculado a la presente investigación; tercero, continuamos con la discusión de lo obtenido tanto en tablas y en figuras que se realizaron.

Por último, se concluye que la sustitución porcentual de 20% y 25% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo aumenta la propiedad como objetivo para el concreto.

**Palabras clave:** Permeable, convencional, ceniza de cáscara de trigo, contenido de vacíos y resistencia a la compresión.

## ABSTRACT

In the investigation carried out, it is sought to compare the means of the resistance to compression. The mix designs that were elaborated, is constituted by the coarse aggregate, fine aggregate, water, cement and percentage substitutions of wheat husk ash.

The resistance will be measured with 20 samples of cylindrical test tubes and will be determined at the age of 28 days with the corresponding rupture.

The research carried out could be divided into three phases: The first was based on collecting background information and theoretical foundations related to our work; the second corresponded to the elaboration of the four mix designs with their respective percentage replacement of 15%, 20% and 25% of the fine aggregate by wheat husk ash, having a w/c equal to 0.40, void content equal to at 18%, as the only initial resistance of 175 kg/cm<sup>2</sup>. These designs will allow us to carry out the rupture test of the specimens in the laboratory, as the only age of 28 days, this test helps us to obtain the required property of the concrete. For this we are going to focus on the ACI 522R-10, NTP and ASTM standards linked to our research; third, we continue with the discussion of what was obtained both in tables and in figures that were made.

Finally, it is concluded that the percentage substitution of 20% and 25% of the fine aggregate by wheat husk ash increases the target property for concrete.

**Keywords:** Permeable, conventional, wheat husk ash, void content and compressive strength.



## INTRODUCCIÓN

El uso del concreto convencional en la ejecución de muchos proyectos, ha permitido en épocas de lluvia el aumento de las escorrentías, la contaminación de los ríos por el arrastre de las basuras a las colectoras y la disminución de la infiltración del agua a los mantos acuíferos.

Por lo tanto, se tomó como solución al concreto permeable y a su vez mejorar su propiedad de la resistencia a la compresión. Los componentes del concreto permeable son idénticos a los del convencional, pero con un 20% del agregado fino en la solución. El concreto suele tener una baja resistencia porque sólo contiene una limitada cantidad de partículas finas. El objetivo de es aumentar la resistencia sustituyendo una parte del agregado fino por ceniza de cáscara de trigo.

La investigación se justifica por las razones mencionadas para comparar los promedios de los cuatro diseños de mezcla que se elaboraran y confirmar así la mejora de la resistencia.

La elaboración de los cuatro diseños para un concreto permeable nos permitió comparar las medias de sus resistencias, el primer diseño tendrá cemento, agregado grueso, 20% de agregado fino, cemento y agua. El segundo, tercero y cuarto diseño de mezcla tiene los mismos materiales que el primer diseño, a diferencia que hay una sustitución porcentual del 15%, 20% y 25% respectivamente del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo.

Por último, se analizan y se continúa con los resultados obtenidos en laboratorio, para verificar la hipótesis, teniendo así optimas conclusiones y recomendaciones.

# **CAPÍTULO I**

## **PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

En el mundo, el concreto permeable ya viene siendo usado hace más de un siglo, sin permitir su uso adecuado, pero hace algunos años se inicia a ser usado en USA, Europa, Australia, entre otros países ya que se generan escurrimientos superficiales en las calles, banquetas y casas en épocas de lluvia. En base a las investigaciones a lo largo del tiempo y estudios previos a permitido a obtener mejores resultados en resistencia y durabilidad (Hiriart, 2016).

En el Perú, se ha dado un crecimiento urbano acelerado. Este crecimiento ha provocado que durante las épocas de lluvia se genere la baja circulación de las personas, debido a que en algunas áreas de la superficie del pavimento se encuentra llenas de líquido. El empleo del concreto permeable como solución a los eventos que se generan en épocas de lluvia, permitirá tener una circulación adecuada de la población.

En nuestra ciudad, se viene realizando la ejecución de muchos proyectos, en la cual se emplea como primordial elemento el concreto, dicho elemento es impermeabilizado con materiales como; asfalto, productos bituminosos, baldosas, etc. Estos materiales al ser impermeables retienen el calor produciendo un aumento de la temperatura ambiental y aumento de los niveles de escorrentía, disolviendo y arrastrando toda la contaminación generada por la población hacia los colectores, teniendo un radical incremento del caudal, llevándolo a colapsar o generarse desbordes de ríos.

Al haber desarrollado los aspectos negativos mencionados del concreto convencional, se plantea una solución al problema que vendría a ser el concreto permeable. En el estudio se realizará cuatro diseños de concreto permeable, obteniendo así resultados óptimos que nos pueda permitir su uso adecuado en futuros proyectos.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

PG: ¿Cuál es la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable hecho con ceniza de cáscara de trigo, Huánuco - 2022?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

PE1: ¿Cuál es la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 15% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días?

PE2: ¿Cuál es la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 20% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días?

PE3: ¿Cuál es la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 25% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

OG: Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable hecho con ceniza de cáscara de trigo, Huánuco - 2022.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

OE1: Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 15% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días.

OE2: Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 20% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días.

OE3: Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 25% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La justificación institucional en el departamento de Huánuco, en la actualidad no se ha empleado el concreto permeable en los proyectos que se viene ejecutando en nuestra ciudad, es por ello que se toma como solución al concreto permeable a los problemas que se genera en épocas de lluvia, dándoles una mejor calidad de vida. Al ser de gran importancia el concreto permeable (concreto ecológico) se realiza la presente investigación y afianzar el conocimiento en nuestra ciudad referido a la investigación que se está realizando.

Por ello, se busca realizar la comparación entre las medias de las resistencias de los diseños de mezcla, con y sin ceniza de cáscara de trigo, y así tener la opción de elegir el más óptimo, la cual nos permitirá usar en obras de pequeñas y gran envergadura en beneficio de la población.

La justificación para la ingeniería nos permitirá adquirir y conocer mayores beneficios que puede tener el elemento a estudiar para el uso adecuado en la ciudad de Huánuco.

Para tener resultados del concreto se realizarán diseños de mezcla bajo la Norma ACI 522R-10. Cuyos efectos nos determinaran la resistencia del concreto en su respectiva edad, donde dicho elemento estará constituido por materiales que nos permitan determinar un diseño de mezcla óptima y así cumplir con las especificaciones necesarias.

La realización de esta investigación permitirá afianzar el conocimiento respecto al tema planteado y aportar con ensayos realizados para las futuras investigaciones. De esta manera el concreto permeable nos permitirá dar solución a los problemas planteados que se generan durante época de lluvia en áreas como; veredas, áreas de recreación o circulación, grandes avenidas y parques. Esta solución nos permitirá tener una óptima evacuación de las aguas pluviales, mejorar la circulación de las personas en las áreas mencionadas, incremento de los mantos acuíferos.

La justificación social de la investigación tendrá como resultado una pulcra ciudad, más salubre y contar con un impacto antrópico óptimo. Por lo que se plantea al concreto permeable como solución a los problemas mencionados en áreas tales como; veredas, áreas de recreación o circulación, grandes avenidas y parques.

La justificación económica referido al concreto permeable se da desde el bajo costo en su instalación en comparación de otros sistemas empleados, como ya no son necesarios los estanques de retención ni los taludes, se minimiza la necesidad de ampliar la capacidad de drenaje de las aguas pluviales y el consumo de áridos es menor en comparación con el concreto estándar.

En este estudio se crearán cuatro diseños de mezcla, para un concreto permeable añadiendo ceniza de cáscara de trigo. Los materiales tales como; los agregados, cemento, ceniza cáscara de trigo y agua, son de fáciles de adquirirlos y transportarlos por la demanda que tienen. El ensayo normado que se requiere para esta investigación serán la resistencia a la compresión, dicho ensayo se realizará en los laboratorios teniendo un precio muy bajo y por ello se podrá contar con los recursos económicos.

La justificación ambiental el elemento a estudiar siendo poroso, permite que las lluvias que se generen, estas se puedan absorber en su totalidad y así incrementar los volúmenes de las aguas subterráneas. A la vez el concreto tiene como función la purificación de elementos peligrosos para el agua.

### **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

- El concreto permeable será objeto de experimentos en estado fresco y endurecido.
- En el diseño de mezcla se utilizará agregados metamórficos con características estandarizadas para concretos normales.
- La resistencia a la compresión es de 400 a 4000 psi (2.8 a 280 MPa).
- La aplicación de concreto permeable en esta investigación será en áreas tales como; veredas, áreas de recreación o circulación, grandes avenidas y parques.
- Se procederá con la ruptura de las probetas en estado endurecido con la única edad de 28 días.
- Para la determinación de las resistencias, se realizará mediante el promedio que se obtuvo de las resistencias de las 5 probetas de cada diseño de mezcla.
- No se incluyó datos meteorológicos, ni diseños hidrológicos e hidráulicos en esta investigación.

### **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente proyecto nos permitirá realizar la comparación de la resistencia, donde se sustituirán porcentualmente el agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo. Dichas sustituciones nos permitirán acrecentar la resistencia y será viable porque se contará con los siguientes recursos:

- **Recursos Técnica:**

La investigación realizada estará enfocada en la ciudad de Huánuco, donde existen varios laboratorios para poder realizar los ensayos que se requieren. Dichos ensayos se podrán obtener de los cuatro diseños de mezclas que se van a realizar. Los resultados que se obtengan, nos permitirán comparar los resultados obtenidos en laboratorio y así poder elegir el óptimo diseño de mezcla.

- **Recursos Teóricos:**

La investigación se podrá contar con idónea información a nivel de la ciudad de Huánuco, nacionales e internacionales como recursos informáticos (internet), publicaciones, escritos, entre otros. Existen investigaciones que permitieron afianzar el conocimiento relacionado al concreto permeable; es por ello, que se eligió como agregado grueso al calibre de 3/8".

- **Recursos Social:**

La investigación no se va a alterar ni causar perjuicio a la población, comunidades, mucho menos ambientales; lo que intenta responder o dar soluciones a los inconvenientes que se generan durante las temporadas de lluvia en la ciudad de Huánuco.

- **Recursos Económicos:**

La investigación presentada será viable en cuanto a la economía, porque se cuenta con la disponibilidad de recursos económicos y humanos para realizar el trabajo, que limite el estudio de la problemática planteada.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Como antecedentes internacionales se presenta las tesis recopiladas:

Juárez Cardozo (2018) en su tesis titulada “Construcción de un Sistema de Captación de agua pluvial mediante el uso de Concreto Permeable”, presentado a la Universidad Nacional Autónoma de México, para obtener el grado de Ingeniero Civil. Tiene como objetivo de apoyar a la Fes Aragón en plantear la recolección de las precipitaciones pluviales, siendo factible su uso y tener su disposición en la escuela, en el que concluye que la implementación de pavimentos de concreto permeable en la Facultad de Estudios Superiores Aragón (UNAM) es viable. Dicho concreto tiene como función de infiltrar el escurrimiento y a la vez de ser un pavimento ligero, teniendo óptimos resultados, disminuyendo notablemente los escurrimientos que se generan en épocas de lluvia. Se piensa que las grandes ventajas del concreto permeable es su permeabilidad total, que está muy relacionada con el porcentaje de huecos, porque cuanto mayor es el porcentaje de huecos, tiende a incrementarse la permeabilidad, influyendo de manera desfavorable la resistencia y el peso volumétrico, lo que requiere un diseño de la mezcla que tenga en cuenta los factores mencionados.

Guzmán Camacho (2016) En su tesis titulada “Concreto Permeable, Ventajas y Desventajas de su uso en vías urbanas de bajo tránsito, en comparación con el concreto hidráulico convencional como solución a los problemas de inundaciones en zonas aledañas al humedal de Jaboque, localidad de Engativá”, presentado a la Universidad Militar Nueva Granada, para obtener el grado de Especialista en Ingeniería de Pavimentos. Esta investigación tiene como propósito de verificar las



ventajas y desventajas en el uso de pavimentos de bajo tránsito, entre un concreto permeable y un concreto hidráulico, en zonas en donde se generen inundaciones en épocas de lluvia de baja y gran intensidad, en el que concluye al ser demasiado poroso este tipo de concreto se debe de usar únicamente en vías de bajo tránsito y con lugares que tengan inundaciones continuas como es el caso del estudio en Engativá. Al incorporar fibras en el diseño, se pudo mejorar los resultados en la propiedad de la resistencia, dichos resultados nos pueden permitir el uso del concreto en pavimentos en lugares con volúmenes de tráfico medios y altos.

Méndez Z. & Mosqueda V. (2016) En su tesis titulada “Estudio de la Resistencia del Concreto Permeable para Pavimentos”, presentado a la Universidad De Carabobo, para obtener el grado de Ingeniero Civil. Cuyo objetivo tuvo como finalidad de verificar la resistencia a la compresión del concreto permeable en un laboratorio. En esta investigación concluye que los resultados obtenidos laboratorio, tanto para un diseño sin y con agregado fino, se tuvo como resultado para la resistencia promedio a la flexión de 25,964 Kg/cm<sup>2</sup> y 12,163 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, estos resultados son buenos ya que se encuentran dentro de los parámetros que se requieren, estos resultados nos permitirán elaborar mejores diseños de mezcla y por ende mejores concretos. Los resultados obtenidos en el laboratorio para el peso específico y la permeabilidad para el diseño que no contiene el agregado fino son de 1703,77 Kg/m<sup>3</sup> y 24,53mm/s respectivamente, y para el diseño de mezcla que contiene el agregado fino se tiene como resultado de 1947 Kg/m<sup>3</sup> de 22,317mm/s respectivamente.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Como antecedentes nacionales se presenta las tesis recopiladas:

Pérez Gordillo (2017) En su tesis titulada “Influencia de la granulometría del agregado grueso en las propiedades mecánicas e hidráulicas de un concreto permeable, Trujillo 2017”, presentado a la

Universidad Privada Del Norte, para obtener el grado de Ingeniero Civil. En esta investigación tiene como objetivo de verificar el comportamiento que tiene en la propiedad mecánica e hidráulica el agregado grueso. Cuya conclusión tuvo como resultado el diseño de mezcla para los tamaños de 1/2", 3/8" y N.º 4 para el agregado grueso, teniendo como dato para la proporción a/c de 0.35, con un 15% de poros, con el 8% de agregado fino, con 25.20 % de contenido de pasta y un b/bo de 0.94. Dichos datos permitieron determinar óptimos resultados en las propiedades, la cual conlleva a su verificación de acuerdo a la norma ACI, donde dichos resultados se encuentran dentro lo estipulado.

Morales Espinoza (2018) En su tesis titulada "Resistencia a la compresión de un concreto permeable vs uno convencional, utilizando agregados de la cantera shonguwarqui del Distrito de Chingas, Provincia Antonio Raymondi", presentado a la Universidad San Pedro, para obtener el grado de Ingeniero Civil. Dicha investigación tiene cuyo objetivo es realizar la comparación entre la propiedad mecánica del concreto permeable vs uno convencional, empleando en el diseño de mezcla agregados gruesos y agregados finos de la cantera Shonguwarqui del Distrito de Chingas, Provincia Antonio Raymondi. De acuerdo a lo estipulado en la norma ACI 522R, menciona que la propiedad mecánica del concreto tiene que estar en los límites de 28.55 kg/cm<sup>2</sup> a 285.51 kg/cm<sup>2</sup>, sosteniendo como conclusión que los valores obtenidos en el laboratorio para la resistencia a la compresión se encuentran dentro de los límites establecidos que son 122.88 kg/cm<sup>2</sup> y 164.63 kg/cm<sup>2</sup> para grabas cuyos tamaños para el agregado grueso son de ¾" y 3/8" respectivamente. Los datos alcanzados de la permeabilidad, se encuentra en los límites establecidos por la ACI 522R.

Bautista Pereda (2018) En su tesis titulada "Diseño de pavimento rígido permeable para la evacuación de agua pluviales según la Norma ACI 522R-10", presentado a la Universidad De San Martin De Porres, para obtener el grado de Ingeniero Civil. Dicha investigación tiene como objetivo realizar un pavimento rígido permeable teniendo como norma a

emplear la ACI 522R-10, teniendo como conclusión que las mezclas elaboradas sin el agregado fino tienen bajas propiedades mecánicas. Para el primer diseño elaborado, obtuvo resultados para la resistencia a la compresión y flexión de 51.3 kg/cm<sup>2</sup> y 22.35 kg/cm<sup>2</sup> en el orden dado, todos estos resultados se obtuvieron con única edad de 28 días. Para el quinto diseño de mezcla elaborado se obtuvo óptimos resultados, teniendo resultados para el coeficiente de 0.20 cm/s, para la resistencia se obtuvo 177.98 kg/cm<sup>2</sup>, dicho resultado supera por lejos lo requerido para pavimentos de vías locales que es 45 .07 kg/cm<sup>2</sup>.

Arteaga Álvarez & Patiño Cifuentes (2018) En su tesis titulada “Análisis de contenidos de vacíos para el diseño de mezclas del concreto permeable con aditivo SikaCem en pavimentos Lima, 2018”, presentado a la Universidad Cesar Vallejo, para obtener el grado de Ingeniero Civil. Dicha investigación busca como objetivo de encontrar tanto para el porcentaje de vacíos y para la mezcla, tener óptimos resultados para un concreto permeable añadiendo SikaCem. En esta investigación se tiene como conclusión que teniendo un 14% de contenido de vacíos en la mezcla se obtuvo para la resistencia el valor de 162.5 kg/cm<sup>2</sup>, teniendo un 18% de contenido de vacíos en el diseño se obtuvo para la resistencia el valor de 195 kg/ cm<sup>2</sup>, teniendo un 20% de contenido de vacíos en el diseño se obtuvo para la resistencia el valor de 171.1 kg/ cm<sup>2</sup> y por último teniendo un 23% de contenido de vacíos en el diseño se obtuvo para la resistencia el valor de 108.1 kg/ cm<sup>2</sup>. Dichos resultados nos pueden permitir en elegir el mejor resultado que vendría a ser el 18% de contenido de vacíos.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

Como antecedentes locales se presenta las tesis recopiladas:

Escalante Serrano (2019) En su tesis titulada “Análisis comparativo de resistencia a compresión y permeabilidad de concreto poroso adicionado con fibras de vidrio con agregados de la cantera de Huancachupa con respecto a un concreto poroso de agregado fino -

Huánuco 2019”, presentado a la Universidad Nacional Herminio Valdizán, para obtener el grado de Ingeniero Civil. Dicha investigación busca como objetivo de realizar la comparación tanto para la resistencia como para la permeabilidad de un concreto poroso, incorporando fibras de vidrio y agregado fino en los diseños de mezcla que se van a elaborar. Teniendo como conclusión que el diseño de mezcla que se le incorpora el agregado tiene mejores resultados que el diseño de mezcla que se le incorpora fibras de vidrio.

Altamirano Piñan (2019) En su tesis titulada “Elaboración del concreto permeable para transito liviano usando agregados de la cantera de Santa María del Valle La Despensa Huánuco - 2019”, presentado a la Universidad de Huánuco, para obtener el grado de Ingeniero Civil. Dicha investigación tiene finalidad de verificar cómo influye los agregados de la cantera de Santa María La Despensa del Valle tanto en la resistencia como en la permeabilidad para un concreto permeable para transito liviano, teniendo como resultado para el primer diseño sin el agregado fino valores de 81.41 kg/cm<sup>2</sup>, 86.95 kg/cm<sup>2</sup> y 91.87 kg/cm<sup>2</sup> a los 7, 14, 28 días respectivamente y una permeabilidad promedio de 1.59 cm/s. En el segundo diseño con un 20% de agregado fino se tuvo como resultado valores de 139.62 kg/cm<sup>2</sup>, 157.88 kg/cm<sup>2</sup> y 163.61 kg/cm<sup>2</sup> a los 7, 14, 28 días respectivamente y una permeabilidad promedio de 0.26 cm/ 1.59 cm/s, estando estos resultados dentro de lo estipulado por la ACI522R-10.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. CONCRETO PERMEABLE**

Definido también con el nombre de concreto poroso, con niveles altos de porosidad, tiene como elementos principales en su diseño de mezcla al agregado grueso, al cemento Portland, al agua y en pequeñas proporciones al agregado fino. Al realizar la mezcla de dichos elementos se obtendrá un material entrelazado entre sus poros (ACI 522R, 2010).

El concreto al contar con poros, permite el paso del agua a diferencia de un concreto convencional, ya que es un material en su totalidad muy compacto.

**Figura 1**

*Textura de una muestra de concreto permeable*



*Nota. Southeast Cement Associatio*

### **2.2.2. APLICACIONES**

Tiene como uso prioridad de ser usado en superficies de uso vehicular y peatonal, teniendo como finalidad de la infiltración de las aguas provocadas por las lluvias a los mantos acuíferos, la cual nos permitirá reducir o descartar el uso de los drenajes pluviales (Rogelio, 2017).

Según el ACI 522R-10, sus aplicaciones son las siguientes:

- Espacios donde haya estacionamientos.
- Veredas, áreas de recreación o circulación
- Grandes avenidas y parques.
- Zonas empleadas por las bicicletas.
- Patios y jardines.
- Áreas de zoológicos.

- Superficies de lavado de autos.

**Figura 2**

*Áreas empleadas: a. Viabilidad con tráfico, b. Estacionamiento. c. Andadores*



*Nota.* (Pérez, 2009)

### **2.2.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS**

Según Pérez (2009) las ventajas y desventajas son:

#### ✓ **Ventajas**

Debido a la capacidad del pavimento permeable para infiltrar el agua, aumenta la cantidad de acuíferos creados por las precipitaciones.

Disminuir en su gran totalidad la contaminación de las aguas generadas por las lluvias.

Permite la filtración de sustancias que llegan a producir la contaminación de aguas que se encuentran bajo superficie.

Reducir el uso de las alcantarillas.

Al tener de 15% al 35% de porosidad, la temperatura en su interior del elemento tiende a ser mínima.

Prevenir los encharcamientos.

El uso en su totalidad en los estacionamientos, ya que no abra áreas donde haya contención de aguas.

Disminución del ruido.

Una fluidez óptima del tráfico durante la lluvia, lo que beneficia tanto a los vehículos como a los peatones y reduce los accidentes.

Una reducción de 20% a 25% de su peso en comparación con el concreto convencional, ya que no cuenta con acero ni agregado fino.

### **Figura 3**

*Comparación de dos superficies después de una nevada, la primera con asfalto y la segunda con concreto permeable*



*Nota.* (Pérez, 2009)

### ✓ Desventajas

Según Pérez (2009), nos indica las desventajas del concreto permeable como son:

Llegar a perder permeabilidad al transcurrir el tiempo, generado por material fino al obstruirse sus poros.

Reducción notoria de la resistencia al desgaste en comparación con el concreto convencional.

Se necesita realizar un mantenimiento continuo, este procedimiento nos permitirá tener mayor tiempo de uso del concreto.

La resistencia a la compresión notoriamente disminuye.

#### **2.2.4. COMPONENTES DEL CONCRETO PERMEABLE**

Definido también con nombre de concreto poroso, con niveles altos de porosidad, tiene como elementos principales en su diseño de mezcla al agregado grueso, al cemento Portland, al agua y en pequeñas proporciones al agregado fino. Al realizar la mezcla de dichos elementos se obtendrá un material entrelazado entre sus poros (Perez Gordillo, 2017).

##### **2.2.4.1 AGUA**

Para todo tipo de concreto el agua tiene los mismos parámetros para su uso. Sabiendo que el actuar del concreto es poco pronosticable, la dosificación del agua se añade al diseño debe ser verificada, para evitar que altere las propiedades tanto para la resistencia y trabajabilidad del concreto (Perez Gordillo, Influencia de la granulometria del agegado grueso en las propiedades mecanicas e hidraulicas de un concreto permeable, Trujillo 2017, 2017).

##### **2.2.4.2 AGREGADOS**

El concreto permeable contiene poca o nada en su elaboración de material fino; y el material grueso utilizado, contará con mismo tamaño en totalidad de la superficie (Pérez, Estudio experimental de concreto permeables con agregados andesíticos, 2009).

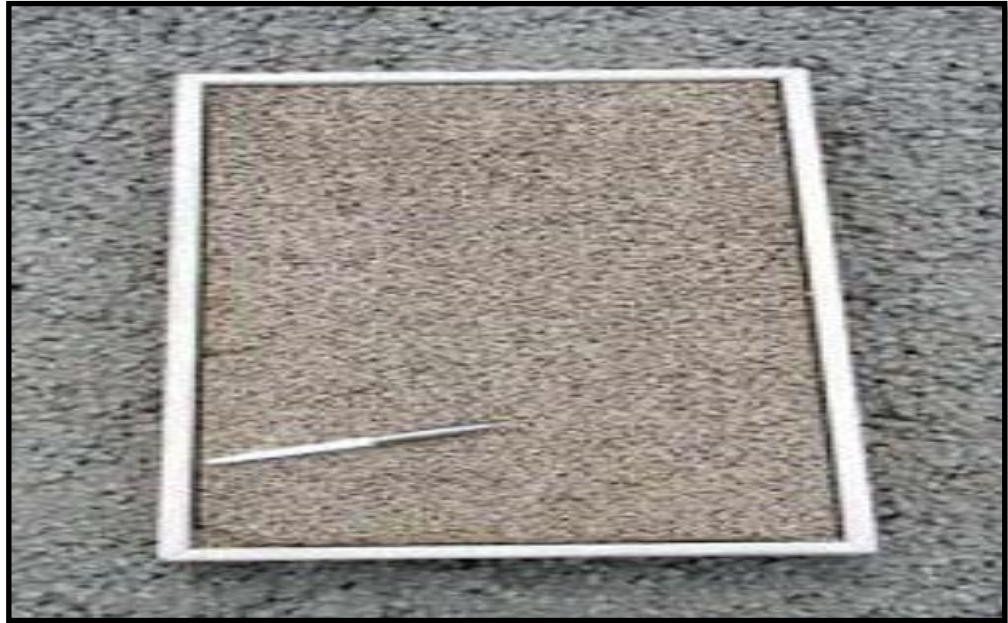
Dado que los agregados representan aproximadamente el 70% del volumen total del concreto, son esenciales para su



fabricación; gracias a sus propiedades, los agregados pueden hacerse más resistentes (Perez Gordillo, 2017).

**Figura 4**

*El concreto por encima tiene el tamaño de 1/4", y el de abajo es de un tamaño de 3/4"*



*Nota.* (Tennis, Leming, & Akers, 2004)

#### **2.2.4.3 ADITIVOS**

Según su tipo, los aditivos tienen la prioridad de optimizar las prestaciones y características del concreto tanto en estado fresco o endurecido (Gutierrez, Resistencia a la compresión y permeabilidad de un concreto, 2019).

#### **2.2.4.4 CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO**

ASTM (1992) las materiales puzolanas son silíceos o aluminio-silíceos que en su condición no poseen valor ligante, pero cuando se le mezcla agua tienden a reaccionar con el hidróxido de calcio, que forman elementos con propiedades cementantes.

Por lo definido se divide en dos tipos:

- **Puzolonas naturales:** son aquellos elementos naturales calcinados o aquellos que no tienen su procesamiento.

- Puzolonas artificiales: son aquellos residuos provenientes de las industrias.
- De acuerdo a la norma ASTM C 618-03, se tiene:
- Clase N: Elementos naturales sin ser calcinados.
- Clase F: Aquella ceniza volante que es producto de la calcinación del carbón bituminoso.
- Clase C: Aquella ceniza volante que es producto de la calcinación del carbón sub bituminoso.

Clase F son usadas para la construcción, no se permite el uso de las cenizas de Clase C, debido a que contienen cal (Rivva López, 2010).

## **2.2.5. PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE**

### **2.2.5.1. PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE EN ESTADO FRESCO**

#### **2.2.5.1.1 TRABAJABILIDAD**

Como menciona (Barahona Aguiluz, Martinez Guerrero, & Zelaya Zelaya, Comportamiento del concreto permeable utilizando agregado grueso de las canteras, El Carmen, Aramuaca y La Pedrera, de la zona oriental de El Salvador, 2013) Viene a ser aquella propiedad que nos permite realizar un concreto fresco de fácil mezclado, colocado, consolidado y por último su acabado. Los agentes que inciden en la trabajabilidad son:

- Tipo de procedimiento empleado y el tiempo de viaje.
- Proporción.
- Consistencia.
- Propiedades de los agregados.
- Proporción de líquido.
- El estado frío o caliente del concreto.

#### **2.2.5.1.2 CONSISTENCIA**

Para la norma ASTM C143 es aquella propiedad que nos indica que un concreto en estado fresco, los espacios que hay dentro del molde con poca presión. El método que se usa para determinar esta propiedad es el asentamiento del concreto.

Este tipo de ensayo para el concreto permeable no tiene fines de para el control de calidad en comparación de un concreto convencional, pues los datos obtenidos del ensayo solo se consideran de manera referencial (Perez Gordillo, 2017).

Según ACI un concreto permeable, debe de tener como máximo de revestimiento de 2 cm y el como mínimo de 0 cm.

**Figura 5**

*Cono de Abrams*



*Nota.* (Bautista Pereda, 2018)

#### **2.2.5.1.3 PESO UNITARIO**

Según el ASTM C1688 se realiza su determinación de su peso unitario del concreto permeable, cuyo peso unitario se encuentra en el orden del 70 % del convencional.

Para su fácil comprensión debemos de hablar de su densidad, que es la relación entre su masa y el volumen que

ocupa, es necesario suponer que el volumen es unitario o normalizado (Perez Gordillo, Influencia de la granulometría del agregado grueso en las propiedades mecánicas e hidráulicas de un concreto permeable, Trujillo 2017, 2017).

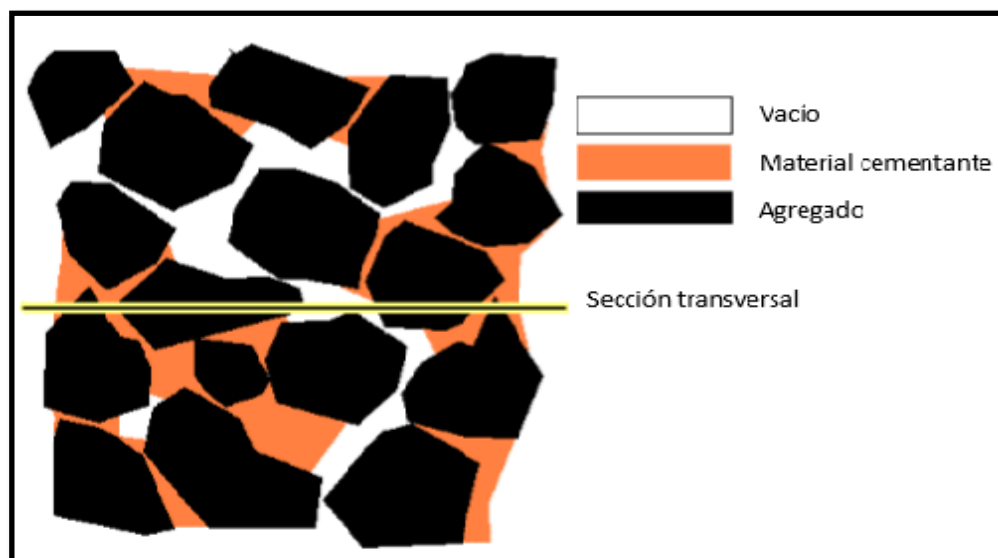
#### **2.2.5.1.4 CONTENIDO DE AIRE**

Los vacíos que se encuentran dentro del concreto al realizar la mezcla de sus materiales, es principalmente al tamaño de sus agregados. El elemento a investigar el porcentaje de vacíos, serán más visibles y muchos más elevados, debido al contar con granulometría de diferente tamaño y así no encajar entre ellos mismos. La cantidad de vacíos va a influir notoriamente en la propiedad de la permeabilidad y la absorción acústica de la misma. (Perez Gordillo, Influencia de la granulometría del agregado grueso en las propiedades mecánicas e hidráulicas de un concreto permeable, Trujillo 2017, 2017).

La norma ACI R22R-10 establece que el porcentaje en huecos sugerido para una mezcla de concreto permeable debe oscilar entre el 15% y el 35%. Para alcanzar resistencias superiores a 140 kg/cm<sup>2</sup>, se suelen emplear porcentajes de huecos del 15% al 25%.

**Figura 6**

*Estructura interna de un concreto permeable*



*Nota.* (V. Schaefer, 2006)

## **2.2.5.2 PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE EN ESTADO ENDURECIDO**

### **2.2.5.2.1 PERMEABILIDAD**

Facultad que tiene un elemento de filtrar el agua atravesar de sí mismo, pero a la vez alterar su estructura. Esta propiedad tiene por alterarse al momento de realizar su colocación del concreto, debido a los malos métodos empleados en la compactación esta pueda tapar los poros, haciendo que la filtración de un líquido hacia la misma se pierda (Castañeda & Moujir, Diseño y aplicación de concreto poroso para pavimentos, 2014).

### **2.2.5.2.2 DURABILIDAD**

Es la habilidad del concreto en aguantar los ataques químicos, la intemperie y la abrasión, sin perder sus propiedades iniciales. La durabilidad de cada concreto estará basada dependiendo del tipo de propiedades a adquirir y de acuerdo a la exposición ambiental que pueda tener. La resistencia final y la vida útil del concreto dependerán de la preparación de la mezcla, la dosificación, la colocación y el

curado (Barahoma Aguiluz, Martinez Guerrero, & Zelaya Zelaya, Comportamiento del concreto permeable utilizando agregado grueso de las canteras, El Carmen, Aramuaca y La Pedrera, de la zona oriental de El Salvador, 2013).

#### **2.2.5.2.3 ABSORCION ACUSTICA**

Teniendo gran proporción de poros interconectados de tamaños notables de los materiales, el concreto permeable tiene una óptima absorción acústica. Los pavimentos permeables alteran el ruido provocado en la interacción que se genera por el neumático y por ella superficie de la misma, y a la vez reduciendo en su totalidad el bombeo del aire (Pérez, Estudio experimental de concreto permeables con agregados andesíticos, 2009).

El pavimento permeable al tener una estructura abierta disminuye la intensidad del ruido, esto se debe a que el pavimento poroso absorbe el sonido (Pérez, Estudio experimental de concreto permeables con agregados andesíticos, 2009).

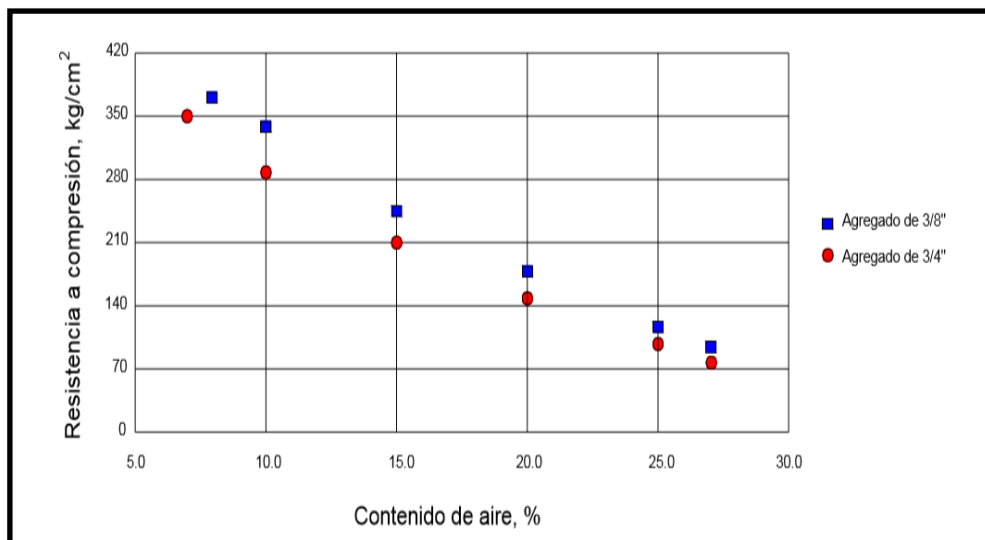
### **2.2.5.3 PROPIEDAD MECANICA**

#### **2.2.5.3.1 RESISTENCIA A LA COMPRESION**

De acuerdo con ACI 522R-10 (2010), hay varios factores que influyen a la propiedad de resistencia del concreto. Estos factores fueron identificados y determinados mediante el uso de varias pruebas (Perez Gordillo, 2017).

**Figura 7**

*Asociación entre el contenido de aire y la resistencia a la compresión a 28 días para agregados de 3/8" y 3/4"*



*Nota.* (ACI 211.3R, 1998)

## 2.2.6. CRITERIOS DE DISEÑO DE MEZCLA

Los criterios que influyen en las propiedades mecánicas son las relaciones que existen entre el agregado y el cemento, y la relación que hay en la pasta. El tipo de aplicación de nuestro diseño de mezcla, nos permitirá determinar cuan es aceptable la cantidad de cemento que se debe de usar en dicha acción. Los aditivos, nos permiten mejorar algunas propiedades del concreto, pero sin alterar las otras, alguna de esas aplicaciones es mejorar el tiempo de fraguado y dar una óptima trabajabilidad para mejorar la vida útil de la misma (Pérez, 2009).

### 2.2.6.1 RELACIÓN AGUA-CEMENTO (A/C)

Según la norma (ACI 522R, 2010), los concretos permeables tienen que tener una proporción de agua/cemento ( $w / c$ ) aproximadamente casa nada (0,26 a 0,40) porque al contar con mayor cuantía de agua se procederá a dar un drenaje de la pasta y continuamente se obstruirá los poros que se generan entre los agregados (Perez Gordillo, Influencia de la granulometria del aegado grueso en las propiedades mecanicas e hidraulicas de un concreto permeable, Trujillo 2017, 2017).

Para elegir la proporción agua-cemento dependerá del volumen de material de cemento, gradación y características físicas de los agregados. La propiedad de la trabajabilidad en el concreto será óptima siempre y cuando el agua de diseño en la mezcla realizada tiene un aspecto metálico. Al cerrar y abrir un puñado de la mezcla, la pasta no debe de fluir lejos de los agregados ni desmoronarse (Flores Quispe & Pacompia Calcina, 2015).

**Figura 8**

*Especímenes con distintas cantidades de agua: (a) con escasa agua, (b) suficiente agua, (c) con excesiva agua*



*Nota.* (Tennis, Leming, & Akers, 2004)

El exceso de la pasta en la mezcla reducirá en un alto porcentaje la porosidad de la misma. El uso reducido del cemento en la mezcla nos tendrá como consecuencia el bajo revestimiento de pasta del agregado tenido y por ende se tendrá una resistencia a compresión paupérrima. Todo lo mencionado se puede mejorar teniendo un uso adecuado de los materiales en el diseño (Flores Quispe & Pacompia Calcina, 2015).

#### **2.2.6.2 RELACIÓN AGREGADO-CEMENTO**

Normalmente empleado se encuentra entre 4:1 a 4.5:1, todo ello dependerá del tipo de agregado a emplear la mezcla. Tanto la proporción agua-cemento y la relación agregado-cemento tienen



que tener los requisitos para la permeabilidad, durabilidad, y capacidad de carga (Pérez, Estudio experimental de concreto permeables con agregados andesíticos, 2009).

### 2.2.6.3 CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

El peso unitario compactado en seco del árido grueso medido de acuerdo con la norma ASTM C29 puede utilizarse en la dosificación del concreto, de acuerdo con las pruebas sobre agregados gruesos realizadas por la National Aggregates Association y la National Ready Mixed Concrete Association (NAA - NRMCA) (Pérez, Estudio experimental de concreto permeables con agregados andesíticos, 2009)

Donde:

- $b_o$  = volumen de agregado grueso por unidad de volumen de agregado grueso.
- $b$  = volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto.
- $b/b_o$  = volumen seco compactado de agregado grueso por unidad de volumen de concreto.

**Tabla 1**

*Datos de  $b/b_o$*

| Porcentaje de agregado<br>fino (%) | $b/b_o$     |              |
|------------------------------------|-------------|--------------|
|                                    | No. 8(3/8") | No. 67(3/4") |
| 0                                  | 0.99        | 0.99         |
| 10                                 | 0.93        | 0.93         |
| 20                                 | 0.85        | 0.86         |

*Nota.* (ACI 522R, 2010)

### 2.2.7. PROCEDIMIENTO DE PROPORCIONAMIENTO

Mientras se mantenga la cantidad necesaria, tal como se puede verificar en figura 9, la manera de dosificar el concreto se basa principalmente en la cantidad de pasta que permite que las partículas de árido se entrecrucen (Pérez, Estudio experimental de concreto permeables con agregados andesíticos, 2009).

La cantidad de agregados se determina mediante los valores b/bo elegidos en Tabla 1 y el peso unitario compactado en seco. La cantidad de agua y cemento por m<sup>3</sup> se calculan siguiendo las proporciones, una vez calculado la cantidad de pasta en función de Figura 9 y elegida la relación a/c (ACI 211.3R).

$$(Vp) = vc + va \dots \dots \dots Ecuacion (1)$$

$$(Vp) = \frac{(c)}{(\sigma c)} + \frac{(a)}{(\sigma a)} \dots \dots \dots Ecuacion (2)$$

Dónde:

- Va: Volumen de agua.
- c: Peso de cemento.
- Vp: Volumen de pasta.
- Vc: Volumen de cemento.
- a: Peso de agua.
- c: Peso de cemento.
- $\sigma c$ : Peso específico de cemento.
- $\sigma a$ : Peso específico de agua.

El agua tiene una gravedad específica de 1, mientras que el cemento tiene una gravedad específica de 3,15.

$$Vp = \left( \frac{c}{3.15 * 1000} \right) + \left( \frac{a}{1000} \right) \dots \dots \dots Ecuacion (3)$$

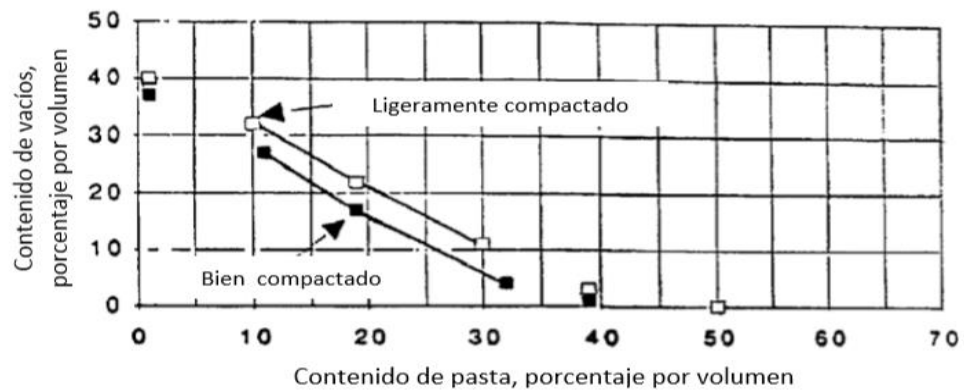
$$a = \left( \frac{a}{c} \right) * c \dots \dots \dots Ecuacion (4)$$

$$Vp = \left( \frac{c}{3.15 * 1000} \right) + \frac{\left( \frac{a}{c} \right) * c}{1000} \dots \dots \dots Ecuacion (5)$$

Se halla el volumen de la pasta y del agua mediante las ecuaciones 1, 2, 3, 4 y 5 (Altamirano Piñan, 2019).

**Figura 9**

*Asociación entre el contenido de pasta del árido n.º 8 (3/8") y el contenido de huecos*



*Nota.* (ACI 522R, 2010)

## 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

### 2.3.1. PERMEABILIDAD

Característica de un elemento para posibilitar, que el agua pase fácilmente su cuerpo sin sufrir daños. La permeabilidad del concreto se sitúa entre los intervalos predeterminados de 0,2 a 0,54 cm/s. (Bautista Pereda, 2018).

### 2.3.2. POROSIDAD

Capacidad física de un material para atravesar el aire, el líquido o la luz. En un material la porosidad es importante por ello se le lleva a un estudio de porosidad, ya que es de prioridad así verificar la influencia de los agregados dentro del concreto. El material al ser poroso, tiende a disminuir rotundamente sus propiedades en comparación de un concreto convencional (Castañeda & Moujir, 2014).

### 2.3.3. TRABAJABILIDAD

Es la cualidad que nos permite realizar sin dificultad la manipular una determinada proporción de mezcla, cuando aún está en estado fresco sin perder homogeneidad. (Barahona Aguiluz, Martinez Guerrero, & Zelaya Zelaya, 2013).

#### **2.3.4. AGREGADOS**

Los agregados son materiales granulares, en su mayoría inertes, que se producen cuando las rocas se descomponen, desgastan o trituran de forma natural. Pueden producir partículas de diversos tamaños y formas que pueden utilizarse para crear concreto (Morales Espinoza, 2018).

Según la NTP 400.01, es un grupo de partículas inorgánicas, ya sean artificiales o naturales, cuyas medidas se han establecido dentro de los límites de la norma.

#### **2.3.5. RESISTENCIA A COMPRESIÓN**

La capacidad de un cuerpo para aguantar una fuerza o carga de aplastamiento vertical, también conocida como área de la sección donde se produce el aplastamiento, es una de sus propiedades. Hay casos en los que el material se deforma en lugar de romperse (Castañeda & Moujir, 2014).

#### **2.3.6. ESCORRENTIA SUPERFICIAL**

Es el movimiento de agua provocado por las precipitaciones generadas en la superficie y que se observa en los cursos de agua. Conecta las aguas superficiales con las subterráneas, es el resultado de los climas, la topografía, la geología y la vegetación de las cuencas (Méndez Z. & Mosqueda V., 2016).

#### **2.3.7. DURABILIDAD**

Es la habilidad del concreto en aguantar los ataques químicos, la intemperie y la abrasión, sin perder sus propiedades iniciales. La durabilidad de cada concreto estará basada dependiendo del tipo de propiedades a adquirir y de acuerdo a la exposición ambiental que pueda tener. (Barahona Aguiluz, Martinez Guerrero, & Zelaya Zelaya, 2013).

#### **2.3.8. CURADO**

Es el proceso que nos permite mantener en el concreto, en el transcurso de un tiempo predeterminado tras su colocación y acabado, la capacidad de temperatura y humedad en condiciones idóneas para

tener las cualidades necesarias (Barahoma Aguiluz, Martinez Guerrero, & Zelaya Zelaya, 2013).

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

HG: Existirá una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable hecho con ceniza de cáscara de trigo.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA.**

HE1: Existirá una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 15% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días.

HE2: Existirá una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 20% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días.

HE3: Existirá una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 25% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Ceniza de cáscara de trigo.

### **2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

Resistencia a la compresión.

## 2.6. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

**TITULO:** “COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE CONVENCIONAL Y UN CONCRETO PERMEABLE HECHO CON CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO, HUANUCO 2022”.

| VARIABLES                   | TIPO DE VARIABLE       | DIMENSION                   | DEFINICION CONCEPTUAL                                                                                                                                         | DEFINICION OPERACIONAL                                                                                                                                      |
|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ceniza de cáscara de trigo  | Variable Independiente | 15% de ceniza               | Son silíceos que cuando se le mezcla con agua tienden a reaccionar con el hidróxido de calcio, que forman elementos con propiedades cementantes (ASTM, 1992). | Para la comprensión de la variable independiente se puede calcular a través de su dimensión: Porcentajes de 15%, 20% y 25% de la ceniza de cascara de trigo |
|                             |                        | 20% de ceniza               |                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                             |
|                             |                        | 25% de ceniza               |                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                             |
| Resistencia a la compresión | Variable Dependiente   | Resistencia a la compresión | La resistencia a compresión es la resistencia máxima que presenta una muestra de concreto frente a una carga de compresión axial (ASTM, 2013).                | Especímenes cilíndricos                                                                                                                                     |

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 TIPO DE INVESTIGACION**

##### **3.1.1 ENFOQUE**

La investigación se llevará a cabo utilizando una metodología cuantitativa.

Dado que las muestras se desarrollan dónde deben analizarse en función de los resultados del desarrollo de las mismas, la investigación tiene un enfoque cuantitativo. Estos datos se cuantifican estadísticamente con la creación de tablas y gráficos (Jimenez Pesantes, 2019).

##### **3.1.2 ALCANCE O NIVEL**

El ámbito o nivel del proyecto de investigación será de tipo explicativo.

Los estudios explicativos tienden abordar las causas de hechos físicos o sociales; tienen por describir conceptos o fenómenos vínculos entre conceptos. Su prioridad es ofrecer una explicación de por qué se produce un fenómeno, cómo se produce o cómo se relacionan dos o más variables (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

"La investigación explicativa trata de identificar los mecanismos subyacentes a los acontecimientos, sucesos o fenómenos objeto de estudio".

##### **3.1.3 TIPO DE DISEÑO**

La presente investigación es de tipo experimental, haciendo que la variable independiente (ceniza de cascar de trigo) se altera intencionadamente para estudiar los efectos sobre la variable dependiente (resistencia a la compresión).

El estudio consiste en imitar un acontecimiento del mundo real, manipular variables bajo controles muy rigurosos y evaluar el grado en que las variables alteradas tienen el efecto deseado (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

## **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1 POBLACIÓN**

Los elementos que serán objeto de estudio para la investigación y que tienen características en común puede denominarse población (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018)

Debido a que las pruebas de resistencia se utilizan para evaluar los especímenes, la población para la presente investigación será finita.

En este proyecto de estudio se consideró como población las 20 probetas que se van a realizar.

### **3.2.2 MUESTRA**

Para la presente investigación se tendrá un muestreo No Probabilístico, teniendo como muestra a las 20 probetas que se elaborarán.

En las muestras no probabilísticas, la elección de las unidades no depende de la probabilidad, sino de razones relacionadas con las características y contexto de la investigación. Aquí el procedimiento no es mecánico o electrónico, ni con base en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador. (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

Para poder determinar óptimos datos, se consideró realizar 5 probetas para cada uno de los diseños de mezcla, tanto para el diseño de mezcla patrón y los diseños de mezcla que contengan ceniza de cáscara de trigo.



- Se fabricarán 20 especímenes para la prueba de resistencia a la compresión (ASTM C-39), 5 especímenes para el primer diseño mezcla inicial (patrón) y 5 especímenes para cada sustitución porcentual (concreto permeable hecho con ceniza de cáscara de trigo).
- La obtención de la propiedad mecánica se obtendrá como única edad a los 28 días, dicho resultado nos permitirá determinar si hay un incremento o disminución de la propiedad mencionada.

**Tabla 2**

*Cantidad de muestras a elaborar*

| N.º diseño de mezcla | Relación (a/c) | % De vacíos | Sustitución porcentual de ceniza por A. F | Muestras a los 28 días |
|----------------------|----------------|-------------|-------------------------------------------|------------------------|
| DM1                  | 0.40           | 18%         | 0%                                        | 5                      |
| DM2                  | 0.40           | 18%         | 15%                                       | 5                      |
| DM3                  | 0.40           | 18%         | 20%                                       | 5                      |
| DM4                  | 0.40           | 18%         | 25%                                       | 5                      |
| Cantidad de muestras |                |             |                                           | 20                     |

### 3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Con el fin de conseguir objetivos mencionados anteriormente será necesario hacer uso de los siguientes procedimientos:

Este método trata en examinar los agregados empleados continuamente en la creación de especímenes que deben someterse a pruebas de laboratorio, observando de primera mano los acontecimientos. Esto permite una recogida de datos exacta, cuantitativa y precisa (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

La elaboración de probetas con cuatro diseños diferentes de mezcla de concreto servirá de base para la investigación. A continuación, estos elementos se llevarán al laboratorio para someterlos al ensayo de compresión, describiéndose y analizándose los resultados con la creación de tablas y gráficos.

- **Observación directa:** La información necesaria debe recopilarse con la percepción deliberada y elegido del investigando en entornos que se tiene por controlar y modificar. En consecuencia, todos los ensayos que se realicen bajo la supervisión del investigador y de conformidad con los requisitos de ACI y ASTM deben aplicar directamente la observación (Perez Gordillo, 2017).
- **Análisis documental:** Los datos se obtendrán de fuentes secundarias, como libros, revistas, documentos, normas (ASTM, ACI y NTP), tesis (nacionales e internacionales) y estándares, todos ellos debidamente citados en las referencias de este trabajo (Perez Gordillo, 2017).
- **Ensayos de laboratorio:** Las probetas de concreto permeable serán el ensayo de compresión como única edad a 28 días basado en la Norma ASTM C-39. Esta es la principal técnica de recogida de datos. Las hojas de resumen contendrán la información obtenida en el laboratorio.

### 3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la utilización de este instrumento se realizará la recolección de ceniza de casca de trigo, agregados gruesos y finos para la obtención del concreto. Los ensayos seguirán los lineamientos señalados en la Norma Técnica Peruana, la ASTM y la ACI 522R-10. Con el uso de estas

normas, será posible obtener resultados óptimos y satisfactorios. (Bautista Pereda, 2018).

### **3.3.1.1 ENSAYOS DE AGREGADOS**

#### **3.3.1.1.1 EXTRACCIÓN Y PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS (ASTM D75 Y NTP 400.010)**

##### **a) Objetivo**

La toma de muestras de agregados está contemplada en esta práctica con fines de: análisis inicial de recursos, control de productos y acciones en el lugar de utilización y aceptación o rechazo de materiales. El muestreo y las pruebas son vitales, por lo tanto, se debe prestar atención en el momento de la extracción del material para descubrir calidad y el estado del material que significan (NTP 400.010).

**Figura 10**

*Fotos de la recolección de material de la cantera Zona Cero*



##### **b) Equipos y herramientas**

- Pala.
- Costales.
- Malla metálica.

### **c) Procedimiento**

La extracción del material se obtuvo con dos visitas a la cantera Zona cero:

- La primera visita a la cantera, tuvo como finalidad extraer material que permitirá realizar los ensayos granulométricos. Se extrajo 40 kg de cada agregado.
- La segunda visita a la cantera, tuvo como finalidad extraer material con ayuda de las mallas metálicas 3/8" y 1/2" para poder elaborar las probetas.
- El cemento andino tipo 1 se empleará para fabricar los respectivos diseños.

### **3.3.1.1.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C-136 y NTP 400.012)**

#### **a) Objetivo**

Su objetivo es averiguar cómo se distribuyen los agregados gruesos y finos en función del tamaño de las partículas, las cuales nos permitirán elaborar las curvas granulométricas de los agregados. La determinación de los resultados nos permitirá realizar la distribución del tamaño de partículas para emplearlos en los diseños (NTP 400.012, 2013).

#### **b) Equipos y herramientas**

- Los tamices: N.º 4, 3", 2 1/2", 2, 1 1/2", 1, 3/4", 1/2" y 3/8" se utilizan para los agregados finos.
- Los tamices n.º 4, n.º 8, n.º 16, n.º 30, n.º 50, n.º 100 y n.º 200 se utilizan para los agregados finos.
- Balanza bien calibrada.
- Bandejas y recipientes.
- Tamizadora y horno graduado a  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

**Tabla 3**

*Tamices empleados para determinar la granulometría*

| AGREGADO FINO    |                  | AGREGADO GRUESO  |                  |
|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Tamiz<br>(pulga) | Abertura<br>(mm) | Tamiz<br>(pulga) | Abertura<br>(mm) |
| N.º 4            | 4.75             | 3"               | 76.2             |
| N.º 8            | 2.36             | 2 1/2"           | 63.5             |
| N.º 16           | 1.18             | 2"               | 50.8             |
| N.º 30           | 0.6              | 1 1/2"           | 38.1             |
| N.º 50           | 0.3              | 1"               | 25.4             |
| N.º 100          | 0.15             | 3/4"             | 19.05            |
| N.º 200          | 0.075            | 1/2"             | 12.7             |
|                  |                  | 3/8"             | 9.53             |
|                  |                  | 1/4"             | 6.35             |
|                  |                  | N.º 4            | 4.75             |

**Figura 11**

*Foto de los tamices*



**c) Procedimiento**

✓ Agregado fino y Agregado grueso:

- Los agregados se introducen a un horno por separado en un recipiente a una temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas para realizar la prueba.

- Luego de haber transcurrido el tiempo, se coloca los agregados en una bandeja y así poder realizar el pesaje de la muestra.
- Para continuar con el tamizado, se disponen los tamices con sus respectivos fondos en secuencia descendente de tamaño de abertura.
- Tras el proceso anterior, se pesa la retención de material de cada tamiz, empezando por la malla más alta.

#### **3.3.1.1.3 DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (ASTM C127 Y NTP 400.021)**

##### **a) Objetivo**

Tras saturar la muestra durante 24 horas, el objetivo es calcular la densidad relativa y el porcentaje de absorción del agregado (ASTM C127 y NTP 400.021).

##### **b) Equipos y herramientas**

- Balanza
- Depósito.
- Cesta de malla de alambre
- Horno Graduado a  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $110^{\circ}\text{C}$ )

##### **c) Procedimiento**

- Se empleó la malla número 4 y se eliminó el material que no pasó.
- Durante 24 horas, se humedeció el agregado grueso.
- Después, se sacó del agua a la muestra y se secó hasta que la superficie quede saturada y seca.
- Pesar la muestra sobre una superficie seca cuando esté empapada.

- Se continuó pesando la cesta introducida en agua, y se puso su peso cero, para poder medir y confirmar la distancia a la que se eleva la cesta.
- La muestra saturada se colocó en la cesta con la cara seca, y se pesó mientras estaba introducida en agua.
- Para terminar, se secó la muestra con un peso constante y determinar su peso seco.

#### **3.3.1.1.4 DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (ASTM C128 Y NTP 400.022)**

##### **a) Objetivo**

Su objetivo es determinar la densidad relativa y el porcentaje de absorción del agregado para poder entender cómo afecta a cada diseño de mezcla.

##### **b) Equipos y herramientas**

- Balanza.
- Bandejas.
- Molde cónico.
- Pisón metálico, una varilla metálica con una parte plana y redonda en uno de sus extremos y un diámetro de 25.

**Figura 12**

*Foto para la realización del ensayo de densidad relativa*



### **c) Procedimiento**

- Luego de haber reposado 24 horas la muestra, se utiliza una muestra totalmente saturada de un agregado fino para drenar el agua sobrante.
- Se procede a expandir el material para que se seque uniformemente colocando la bandeja sobre la placa calefactora. Esto hará que progresivamente no haya humedad.
- Tener en constante movimiento con un cucharón el material, con la finalidad de que se extienda el calor uniformemente sobre el material.
- En una bandeja, coloque el cono con el diámetro más pequeño hacia arriba.
- Se agarra una proporción del agregado fino, y se coloca dentro del cono.
- Se aplican tres capas de relleno al cono, y por capa se compacta con 25 golpes.
- A continuación, se eleva el cono verticalmente.
- Si el agregado tiene forma cónica, está demasiado húmedo para ser considerado un material saturado seco superficial.
- El agregado no está suficientemente húmedo para ser considerado como uno en estado saturado seco superficial, si se desmorona totalmente.
- El agregado se utilizará como tema de examen si mantiene su forma o experimenta un pequeño colapso o desmoronamiento. Esto indica que el agregado tiene la humedad ideal para el estado seco de la superficie.
- Se procedió a añadir agua sobre la muestra del agregado fino sin exceder el volumen del recipiente, generando conjuntamente pequeños movimientos a la fiola para deshacerse de las burbujas de aire que se crearon a lo largo de la operación.



- Siguiendo con el proceso, se añadió agua en la fiola hasta la marca que nos indica para así dejarlo en reposo para que el agregado fino se asiente.
- Retirar la espuma generada por el proceso y añadir agua hasta la marca indicada. Realizar su respectivo pesaje de la fiola.
- A continuación, se extrae una porción del agregado, se introduce en un contenedor metálico y se calienta en un tiempo de 24 horas. Una vez que la muestra sale del horno, se pesa.

#### **3.3.1.1.5 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO Y FINO (ASTM C566 Y NTP 399.185)**

##### **a) Objetivo**

Tiene como objetivo de secar a los agregados para calcular su porcentaje de humedad combinado en porcentaje. La humedad superficial del agregado y los poros constituyen el porcentaje de humedad, pero el agua añadida a la mezcla no se considera químicamente, ya que es propensa a la evaporación (NTP 399.185).

##### **b) Equipos y herramientas**

- Balanza.
- Bandejas.
- Horno graduado a  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

##### **c) Procedimiento**

- Luego de haber realizado el muestreo en recipientes, se extrae pequeñas proporciones.
- El peso de las muestras extraídas tanto para el agregado grueso de  $T_M = 3/8"$  y agregado fino será aproximadamente en un rango de 700 a 800 gramos.

- Una vez finalizado el pesaje de las muestras, éstas se secan en el horno, con lo que se obtiene un elemento seco y consistente.
- Para finalizar, pesamos los agregados después de dejarlos enfriar en seco durante un rato.

### **3.3.1.1.6 PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO (ASTM C-29 Y NTP 400.017)**

#### **a) Objetivo**

Su objetivo es calcular el peso unitario de los agregados finos y gruesos en estado suelto y compactado (NTP 400.017).

#### **b) Equipos y herramientas**

- Olla.
- Balanza.
- Varilla de acero lisa de punta semiesférica de 24" de longitud y 5/8" de diámetro.

#### **c) Procedimiento**

##### **✓ Peso unitario compactado:**

- El agregado se introdujo en un horno en un tiempo 24 horas a  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  para realizar la prueba.
- Calcular el peso y la capacidad del contenedor antes de usar.
- Se aplican tres capas de relleno, y las capas se compacta con 25 golpes.
- Una vez terminada la compactación con la varilla, se dan al contenedor 10 golpes laterales con el martillo.
- Realizar un nivelado en la última capa con la varilla.
- Tomar los datos del peso del contenedor que contiene los agregados para completar.

**Figura 13**

*Foto de la compactación de la última capa del agregado grueso con varilla*



**Figura 14**

*Foto del nivelado de la última capa con regla metálica*



- ✓ Peso unitario suelto:
- Para poder realizar el ensayo, se llevó el agregado fino al horno durante 24 horas.
- Calcular el peso y la capacidad del contenedor antes de usar.
- Se procede a realizar el llenado del recipiente hasta rebosar, con ayuda de la regla metálica se elimina el material sobrante y evitar cualquier compactación.
- Tomar los datos del peso del contenedor que contiene los agregados para completar.

### 3.3.1.2 DISEÑO DE MEZCLA

#### ✓ MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Cemento Tipo I.
- Agregado grueso, como único tamaño se tomó 3/8".
- Agregado fino, material pasante de la malla N.º 4.
- Agua potable.
- Ceniza de cáscara de trigo.
- Probetas de 15cmx30cm.
- Mezcladora de concreto.

#### 3.3.1.2.1 PRIMER DISEÑO DE MEZCLA CON 20% DE AGREGADO FINO

ACI 522-10 proporciona una técnica con los siguientes procedimientos a seguir:

- **Paso 1:** Realizar los ensayos correspondientes a los agregados y obtener los resultados para los diseños de mezcla.

**Tabla 4**

*Características de los materiales*

| CARACTERISTICAS DEL AGREGADO     |          | GRUESO | UNIDAD |
|----------------------------------|----------|--------|--------|
| Peso específico de masa          | Pe       | 2.65   | gr/m3  |
| Peso específico de masa saturado | Pe (sss) |        |        |
| Peso unitario suelto             | PUS      | 1611.8 | kg/m3  |
| Peso unitario compactado         | PUC      | 1710   | kg/m3  |
| Contenido de Humedad             | ch %     | 3.37   | %      |
| Absorción                        | a %      | 1.59   | %      |
| Tamaño máximo nominal            | TMN      |        |        |

| CARACTERISTICAS DEL AGREGADO |     | FINO | UNIDAD |
|------------------------------|-----|------|--------|
| Absorción de agregado fino   | a % | 1.51 | %      |
| Peso específico de masa      | Pe  | 2.50 | gr/m3  |
| Contenido de humedad         | ch% | 5.30 | %      |

| CEMENTO ANDINO          | Portland ASTM | UNIDAD |
|-------------------------|---------------|--------|
| Peso específico de masa | 3.15          | gr/cm2 |

- **Paso 2:** La resistencia específica del diseño para el concreto permeable será  $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

- **Paso 3:** Calcular la resistencia a la compresión promedio.

$$F'_{cr} = 1.2 * F'c \dots \dots \dots \text{Ecuacion (6)}$$

$$F'_{cr} = 1.2 * 175 = 210 \text{ kg/cm}^2$$

- **Paso 4:** Calcular la relación agua/cemento.

Con el fin de prevenir los problemas causados por un exceso o una deficiencia de agua en la pasta, la Organización de Pavimentos Permeables indica tener una proporción agua-cemento en los límites de 0,26 a 0,42.

Asumimos para la relación agua/cemento = 0.40

- **Paso 5:** Para un concreto permeable que contenga un 20% de agregado fino, calcular el valor de b/bo.

**Tabla 5**

Valor de b/bo según el porcentaje de agregado fino y N.º de agregado

| PORCENTAJE DE AGREGADO<br>FINO % | b/bo               |              |
|----------------------------------|--------------------|--------------|
|                                  | NO. 8(3/8")        | NO. 67(3/4") |
| 0                                | 0.99               | 0.99         |
| 10                               | 0.93               | 0.93         |
| <b><u>20</u></b>                 | <b><u>0.85</u></b> | 0.85         |

Nota. ACI 522R-10.

Cuando se utilice un 20% de agregado fino en nuestro diseño de mezcla, se utilizará el valor de  $b/bo = 0,85$ .

- **Paso 6:** Determinación del peso del agregado grueso. Relación de agregado grueso y agregado fino.

$$\frac{b}{bo} = \frac{\text{Peso del agregado grueso}}{P.U.S.C. \text{ agregado grueso}} \dots \dots \dots \text{Ecuacion 7}$$

- Peso unitario seco compactado de agregado grueso.

$$PUSC = \frac{P.U.C}{\% \text{ de humedad}} \dots \dots \dots \text{Ecuacion 8}$$

- Determinación del peso seco unitario compactado (PUSC) del agregado grueso.

$$PUSC = \frac{1710}{1.0337}$$

$$PUSC = 1654.252 \text{ kg/cm}^3$$

- Determinando el peso del agregado grueso (PAG).

$$PAG = b/bo * PUSC \text{ Agregado Grueso} * 1m^3 \dots \dots \dots \text{Ecuacion 9}$$

$$PAG = 0.85 * 1654.252 \text{ kg/m}^3 * 1m^3$$

$$PAG = 1406.114 \text{ kg}$$

- Se ajusta el porcentaje de absorción del árido grueso.

$$PAG (sss) = PAG * \% \text{ de absorción} \dots \dots \dots \text{Ecuacion 10}$$

$$PAG (sss) = 1406.114 \text{ kg} * 101.59$$

$$PAG (sss) = 1428.471 \text{ kg}$$

- Quitando el peso que ocupa el agregado fino que es 20%.

$$PAG (sss) = PAG (sss) * AF (sss) \dots \dots \dots \text{Ecuacion 11}$$

$$PAG (sss) = 1428.471 \text{ kg} * 80.00\%$$

$$PAG (sss) = 1142.777 \text{ kg}$$

- Determinando el peso del agregado fino.

$$PAF (sss) = PAG (sss) * AF (sss) \dots \dots \dots \text{Ecuacion 12}$$

$$PAF (sss) = 1428.471 \text{ kg} - 1142.777 \text{ kg}$$

$$PAF (sss) = 285.694 \text{ kg}$$

- Calculando el peso del agregado fino seco.

$$PAF = \frac{PAF (sss)}{\% \text{ de absorcion}} \dots \dots \dots \text{Ecuacion 13}$$

$$PAF = 281.444 \text{ kg}$$

- Calculando el peso del agregado grueso seco.

$$PAF = \frac{PAG (sss)}{\% \text{ de absorcion}} \dots \dots \dots \text{Ecuacion 14}$$

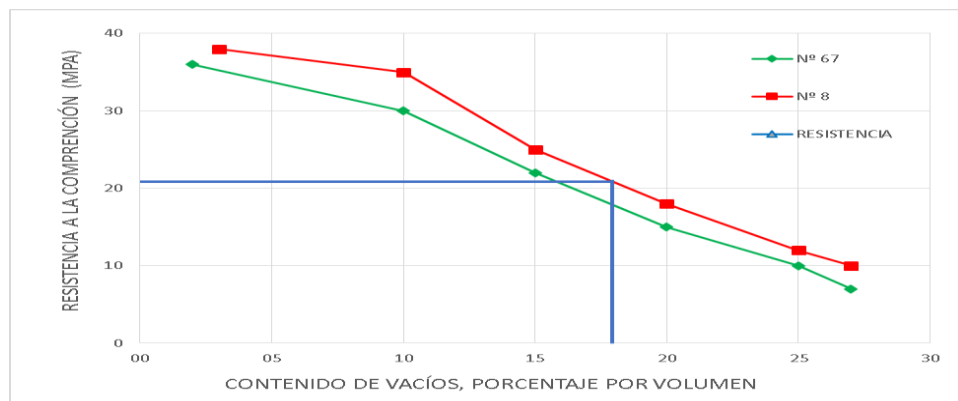
$$PAF = 1124.89 \text{ kg}$$

- **Paso 7:** Determinar el porcentaje de vacíos.

La figura 15 muestra cómo el diseño puede proporcionar la mejor resistencia a la utilizando una menor cantidad de agregado grueso y menos huecos.

**Figura 15**

*Asociación entre la resistencia a la compresión a los 28 días y el contenido de vacíos para agregados de tamaño N°67 Y N°8*



Nota. ACI 522R-10

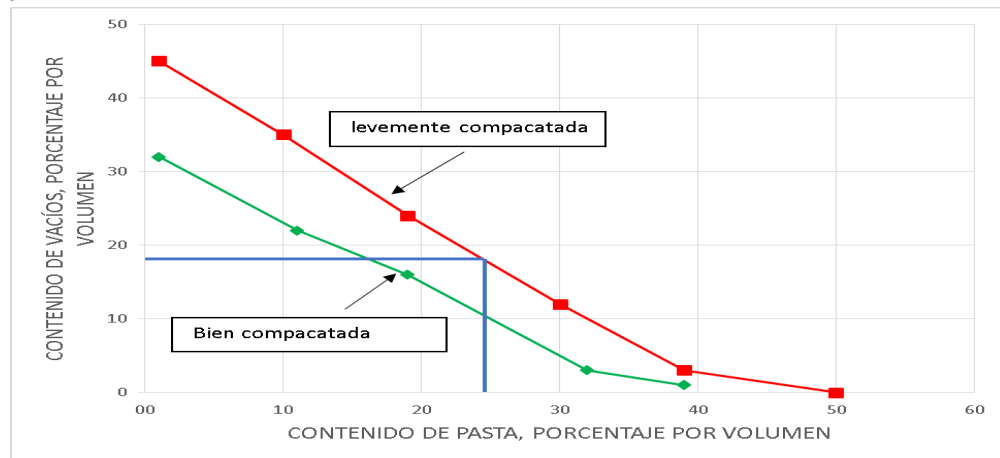
De la figura 15 podemos obtener un 18% de porcentaje de vacíos.

- **Paso 8:** Determinación del contenido de pasta.

En la figura 16 podemos observar que al tener menor cantidad de porcentaje de vacíos y usar en el diseño de mezcla un agregado grueso de bajo tamaño, se obtiene una resistencia óptima.

**Figura 16**

Con un agregado de tamaño N.º 8, existe una asociación entre el contenido de pasta y el contenido de vacíos



Nota. ACI 522R-10

$$V_{pasta} = \%pasta * V_{total} \dots \dots \dots \text{Ecuacion 15}$$

- **Donde:**

- ✓ V pasta: Volumen de la pasta de cemento (m3, pie3)
- ✓ %pasta: Proporción de volumen de pasta de cemento (%)
- ✓ V total: Volumen total de diseño (m3, pie3)

De la figura 16 obtenemos que el porcentaje de pasta es del 24%, lo que equivale a 0,24 m3.

▪ **Paso 9:** Determinación del contenido del cemento.

$$V_{pasta} = V_c + V_w \dots \dots \dots \text{Ecuacion 15}$$

$$V_{pasta} = \frac{W_c}{\gamma_c} + \frac{W_w}{\gamma_w}$$

$$V_{pasta} = \frac{W_c}{G_{Ec} * \gamma_w} + \frac{W_w}{\gamma_w}$$

La fórmula para calcular el peso del cemento es evidente cuando se conocen agua-cemento (w/c), la gravedad específica del cemento y la gravedad específica del agua.

$$W_c = \frac{V_{pasta}}{\left(\frac{1}{G_{Ec}} + \frac{a}{c}\right)} * \gamma_w$$



$$W_c = 359.82 \text{ kg.}$$

- **Paso 10:** Determinación del contenido de agua.

La siguiente ecuación el agua-cemento (w/c) y el peso del cemento para calcular el peso del agua.

$$W_w = W_c * a/c \dots \dots \dots \text{Ecuacion 16}$$

$$W_w = 359.82 * 0.40 \text{ kg.}$$

$$W_w = 143.93 \text{ kg.}$$

- **Paso 11:** Determinación de los volúmenes absolutos y suma total.

**Tabla 6**

*Volúmenes absolutos del primer diseño de mezcla con 20% de agregado fino*

| MATERIALES                     |            | peso (sss) kg | volumen (m3) |
|--------------------------------|------------|---------------|--------------|
| Volumen abs de cemento         | <b>Vc</b>  | 359.82        | 0.114        |
| Volumen abs de agua            | <b>Vw</b>  | 143.928       | 0.144        |
| Volumen abs de agregado grueso | <b>Vgr</b> | 1142.777      | 0.431        |
| Volumen abs de agregado fino   | <b>Vfi</b> | 285.694       | 0.114        |
| Cantidad de volumen absoluto   |            |               | 0.804        |

- **Paso 12:** Calcular los parámetros de diseño de la mezcla teniendo en cuenta el porcentaje de humedad y el porcentaje de absorción de los agregados.

- Determinación del agua efectiva para el agregado grueso.

*Aporte de agua = (% de humedad - % de absorción) \* Peso de agregado*

$$\text{Aporte de agua} = (3.37\% - 1.59\%) * 1124.89 \text{ kg}$$

$$\text{Aporte de agua} = 20.02 \text{ litros.}$$

- Determinación del agua efectiva para el agregado fino.

*Aporte de agua = (% de humedad - % de absorción) \* Peso de agregado*

$$\text{Aporte de agua} = (5.30\% - 1.51\%) * 281.44 \text{ kg}$$

Aporte de agua = 10.67 litros.

Teniendo como agua efectiva = 174.62 litros

- Cálculo del peso del agregado grueso ajustado al porcentaje de humedad.

$$\text{Agregado grueso} = \% \text{ de humedad} * \text{Peso de agregado}$$

$$\text{Agregado grueso} = 103.37 * 1124.89 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1162.80$$

- Cálculo del peso del agregado fino ajustado al contenido de humedad.

$$\text{Agregado fino} = \% \text{ de humedad} * \text{Peso de agregado}$$

$$\text{Agregado fino} = 105.30\% * 281.44 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado fino} = 296.36$$

- **Paso 13:** Valores obtenidos para el diseño para un m3 de concreto.

**Tabla 7**

Valores obtenidos para el diseño de mezcla para un concreto permeable con 20% de agregado fino

| MATERIAL     | PESO POR M3 (KG) |
|--------------|------------------|
| CEMENTO      | 359.82           |
| AGUA         | 174.62           |
| A. FINO      | 296.36           |
| A. GRUESO    | 1162.8           |
| <b>TOTAL</b> | <b>1993.6</b>    |

- Determinación del peso de materiales por bolsa de cemento.

$$\frac{359.82}{359.82} \quad \frac{1162.80}{359.82} \quad \frac{296.36}{359.82} \quad \frac{174.62}{359.82} * 42.5 \text{ lt/bolsa}$$

$$1 \text{ cemento} : 3.23 \text{ A.G} : 0.82 \text{ A.F} : 0.49 \text{ agua lt/bolsa}$$

$$42.5 \frac{\text{kg}}{\text{bls}} : 137.34 \frac{\text{kg}}{\text{bls}} : 35.02 \frac{\text{kg}}{\text{bls}} : 20.62 \frac{\text{kg}}{\text{bls}}$$

- **Paso 14:** Determinar los valores del diseño de mezcla para realizar los ensayos en laboratorio.

Las dimensiones de las probetas cilíndricas son:

- ✓ Altura = 0.30 m
- ✓ Radio = 0.075 m
- ✓ Desperdicio = 5%
- ✓ Muestra = 5

- Determinar el volumen de la probeta cilíndrica a usar.

$$V = \pi * r^2 * h * \text{desperdicio} * N^{\circ} \text{muestras}$$

$$V = \pi * (0.075m)^2 * 0.30m * 1.05 * 5$$

$$V = 0.0278 m^3$$

- Cálculo de los pesos de materiales para una mezcla para un concreto permeable con 20% de agregado fino y sustitución del agregado fino por ceniza de cáscara de trigo.

**Tabla 8**

*Cantidad requerida de materiales para el primer diseño (PATRON)*

| CONCRETO PERMEBLE CON 20% DE AGREGADO FINO |                                 |       |    |
|--------------------------------------------|---------------------------------|-------|----|
| F'c= 175 kg/cm2                            |                                 |       |    |
| VOLUMEN PROBETA                            | 0.0278                          |       | m3 |
| N.º PROBETAS                               |                                 | 5     |    |
| MATERIALES                                 | CANTIDAD REQUERIDA POR M3 EN KG |       |    |
| AGUA                                       |                                 | 4.85  |    |
| CEMENTO                                    |                                 | 10    |    |
| AGREGADO GRUESO                            |                                 | 32.84 |    |
| AGREGADO FINO                              |                                 | 8.24  |    |
| TOTAL                                      |                                 | 55.94 |    |

**Tabla 9**

*Cantidad requerida de materiales para el segundo diseño*

| SUSTITUCION DE 15% DEL AGREGADO FINO POR LA CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO |                                 |   |    |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---|----|
| F' C= 175 kg/cm2                                                       |                                 |   |    |
| VOLUMEN PROBETA                                                        | 0.0278                          |   | m3 |
| N.º PROBETAS                                                           |                                 | 5 |    |
| MATERIALES                                                             | CANTIDAD REQUERIDA POR M3 EN KG |   |    |
| AGUA                                                                   | 4.96                            |   |    |
| CEMENTO                                                                | 10.00                           |   |    |
| AGREGADO GRUESO                                                        | 32.84                           |   |    |
| AGREGADO FINO                                                          | 7.00                            |   |    |
| 15% (CCT)                                                              | 1.24                            |   |    |
| TOTAL                                                                  | 56.04                           |   |    |

**Tabla 10**

*Cantidad requerida de materiales para el tercer diseño*

| SUSTITUCION DE 20% DEL AGREGADO FINO POR LA CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO |                                 |   |    |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---|----|
| F' C= 175 kg/cm2                                                       |                                 |   |    |
| VOLUMEN PROBETA                                                        | 0.0278                          |   | m3 |
| N.º PROBETAS                                                           |                                 | 5 |    |
| MATERIALES                                                             | CANTIDAD REQUERIDA POR M3 EN KG |   |    |
| AGUA                                                                   | 5.05                            |   |    |
| CEMENTO                                                                | 10.00                           |   |    |
| AGREGADO GRUESO                                                        | 32.84                           |   |    |
| AGREGADO FINO                                                          | 6.59                            |   |    |
| 20% (CCT)                                                              | 1.65                            |   |    |
| TOTAL                                                                  | 56.14                           |   |    |

**Tabla 11***Cantidad requerida de materiales para el cuarto diseño*

| <b>SUSTITUCION DE 25% DEL AGREGADO FINO POR LA CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO</b> |                                        |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----|
| <b>F'C= 175 kg/cm2</b>                                                        |                                        |    |
| <b>VOLUMEN PROBETA</b>                                                        | 0.0278                                 | m3 |
| <b>N.º PROBETAS</b>                                                           | 5                                      |    |
| <b>MATERIALES</b>                                                             | <b>CANTIDAD REQUERIDA POR M3 EN KG</b> |    |
| <b>AGUA</b>                                                                   | 5.15                                   |    |
| <b>CEMENTO</b>                                                                | 10.00                                  |    |
| <b>AGREGADO GRUESO</b>                                                        | 32.84                                  |    |
| <b>AGREGADO FINO</b>                                                          | 6.18                                   |    |
| <b>25% (CCT)</b>                                                              | 2.06                                   |    |
| <b>TOTAL</b>                                                                  | 56.24                                  |    |

### **3.3.1.2.2 RECOLECCION DE CÁSCAR DE TRIGO**

La ceniza de cáscara de trigo para los diseños de mezcla, fue elaborada por el tesista, ya que algunas cenizas son vendidas o no se encuentran en nuestra ciudad.

Por ello se compró 20 kg de cáscara de trigo del Molino Granito de Oro que se encuentra ubicada en Jirón Aguilar n°183 Huánuco, para continuar con su calcinación haciendo el uso de una estufa elaborada por el tesista.

**Figura 17**

*Foto de la ceniza de cáscara de trigo empleado para los diseños de mezcla*



### **3.3.1.3 ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO**

Para realizar los siguientes ensayos, se realizará la siguiente tabla que tiene como finalidad de resumir los ensayos a realizar al concreto en estado fresco.

**Tabla 12**

*Ensayos del concreto en estado fresco*

| N.º de ensayo | Nombre de ensayo                                                 | Norma   |      |
|---------------|------------------------------------------------------------------|---------|------|
|               |                                                                  | NTP     | ASTM |
| 1             | Medición del asentamiento del concreto fresco con cono de Abrams | 339.035 | C143 |
| 2             | Elaboración y curado de especímenes de concreto                  | 339.033 | C31  |

#### **3.3.1.3.1 MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO CON CONO DE ABRAMS**

##### **a) Objetivo**

Desarrollar el método para calcular el asentamiento de un concreto recién mezclada (NTP 339.035).

##### **b) Equipos y herramientas.**

- Un molde metálico, impermeable a la pasta de cemento.

- Varilla de acero liso.
- Flexómetro.

**c) Procedimiento.**

- Para comenzar la prueba, humedecemos la varilla al tiempo que empapamos la base inferior del cono Abrams.
- En la base poner una superficie plana de metal.
- Poner los dos pies sobre las aletas del cono con la finalidad de que no se mueva al momento de realizar el llenado del concreto.
- La tercera porción del cono sigue llenándose y la capa se comprime con 25 golpes.
- Se repite el paso anterior para las dos capas que faltan por llenar.
- Realizar golpes al cono con el martillo de caucho con la finalidad de tener una óptima compactación.
- Se levanta el cono de forma vertical.
- A continuación, se mide el asentamiento (el espacio entre el centro de la cara superior del concreto y la altura del molde).

**Figura 18**

*Foto del llenado del cono de abrams con concreto*



**Figura 19**

*Foto de la compactación del concreto con 25 golpes*



**Figura 20**

*Foto del cono de Abrams junto al concreto permeable*



**Figura 21**

*Foto al momento de medir el asentamiento del concreto permeable*





### 3.3.1.3.2 ELABORACIÓN Y CURADO DE ESPECIMENES DE CONCRETO

#### a) Objetivo

Fijar la construcción y curado de probetas cilíndricas de muestras típicas (NTP 339.033).

Para crear las muestras se emplearon moldes cilíndricos.

#### b) Equipos y herramientas

- Moldes cilíndricos.
- Bandeja.
- Cucharon.
- Mazo de goma.
- Varilla de acero liso.

#### c) Procedimiento

##### ✓ Elaboración de los especímenes:

- Empezamos con el respectivo pesaje de los materiales que se va a utilizar en los diseños, tanto para un concreto permeable con y sin ceniza de cáscara de trigo.

**Figura 22**

*Foto del pesaje de materiales para un concreto permeable con 20% de A.F*



### Figura 23

*Foto del pesaje de materiales para un concreto permeable con ceniza de cáscara de trigo*



- Para poder realizar el engrasado, hay tener los moldes y sus bases totalmente limpios.
- Engrase por dentro los moldes para prevenir que el concreto se pegue a ellos, lo que hará que el desmolde sea mucho más sencillo.
- Poner los moldes en una superficie horizontal.
- Se continúa con el llenado de la tercera parte de las probetas cilíndricas y compactar la capa mediante 25 golpes.
- Se repite el paso anterior para las dos capas que faltan por llenar.
- Realizar golpes al cono con el martillo de caucho con la finalidad de tener una óptima compactación.

### Figura 24

*Fotos del llenado de los especímenes en sus respectivas capas*



✓ Curado de los especímenes:

- Realizar el desencofrado de los especímenes después de haber transcurrido 24 horas desde su llenado.
- Después de haber realizado el desmolde, se continua con la identificación de cada espécimen por cada diseño de mezcla.

**Figura 25**

*Foto del curado de los especímenes*



### **3.3.1.4 ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO**

Para realizar los siguientes ensayos, se realizará la siguiente tabla que tiene como finalidad de resumir los ensayos a realizar al concreto en estado endurecido.

**Tabla 13**

*Ensayos del concreto en estado endurecido*

| N.º de ensayo | Nombre de ensayo                                              | Norma   |      |
|---------------|---------------------------------------------------------------|---------|------|
|               |                                                               | NTP     | ASTM |
| 1             | Determinación de la resistencia a la compresión del concreto. | 339.034 | C39  |

#### **3.3.1.4.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

##### **a) Objetivo**

Tiene como objetivo de calcular resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas.

##### **b) Equipos y herramientas**

- Prensa hidráulica digital calibrada
- Platos de retención con almohadillas.
- Vernier.

##### **c) Procedimiento**

- Tras 28 días en la piscina, se sacan las muestras y se dejan reposar a temperatura ambiente durante 24 horas antes de iniciar la prueba.
- Las caras superior e inferior de los especímenes son excesivamente rugosas, por lo que se coloca un revestimiento de yeso pétreo extra duro en cada una de esas caras, así poder obtener buenos resultados cuando se someta a la fuerza axial de compresión generada por la prensa hidráulica.
- Se continúa con la medición de los diámetros de las dos caras de las probetas, mediante el instrumento vernier.
- Se procedió a colocar los platos de retención en cada cara de las probetas. A continuación, la probeta se coloca debajo de la prensa hidráulica, donde tiene que estar perfectamente centrada.

- Continuamos aplicando una fuerza axial constante y uniformemente a la probeta generado por la prensa hidráulica, hasta que se produzca la ruptura de la misma.
- Para finalizar, se toma nota de los resultados obtenidos que se observa en la pantalla de la prensa hidráulica.

**Figura 26**

*Foto de la probeta en la prensa hidráulica*



### **3.3.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para la presente investigación se empleará como instrumento de recolección de datos unas fichas de observación, debido que en ella se van a apuntar las cargas máximas que generaron la ruptura de las probetas en el ensayo a la compresión, así como también los datos que se requiere para los diseños de mezcla, tanto para el diseño de mezcla patrón y los diseños de mezcla con ceniza de cáscara de trigo.

**Tabla 14**

*Instrumento de recolección de datos.*

| INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS |                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OBSERVACIÓN                         | Se utilizará la observación como técnica de recolección de datos, debido a que se van a elegir, mirar y anotar los datos obtenidos en el ensayo a compresión. |
| FICHAS DE OBSERVACIÓN               | Se utilizará fichas para realizar la anotación de los datos observados y obtenidos por el ensayo.                                                             |

### **3.4 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACION**

#### **3.4.1 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS**

En la investigación realizada para el análisis estadístico de los datos obtenidos, se usará el método de Inferencial Estadístico.

#### **3.4.2 INSTRUMENTO DE ANÁLISIS DE DATOS**

Se utilizarán el Microsoft Excel para procesar los datos, que luego se mostrarán en tablas estadísticas para continuar su análisis y conclusión (Altamirano Piñan, 2019). Para la comprobación de las hipótesis emplearemos el software estadístico SPSS (Statistical Package The Social Sciences) (Cruz Garcia, 2019).

#### **3.4.3 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO**

El procedimiento de análisis de datos se determinará el nivel de confianza y el porcentaje de error, continuando se debe de cumplir con

los parámetros para determinar el valor el P-Valor (valor de la prueba), son:

- La Prueba de Normalidad se obtendrá con la prueba de Shapiro-Wilk, debido a que contamos con un tamaño de muestra de 20 especímenes y dicha prueba se emplea cuando se cuenta con muestras menores de 50.
- Para la Igualdad de Varianza se empleará la prueba de Levene, en el cual obtendremos si presenta o no igualdad de varianza.
- Por último, se determina el P-valor con la prueba de Anova de un factor para muestras independientes, de esta manera:
  - ✓  $P\text{-Valor} \geq 0.05$ , se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ )
  - ✓  $P\text{-Valor} < 0.05$ , se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ )

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

En el presente capítulo se mostrará un resumen detallado de los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión, tanto para el diseño patrón como para los diseños conteniendo la ceniza de cáscara de trigo.

Se empleará el Microsoft Excel para procesar los datos de la resistencia a la compresión, luego se mostrarán en tablas estadísticas para continuar su análisis y conclusión de los datos. Para la comprobación de las hipótesis emplearemos la prueba estadística ANOVA de un factor.

#### - PRIMER DISEÑO DE MEZCLA (PATRON)

**Tabla 15**

*Resultado de la media de la resistencia a la compresión del primer diseño de mezcla*

| PRIMER DISEÑO DE MEZCLA |                     |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ID                      | DESCRIPCION         | UND    | Pro. 1 | Pro. 2 | Pro. 3 | Pro. 4 | Pro. 5 |
| A                       | Diámetro 1          | Cm     | 15.21  | 15.29  | 15.10  | 15.10  | 15.25  |
| B                       | Diámetro 2          | Cm     | 15.20  | 15.30  | 15.13  | 15.11  | 15.23  |
| C                       | Diámetro 3          | Cm     | 15.19  | 15.31  | 15.15  | 15.12  | 15.21  |
| D                       | Altura              | Cm     | 30.00  | 30.00  | 30.00  | 30.00  | 30.00  |
| E                       | Máxima carga        | Kg     | 29590  | 29950  | 29380  | 29260  | 29690  |
| F                       | Tipo de falla       |        | Tipo 2 | Tipo 2 | Tipo 5 | Tipo 2 | Tipo 5 |
| G                       | Área de contacto    | cm2    | 181.46 | 183.85 | 179.71 | 181.70 | 182.18 |
| H                       | Resistencia (H=E/G) | kg/cm2 | 163.07 | 162.90 | 163.48 | 166.31 | 162.97 |
| RESISTENCIA PROMEDIO    |                     | kg/cm2 | 163.12 |        |        |        |        |



- **SEGUNDO DISEÑO DE MEZCLA (15% DE CENIZA)**

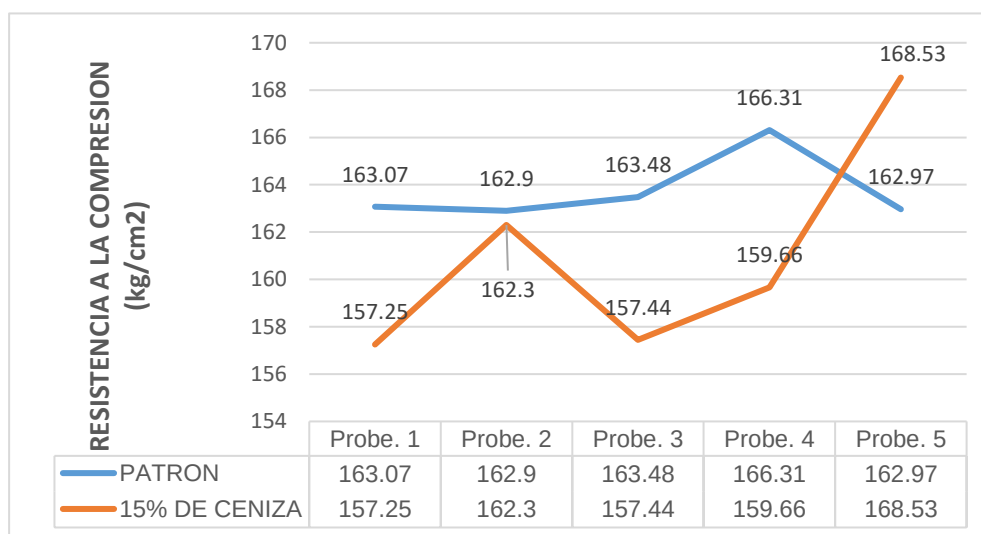
**Tabla 16**

*Resultado de la media de la resistencia a la compresión del segundo diseño de mezcla*

| SEGUNDO DISEÑO DE MEZCLA |                     |                    |        |        |        |        |        |
|--------------------------|---------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ID                       | DESCRIPCION         | UND                | Pro. 1 | Pro. 2 | Pro. 3 | Pro. 4 | Pro. 5 |
| A                        | Diámetro 1          | cm                 | 15.35  | 15.40  | 15.35  | 15.43  | 15.11  |
| B                        | Diámetro 2          | cm                 | 15.36  | 15.41  | 15.34  | 15.42  | 15.12  |
| C                        | Diámetro 3          | cm                 | 15.38  | 15.42  | 15.34  | 15.42  | 15.16  |
| D                        | Altura              | cm                 | 30.00  | 30.00  | 30.00  | 30.00  | 30.00  |
| E                        | Máxima carga        | kg                 | 29150  | 30270  | 29110  | 29830  | 30300  |
| F                        | Tipo de falla       |                    | Tipo 6 | Tipo 6 | Tipo 6 | Tipo 5 | Tipo 6 |
| G                        | Área de contacto    | cm <sup>2</sup>    | 185.38 | 186.51 | 184.90 | 186.83 | 179.79 |
| H                        | Resistencia (H=E/G) | kg/cm <sup>2</sup> | 157.25 | 162.30 | 157.44 | 159.66 | 168.53 |
| RESISTENCIA PROMEDIO     |                     | kg/cm <sup>2</sup> | 161.04 |        |        |        |        |

**Figura 27**

*Resistencia a la compresión del segundo diseño de mezcla*



**Interpretación**

La resistencia a la compresión media del diseño patrón es 163.12 kg/cm<sup>2</sup> y el segundo diseño (15% de ceniza) cuenta con una resistencia a la compresión de 161.04 kg/cm<sup>2</sup>, teniendo como interpretación que el diseño patrón cuenta con una resistencia a la compresión mayor que el segundo diseño de mezcla (15% de ceniza).

- **TERCER DISEÑO DE MEZCLA (20% DE CENIZA)**

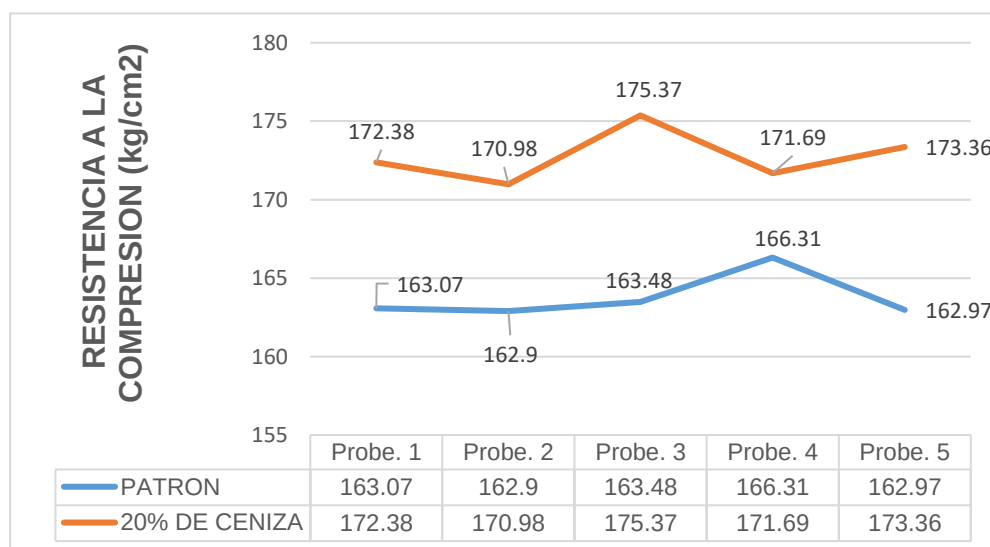
**Tabla 17**

*Resistencia a la compresión del tercer diseño de mezcla*

| TERCER DISEÑO DE MEZCLA |                     |                    |        |        |        |        |        |
|-------------------------|---------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ID                      | DESCRIPCION         | UND                | Pro. 1 | Pro. 2 | Pro. 3 | Pro. 4 | Pro. 5 |
| A                       | Diámetro 1          | cm                 | 15.13  | 15.30  | 15.22  | 15.15  | 15.21  |
| B                       | Diámetro 2          | cm                 | 15.13  | 15.32  | 15.22  | 15.16  | 15.22  |
| C                       | Diámetro 3          | cm                 | 15.15  | 15.32  | 15.23  | 15.17  | 15.23  |
| D                       | Altura              | cm                 | 30.00  | 30.00  | 30.00  | 30.00  | 30.00  |
| E                       | Máxima carga        | kg                 | 31020  | 31490  | 31920  | 30990  | 31540  |
| F                       | Tipo de falla       |                    | Tipo 2 | Tipo 2 | Tipo 5 | Tipo 6 | Tipo 5 |
| G                       | Área de contacto    | cm <sup>2</sup>    | 179.95 | 184.17 | 182.02 | 180.50 | 181.94 |
| H                       | Resistencia (H=E/G) | kg/cm <sup>2</sup> | 172.38 | 170.98 | 175.37 | 171.69 | 173.36 |
| RESISTENCIA PROMEDIO    |                     | kg/cm <sup>2</sup> | 172.75 |        |        |        |        |

**Figura 28**

*Resistencia a la compresión del tercer diseño de mezcla*



**Interpretación**

La resistencia a la compresión media del diseño patrón es 163.12 kg/cm<sup>2</sup> y el tercer diseño (20% de ceniza) cuenta con una resistencia a la compresión de 172.75 kg/cm<sup>2</sup>, teniendo como interpretación que el diseño patrón cuenta con una resistencia a la compresión menor que el tercer diseño de mezcla (20% de ceniza).

- **CUARTO DISEÑO DE MEZCLA (25% DE CENIZA)**

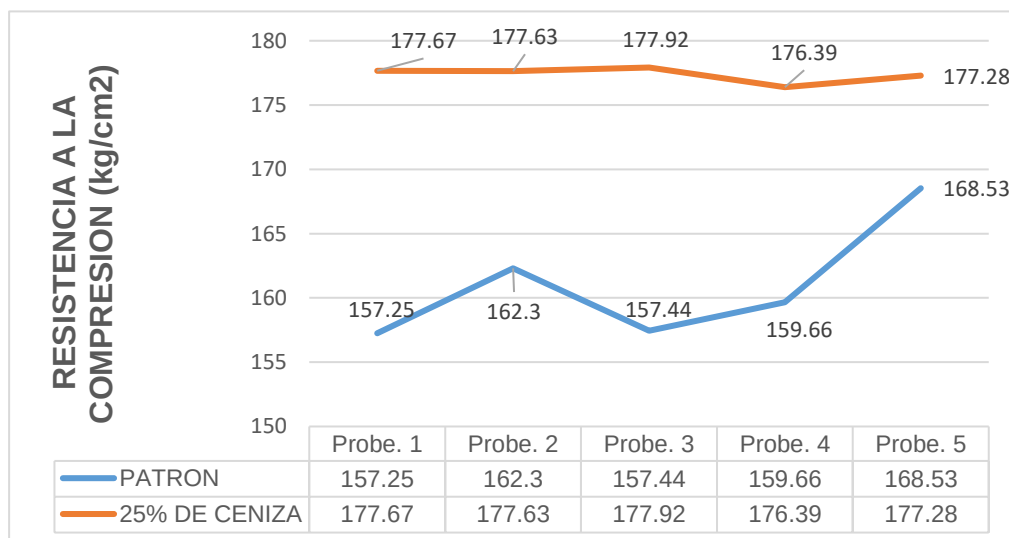
**Tabla 18**

*Resistencia a la compresión del cuarto diseño de mezcla*

| CUARTO DISEÑO DE MEZCLA |                     |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ID                      | DESCRIPCION         | UND    | Pro. 1 | Pro. 2 | Pro. 3 | Pro. 4 | Pro. 5 |
| A                       | Diámetro 1          | cm     | 15.02  | 15.15  | 15.20  | 15.17  | 15.14  |
| B                       | Diámetro 2          | cm     | 15.02  | 15.18  | 15.23  | 15.17  | 15.12  |
| C                       | Diámetro 3          | cm     | 15.02  | 15.19  | 15.23  | 15.19  | 15.12  |
| D                       | Altura              | cm     | 30.00  | 30.00  | 30.00  | 30.00  | 30.00  |
| E                       | Máxima carga        | kg     | 31480  | 32120  | 32370  | 31910  | 31860  |
| F                       | Tipo de falla       |        | Tipo 2 | Tipo 6 | Tipo 6 | Tipo 5 | Tipo 6 |
| G                       | Área de contacto    | cm2    | 177.19 | 180.82 | 181.94 | 180.90 | 179.71 |
| H                       | Resistencia (H=E/G) | kg/cm2 | 177.67 | 177.63 | 177.92 | 176.39 | 177.28 |
| RESISTENCIA PROMEDIO    |                     | kg/cm2 | 177.38 |        |        |        |        |

**Figura 29**

*Resistencia a la compresión del cuarto diseño de mezcla*



**Interpretación**

La resistencia a la compresión media del diseño patrón es 163.12 kg/cm2 y el cuarto diseño (25% de ceniza) cuenta con una resistencia a la compresión de 177.38 kg/cm2, teniendo como interpretación que el diseño patrón cuenta con una resistencia a la compresión menor que el cuarto diseño de mezcla (25% de ceniza).

## 4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS

### 4.2.1 HIPOTESIS ESPECIFICA 1

Hipótesis Nula ( $H_0$ ): No existe una diferencia importante entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 15% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días.

Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ): Existe una diferencia importante entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 15% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días.

- Análisis de los resultados obtenidos, para comprobar que la variable aleatoria se distribuye normalmente entre los grupos.

**Tabla 19**

*Análisis de normalidad HE1*

| Shapiro-Wilk                                   |        |             |              |               |                        |
|------------------------------------------------|--------|-------------|--------------|---------------|------------------------|
| Descripción                                    | Media  | Estadístico | N.º Probetas | Significancia | Análisis               |
| Probetas Patrón                                | 163.12 | 0.196       | 5            | 0.536         | Si presenta normalidad |
| Probetas con 15% de ceniza de cascara de trigo | 161.04 | 0.216       | 5            | 0.246         | Si presenta normalidad |

*Fuente.* Software SPSS

### Interpretación

Como podemos observar los valores presentan Normalidad en todos los grupos, significancia es mayor a 0.05.

- Análisis para determinar la homogeneidad de varianzas empleando el estadístico de Levene.

**Tabla 20**

*Análisis de homogeneidad de varianzas HE1*

| Descripción         | Estadístico de Levene | Significancia | Análisis                 |
|---------------------|-----------------------|---------------|--------------------------|
| Se basa en la media | 8.684                 | 0.019         | No presenta homogeneidad |

*Fuente. Software SPSS*

### Interpretación

Como podemos observar no existe homogeneidad de varianza, ya que la significancia es menor que 0.05.

- Prueba de la hipótesis aplicando ANOVA

**Tabla 21**

*Prueba de hipótesis HE1*

| Descripción  | Media cuadrática | F     | Significancia |
|--------------|------------------|-------|---------------|
| Entre grupos | 10.858           | 0.997 | 0.347         |

*Fuente. Software SPSS*

### Conclusión:

Como el valor de significancia es mayor que 0.05 se acepta la Hipótesis Nula ( $H_0$ ), No existe una diferencia importante entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 15% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días.

#### 4.2.2 HIPOTESIS ESPECIFICA 2

Hipótesis Nula (Ho): No existe una diferencia importante entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 20% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días.

Hipótesis Alternativa (H1): Existe una diferencia importante entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 20% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días.

- Análisis de los resultados obtenidos, para comprobar que la variable aleatoria se distribuye normalmente entre los grupos.

**Tabla 22**

*Análisis de normalidad HE2*

| Shapiro-Wilk                                   |         |             |                 |               |                        |
|------------------------------------------------|---------|-------------|-----------------|---------------|------------------------|
| Descripción                                    | Media   | Estadístico | N.º<br>Probetas | Significancia | Análisis               |
| Probetas Patrón                                | 163.12  | 0.921       | 5               | 0.536         | Si presenta normalidad |
| Probetas con 20% de ceniza de cascara de trigo | 172.752 | 0.948       | 5               | 0.719         | Si presenta normalidad |

*Fuente. Software SPSS*

#### Interpretación

Como podemos observar los valores presentan Normalidad en todos los grupos, significancia es mayor a 0.05.

- Análisis para determinar la homogeneidad de varianzas empleando el estadístico de Levene.

**Tabla 23***Análisis de homogeneidad de varianzas HE2*

| Descripción         | Estadístico de Levene | Significancia | Análisis                 |
|---------------------|-----------------------|---------------|--------------------------|
| Se basa en la media | 7.383                 | 0.026         | No presenta homogeneidad |

*Fuente. Software SPSS***Interpretación**

Como podemos observar no existe homogeneidad de varianza, significancia es menor que 0.05.

- Prueba de la hipótesis aplicando ANOVA

**Tabla 24***Prueba de hipótesis HE2*

| Descripción  | Media cuadrática | F       | Significancia |
|--------------|------------------|---------|---------------|
| Entre grupos | 231.939          | 156.197 | 0.001         |

*Fuente. Software SPSS***Conclusión:**

Como el valor de significancia es menor que 0.05 se acepta la Hipótesis Alterna (H1), Existe una diferencia importante entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 20% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días.

### 4.2.3 HIPOTESIS ESPECIFICA 3

Hipótesis Nula (Ho): No existe una diferencia importante entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 25% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días.

Hipótesis Alternativa (H1): Existe una diferencia importante entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 25% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días.

- Análisis de los resultados obtenidos, para comprobar que la variable aleatoria se distribuye normalmente entre los grupos.

**Tabla 25**

*Análisis de normalidad HE3*

| Shapiro-Wilk                                   |        |             |                 |               |                        |
|------------------------------------------------|--------|-------------|-----------------|---------------|------------------------|
| Descripción                                    | Media  | Estadístico | N.º<br>Probetas | Significancia | Análisis               |
| Probetas Patrón                                | 163.12 | 0.921       | 5               | 0.536         | Si presenta normalidad |
| Probetas con 25% de ceniza de cascara de trigo | 177.38 | 0.864       | 5               | 0.244         | Si presenta normalidad |

*Fuente. Software SPSS*

### Interpretación

Como podemos observar los valores presentan Normalidad en todos los grupos, significancia es mayor a 0.05.



- Análisis para determinar la homogeneidad de varianzas empleando el estadístico de Levene.

**Tabla 26**

*Análisis de homogeneidad de varianzas HE3*

| Descripción         | Estadístico de Levene | Significancia | Análisis                 |
|---------------------|-----------------------|---------------|--------------------------|
| Se basa en la media | 2.580                 | 0.047         | No presenta homogeneidad |

*Fuente.* Software SPSS

### Interpretación

Como podemos observar no existe homogeneidad de varianza, significancia es menor que 0.05.

- Prueba de la hipótesis aplicando ANOVA

**Tabla 27**

*Prueba de hipótesis HE3*

| Descripción  | Media cuadrática | F        | Significancia |
|--------------|------------------|----------|---------------|
| Entre grupos | 508.226          | 2489.917 | 0.001         |

*Fuente.* Software SPSS

### Conclusión:

Como el valor de significancia es menor que 0.05 se acepta la Hipótesis Alterna (H1), Existe una diferencia importante entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 25% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Los resultados obtenidos, se pudo comparar la resistencia de los cuatro diseños: el primero trata de un concreto permeable con 20% de agregado fino, el segundo, tercero y cuarto con sustitución porcentual del 15, 20 y 25% respectivamente del peso del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo.

Continuamos con la discusión de los resultados obtenidos en esta investigación:

De la tabla 15 y tabla 16 se pudo determinar que al realizar la sustitución porcentual del 15% del agregado fino por la ceniza, hace que la resistencia del concreto permeable disminuya, debido a que dicho porcentaje no tiene la cantidad suficiente en la dosificación. Teniendo como medias de la resistencia para el Diseño Patrón 163.12 kg/cm<sup>2</sup> y para diseño de concreto con 15% de ceniza 161.04 kg/cm<sup>2</sup>.

De la tabla 15 y tabla 17 se pudo determinar que al realizar la sustitución porcentual del 20% del agregado fino por la C.C.T, hace que la resistencia del concreto permeable tenga un incremento, debido a que la ceniza ya cuenta con un peso considerado en la dosificación. Teniendo como media de la resistencia para el Diseño Patrón 163.12 kg/cm<sup>2</sup> y para diseño de concreto con 20% de ceniza 172.75 kg/cm<sup>2</sup>.

De la tabla 15 y tabla 18 se pudo determinar que al realizar la sustitución porcentual del 25% del agregado fino por la C.C.T, hace que la resistencia del concreto permeable tenga un incremento, debido a que la ceniza de cáscara de trigo disminuye los vacíos que tiene el concreto permeable haciéndola más densa y resistente. Teniendo como media de la resistencia para el Diseño Patrón 163.12 kg/cm<sup>2</sup> y para para diseño de concreto con 25% de ceniza 177.38 kg/cm<sup>2</sup>.

Para continuar con la discusión de resultados se tomará resultados de los antecedentes tomados por la presente investigación:

Altamirano Piñan (2019), diseñó dos concretos permeables, el primer diseño de mezcla (sin agregado fino) con una resistencia promedio de 91.87 kg/cm<sup>2</sup> y el segundo diseño de mezcla (con agregado fino) con 163.61 kg/cm<sup>2</sup>.

De la investigación realizada por Altamirano (2019), podemos decir que al ser comparado con su segundo diseño de mezcla (con agregado fino), los resultados guardan valores semejantes en la resistencia a la compresión con la sustitución porcentual del 15% del agregado fino por la C.C.T (161.04 kg/cm<sup>2</sup>).

Morales (2018), donde el objetivo fue realizar el diseño de mezcla cuyos tamaños para el agregado grueso fue de 3/4" y 3/8", teniendo como resistencia media de 122.88 kg/cm<sup>2</sup> y 164.63 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

De la investigación realizada por Morales (2018), podemos indicar, que se obtuvo mejores resultados en la resistencia a la compresión con la sustitución porcentual del 20% del agregado fino por la C.C.T (172.75 kg/cm<sup>2</sup>).

Bautista (2018), donde el objetivo fue diseñar un "pavimento rígido permeable para la evacuación de aguas pluviales según la norma ACI 522R-10". Donde obtuvo mejores resultados para el quinto diseño de mezcla (10% de vacíos y 10% de agregado fino) una resistencia de 177.98 kg/cm<sup>2</sup>.

De la investigación realizada por Bautista (2018), podemos decir que, realizando la comparación entre el cuarto diseño de mezcla (con 25% de ceniza de cascara de trigo) de la presente investigación y el quinto diseño de mezcla (10% de vacíos y 10% de agregado fino) de la investigación mencionada, se obtuvo resultados similares de la resistencia a la compresión del concreto permeable.

## CONCLUSIONES

- Se determinó que el uso de la ceniza de la cáscara trigo para un concreto permeable como sustituto porcentual del agregado fino mejora la resistencia a la compresión, teniendo mejores resultados en el cuarto diseño de mezcla (25% de ceniza de cáscara de trigo).
- Se determinó que el uso de la ceniza de la cáscara de trigo para un concreto permeable como sustituto del 15% del agregado fino tiende a tener una disminución entre las medias de la resistencia a la compresión. Cuyos valores para el diseño de mezcla patrón es de 163.12 kg/cm<sup>2</sup> y segundo diseño mezcla (15% de ceniza) 161.04 kg/cm<sup>2</sup>, habiendo una disminución de 1.08 kg/cm<sup>2</sup> en la resistencia a la compresión.
- Se determinó que el uso de la ceniza de la cáscara de trigo para un concreto permeable como sustituto del 20% del agregado fino tiende a tener un incremento entre las medias de la resistencia. Cuyos valores para el diseño de mezcla patrón es de 163.12 kg/cm<sup>2</sup> y tercer diseño mezcla (20% de ceniza) de 172.75 kg/cm<sup>2</sup>, habiendo un incremento de 10.63 kg/cm<sup>2</sup> en la resistencia a la compresión.
- Se determinó que el uso de la ceniza de la cáscara de trigo para un concreto permeable como sustituto del 25% del agregado fino tiende a tener un incremento entre las medias. Cuyos valores para el diseño de mezcla patrón es de 163.12 kg/cm<sup>2</sup> y cuarto diseño mezcla (25% de ceniza) de 177.38 kg/cm<sup>2</sup>, habiendo un incremento de 15.26 kg/cm<sup>2</sup> en la resistencia a la compresión.
- Los diseños de mezcla empleados en la elaboración de las probetas, tenían como objetivo tener una resistencia de 175 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, cuyos resultados de la presente investigación, se pudo obtener mejor resultado en el cuarto diseño de mezcla (25% de ceniza), teniendo una media de 177.38 kg/cm<sup>2</sup>, a su vez encontrarse dentro del rango establecido por el ACI 522R-10.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con mayor profundidad la investigación realizada, tal como la determinación de la permeabilidad de los cuatro diseños de mezcla.
- Determinar los costos y beneficios entre los diseños de mezcla, así tener una información completa respecto al concreto permeable.
- Se recomienda una compactación adecuada de los suelos en donde se va a emplear un concreto permeable, debido a que al tener una compactación elevada disminuye la capacidad de permeabilidad del concreto. Cuyo coeficiente de permeabilidad debe de encontrarse en el rango establecido por el ACI 522R-10.
- Se recomienda durante el ensayo de cono de Abrams, verificar si el contenido de agua en el concreto es óptimo y así verificar que el asentamiento sea mínimo. Realizando con rapidez las probetas con la finalidad de que se pueda evaporar el agua.
- Se recomienda que se realice un concreto permeable con otros porcentajes en la sustitución porcentual del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo.
- Se recomienda realizar ensayos previos con las probetas o especímenes cilíndricos.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACI 522R. (2010). Informe sobre concreto permeable. Obtenido de American Concrete Institute.
- Altamirano Piñan, T. J. (2019). Elaboracion del concreto permeable para transito liviano usandod agregados de la cantera de Santa Maria del Valle La Despensa Huánuco - 2019. [Tesis. Universidad de Huanuco]. Obtenido de Repositorio Institucional UDH. <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/1883>
- Arteaga Alvarez, D. M., & Patiño Cifuentes, C. A. (2018). Análisis de contenidos de vacíos para el diseño de mezclas del concreto permeable con aditivo SikaCem en pavimentos Lima, 2018. [Tesis. Universidad Cesar Vallejo]. Obtenido de Repositorio Institucional UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34384>
- Barahoma Aguiluz, R. A., Martinez Guerrero, M. V., & Zelaya Zelaya, S. E. (2013). Comportamiento del concreto permeable utilizando agregado grueso de las canteras, El Carmen, Aramuaca y La Pedrera, de la zona oriental de El Salvador. [Tesis. Universidad de El Salvador]. Obtenido de Repositorio Institucional UES: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/23339>
- Bautista Pereda, A. J. (2018). Diseño de pavimento rígido permeable para la evacuación de aguas pluviales según la norma ACI 522-10. [Tesis. Universidad San Martin de Porres]. Obtenido de Repositorio Institucional USMP: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/4928>
- Borja S., M. (2012). Metodología de la investigación científica para ingenieros.
- Castañeda, L. F., & Moujir, Y. F. (2014). Diseño y aplicacion de concreto poroso para pavimentos. Obtenido de [Tesis. Pontificia Universidad Javeriana]: <https://www.scribd.com/document/537245539/Diseno-y-Aplicacion-de-Concreto-Poroso-para-Pavimentos>

- Cruz Garcia, H. (2019). Influencia de cenizas de ladrillos artesanales en la resistencia a la compresión de adoquines de concreto, Trujillo 2019. [Tesis. Universidad Privada del Norte]. Obtenido de Repositorio Institucional UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/item/45ff1f58-c89d-427e-b1b7-d005315a3ce4>
- (2015).Diseño de mezcla de concreto permeable con adicion de tiras de plástico f'c 175 kg/cm2 en la ciudad de Puno. [Tesis. Universidad Nacional del Altiplano]. Obtenido de [Tesis. Universidad Nacional del Altiplano]: Repositorio Institucional UNAP. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/2230>
- E060, N. (2015). Reglamento de Edificaciones. Obtenido de Lima.
- Escalante Serrano, D. C. (2019). Análisis comparativo de resistencia a compresión y permeabilidad de concreto poroso adicionando con fibras de vidrio con agregados de la cantera de Huancachupa con respecto a un concreto poroso de agregado fino - Huánuco 2018. [Tesis. Universidad Nacional Hermilio Valdizan]. Obtenido de Repostorio Institucional UNHEVAL: <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/4922>
- Gamarra Rojas, R. A. (2019). Estudio comparativo de la permeabilidad y la resistencia a la compresión del concreto poroso con el uso de agregado fino y aditivo plastificante - Huánuco 2019. [Tesis. Universidad Nacional Hermilio Valdizan]. Obtenido de Repositorio Institucional UNHEVAL. <http://repositorio.unheval.edu.pe/item/e3ff5dd4-4612-44a5-98db-fd13ecd013e5>
- Gutierrez, V. (2019). Resistencia a la compresión y permeabilidad de un concreto permeable sustituyendo 20 Y 40% de cemento por vidrio molido y conchas de abanico. [Tesis. Universidad San Pedro]. Obtenido de Repositorio Institcional USP. <https://repositorio.usanpedro.edu.pe/items/793c4ee1-c5d9-4331-a097-32dbd4d3b11c>

- Guzmán Camacho, C. (2016). Concreto permeable, ventajas y desventajas de su uso en vías urbanas de bajo tránsito, en comparación con el concreto hidráulico convencional como solución a los problemas de inundaciones en zonas aledañas al humedal de Jaboque, localidad de Engativá. [Tesis. Universidad Militar Nueva Granada]. Obtenido de Repositorio Institucional UMNG. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/15662>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Mexico. Obtenido de <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
- Hiriart, E. (2016). Ponencia Pavimentos Permeables. Obtenido de Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C.
- IMCYC. (2012). Concreto Permeable. Obtenido de Instituto Mexicano del cemento y en concreto.
- Jimenez Pesantes, H. J. (2019). Evaluación del concreto permeable como una alternativa sostenible para el control de las aguas pluviales en la Ciudad de Castilla, Provincia Piura y Departamento de Piura. [Tesis. Universidad Nacional de Piura]. Obtenido de Repositorio Institucional UNP. <https://repository.unp.edu.pe/handle/UNP/1904>
- Lencinas Valeriano, F. C., & Incahuanaco Callata, B. I. (2017). Evaluación de mezclas de concreto con adiciones de ceniza de paja de trigo como sustituto en porcentaje del cemento portland puzolánico ip en la zona altiplánica. [Tesis. Universidad Nacional del Altiplano]. Obtenido de Repositorio Institucional UNAP. <http://repository.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/3973>
- Meininger, R. (1988). No-Fines Pervious Concrete for Paving. Obtenido de Concrete International, Vol. 10, No. 8.
- Méndez Z., N. G., & Mosqueda V., M. C. (2016). Estudio de la resistencia del concreto permeable para pavimentos. Obtenido de Universidad de Carabobo.



- Morales Espinoza, A. M. (2018). Resistencia a la compresión de un concreto permeable vs uno convencional, utilizando agregados de la cantera shonguwarqui del Distrito Ge Chingas, Provincia Antonio Raymondi. [Tesis. Universidad San Pedro]. Obtenido de Repositorio Institucional USP. <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5485>
- Perez Gordillo, J. J. (2017). Influencia de la granulometria del agegado grueso en las propiedades mecanicas e hidraulicas de un concreto permeable, Trujillo 2017. Licenciatura. [Tesis. Universidad Privada del Norte]. Obtenido de Repositorio Institucional UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12351>
- Pérez, D. (2009). Estudio experimental de concreto permeables con agregados andesíticos. [Tesis de maestria. Universidad Nacional Autonoma de Mexico]. Obtenido de Repositorio Institucional UNAM. <https://repositorio.unam.mx/contenidos?&q=Estudio%20experimental%20de%20concreto%20permeables%20con%20agregados%20andes%C3%ADticos>
- Rogelio, P. (2017). Comparación De Pavimento Rígido Permeable E Rígido Impermeable Para La Ciudad De Trujillo. [Tesis. Universidad Cesar Vallejo]. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/367187009/COMPARACION-DE-PAVIMENTO-RIGIDO-PERMEABLE-E-RIGIDO-IMPERMEABLE-PARA-LA-CIUDAD-DE-TRUJILLO>
- Tennis, P., Leming, M. L., & Akers, D. J. (2004). Pervious Concrete Pavements,” EB 302, Portland Cement Association (PCA), Skokie, Illinois.
- V. Schaefer, K. W. (2006). Mix Design Development for Pervious Concrete in Cold Weather Climates. Obtenido de Center for Transportation Research and Education, Iowa State University.

## **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Arteaga Alvarez, D. M., & Patiño Cifuentes, C. A. (2018). Análisis de contenidos de vacíos para el diseño de mezclas del concreto permeable con aditivo SikaCem en pavimentos Lima, 2018. [Tesis. Universidad Cesar Vallejo]. Obtenido de Repositorio Institucional UCV. <https://...>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TITULO: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE CONVENCIONAL Y UN CONCRETO PERMEABLE HECHO CON CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO, HUANUCO - 2022"**

| PROBLEMA                                                                                                                                                                                                                                                                            | OBJETIVO                                                                                                                                                                                                                                                                              | HIPÓTESIS                                                                                                                                                                                                                                                                                          | VARIABLES                    | METODOLOGIA                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>GENERAL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>GENERAL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>GENERAL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>V. INDEPENDIENTE</b>      | <b>TIPO DE INVESTIGACION</b>                                                                                                                                                                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable hecho con ceniza de cáscara de trigo, Huánuco - 2022?</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable hecho con ceniza de cáscara de trigo, Huánuco - 2022.</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Existirá una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable hecho con ceniza de cáscara de trigo.</li> </ul>                                                  |                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo: Cuantitativo</li> <li>Nivel: Explicativo</li> <li>Diseño: Experimental</li> </ul>                                                              |
| <b>ESPECÍFICOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>ESPECÍFICOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>ESPECÍFICOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Ceniza de cáscara de trigo.  | <b>POBLACION Y MUESTRA</b>                                                                                                                                                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 15% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días?</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 15% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Existirá una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 15% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días.</li> </ul> |                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>En este proyecto de estudio se consideró como población a las mezclas de concreto permeable convencional y con ceniza de cascara de trigo</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 20% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días?</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 20% del agregado fino por la</li> </ul>                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Existirá una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 20% del agregado fino por la ceniza</li> </ul>                                    | <b>V. DEPENDIENTE</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Muestra: 20 especímenes para ensayo a la compresión.</li> </ul>                                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Resistencia a la compresión. |                                                                                                                                                                                             |

ceniza de cáscara de trigo a los 28 días. de cáscara de trigo a los 28 días.

- ¿Cuál es la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 25% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días?
  - Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 25% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días.
  - Existirá una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión entre un concreto permeable convencional y un concreto permeable sustituyendo el 25% del agregado fino por la ceniza de cáscara de trigo a los 28 días.
-

## ANEXO 2

### RESOLUCIÓN DE DESIGNACIÓN DE ASESOR

#### UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

##### *Facultad de Ingeniería*

##### RESOLUCIÓN N° 427-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 02 de marzo de 2023

Visto, el Oficio N° 302-2023-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 395901-0000001694, del Egresado **Neil Francois HERRERA HUARAC**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (Tesis).

##### **CONSIDERANDO:**

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 395901-0000001694, presentado por el (la) Egresado **Neil Francois HERRERA HUARAC**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone a la Mg. Yenerit Pamela Malpartida Valderrama, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

##### **SE RESUELVE:**

**Artículo Primero.** - **DESIGNAR**, como Asesor de Tesis del Egresado **Neil Francois HERRERA HUARAC**, a la Mg. Yenerit Pamela Malpartida Valderrama, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

**Artículo Segundo.** - El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

##### **REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE**



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Ing. Ethel Jheroni Manzano Lozano  
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
Mg. Bertha Campos Ríos  
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

##### Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Mat. y Reg.Acad. - Interesado - Archivo.  
BLC/REJML/ma.

## ANEXO 3

### RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE TESIS

#### UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

##### RESOLUCIÓN N° 467-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 04 de marzo de 2022

Visto, el Oficio N° 280-2022-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE CONVENCIONAL Y UN CONCRETO PERMEABLE HECHO CON CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO, HUANUCO - 2022"**, presentado por el (la) Bach. NEIL FRANCOIS HERRERA HUARAC.

#### CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 1327-2019-D-FI-UDH, de fecha 12 de noviembre de 2019, perteneciente al Bach. NEIL FRANCOIS HERRERA HUARAC se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Ing. Jerry Marlon Dávila Martel, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 280-2022-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE CONVENCIONAL Y UN CONCRETO PERMEABLE HECHO CON CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO, HUANUCO - 2022"** presentado por el (la) Bach. NEIL FRANCOIS HERRERA HUARAC, integrado por los siguientes docentes: Dr. Francisco Villegas Quispe (Presidente), Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Secretario) y Mg. Hamilton Denniss Abal García (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

#### SE RESUELVE:

**Artículo Primero.** - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: **"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE CONVENCIONAL Y UN CONCRETO PERMEABLE HECHO CON CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO, HUANUCO - 2022"** presentado por el (la) Bach. NEIL FRANCOIS HERRERA HUARAC para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

**Artículo Segundo.** - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

#### REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Ing. Ethel Ibarra Monzo Lozano  
SECRETARIA DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
Mg. Bertha Campos Rios  
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

#### Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.  
BCR/EJML/nto.



## ANEXO 4

### RESULTADO DE LABORATORIO DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO



PROYECTO : "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE CONVENCIONAL Y UN CONCRETO PERMEABLE HECHO CON CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO, HUANUCO - 2022"

SOLICITA : NEIL FRANCOIS HERRERA HUARAC

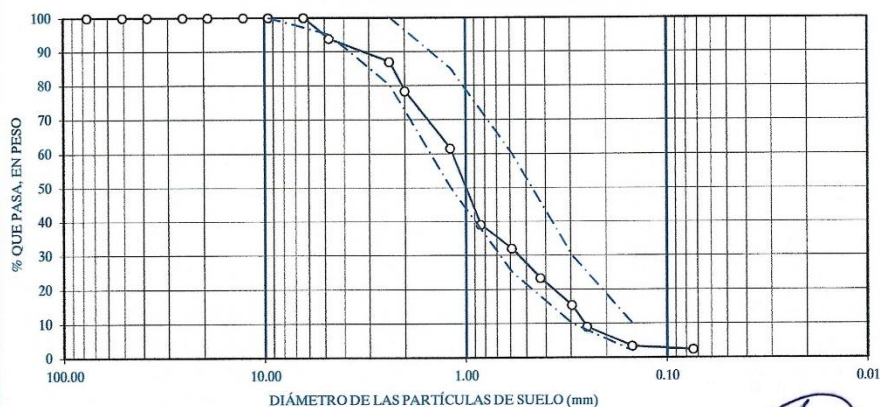
CANTERA : CANTERA ZONA CERO

FECHA : JUNIO DEL 2022

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - AGREGADO FINO

| TAMIZ No | DIÁMETRO (mm) | PESO RETENIDO | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |                | TAMAÑO MÁXIMO                     |
|----------|---------------|---------------|--------------------|----------------------|------------|----------------|-----------------------------------|
| 3"       | 76.200        |               |                    |                      |            | :              | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA         |
| 2"       | 50.800        |               |                    |                      |            | :              | ARENA GRUESA                      |
| 1 1/2"   | 38.100        |               |                    |                      |            | :              | 97.64%                            |
| 1"       | 25.400        |               |                    |                      |            | :              |                                   |
| 3/4"     | 19.050        |               |                    |                      |            | :              |                                   |
| 1/2"     | 12.700        |               |                    |                      |            | :              |                                   |
| 3/8"     | 9.525         |               |                    |                      |            | 100.00         |                                   |
| 1/4"     | 6.350         |               |                    |                      |            | :              | LIMITES DE CONSISTENCIA           |
| No 4     | 4.760         | 86.8          | 6.21               | 6.21                 | 93.79      | 95.00 : 100.00 | % DE GRAVAS = 6.21%               |
| Nº 8     | 2.380         | 96.3          | 6.89               | 13.10                | 86.90      | 80.00 : 100.00 | % DE ARENAS = 91.43%              |
| No 10    | 2.000         | 120.3         | 8.61               | 21.71                | 78.29      | :              | % DE LIMO-ARCILL = 2.36%          |
| Nº 16    | 1.190         | 234.7         | 16.79              | 38.50                | 61.50      | 50.00 : 85.00  |                                   |
| No 20    | 0.840         | 314.2         | 22.48              | 60.98                | 39.02      | :              | COEFICIENTE DE CURVATURA = 0.91   |
| No 30    | 0.590         | 99.3          | 7.11               | 68.08                | 31.92      | 25.00 : 60.00  | COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD = 4.18 |
| No 40    | 0.426         | 120.3         | 8.61               | 76.69                | 23.31      | :              | CLASIFICACIÓN                     |
| No 50    | 0.297         | 110.4         | 7.90               | 84.59                | 15.41      | 10.00 : 30.00  | SUCS: SP                          |
| No 60    | 0.250         | 89.3          | 6.39               | 90.98                | 9.02       | :              | AASHTO: A1 - a (0)                |
| No 100   | 0.149         | 78.6          | 5.62               | 96.60                | 3.40       | 2.00 : 10.00   | OBSERVACIONES                     |
| No 200   | 0.074         | 14.5          | 1.04               | 97.64                | 2.36       | :              | Pasa Tamiz Nº 200 = 2.36%         |
| CAZOLETA | 0.000         | 33.0          | 2.36               | 100.00               | 0.00       | :              |                                   |
| TOTAL    |               | 1397.6        | 100.00             |                      |            | :              |                                   |

GRAFICO DE LA GRANULOMETRÍA CON MALLAS ESTÁNDAR



CONSULTORA Y CONSTRUCTORA  
GEO ESTRUCTURAS S.A.C.  
Owner H. Salvador Salazar  
GERENTE GENERAL



## ANEXO 5

### RESULTADO DE LABORATORIO DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO



PROYECTO : "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO  
PERMEABLE CONVENCIONAL Y UN CONCRETO PERMEABLE HECHO CON CENIZA  
DE CÁSCARA DE TRIGO, HUANUCO - 2022"

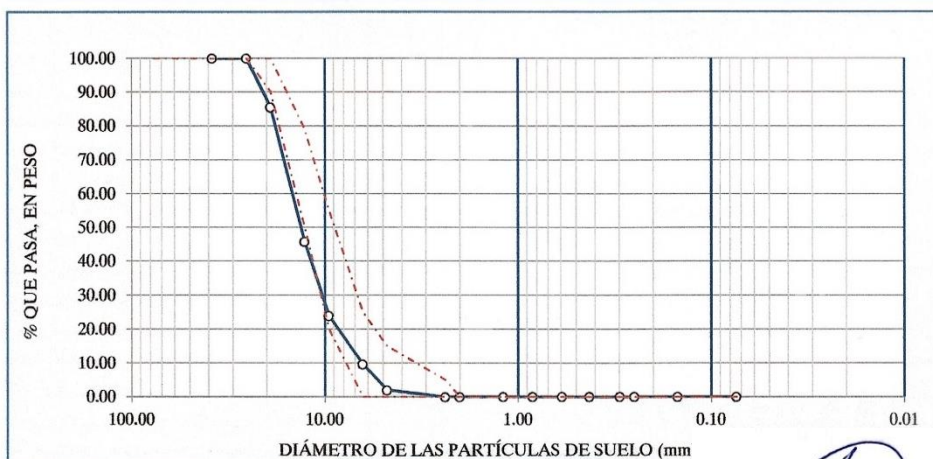
SOLICITA : NEIL FRANCOIS HERRERA HUARAC

CANTERA : CANTERA ZONA CERO

FECHA : JUNIO DEL 2022

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - AGREGADO GRUESO

| TAMIZ<br>No | DIÁM.<br>(mm) | PESO<br>RETENIDO | % RETE.<br>PARCIAL | % RET.<br>ACUMUL. | % QUE<br>PASA | ESPECIFICACIONES ASTM<br>C33/C33M - 18 - HUSO # 67 | TAMAÑO MÁXIMO                     |
|-------------|---------------|------------------|--------------------|-------------------|---------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 3"          | 76.20         |                  |                    |                   |               | 100.00 : 100.00                                    | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA         |
| 2"          | 50.80         |                  |                    |                   |               | 100.00 : 100.00                                    | PIEDRA CHANCADA                   |
| 1 1/2"      | 38.10         |                  |                    |                   | 100.00        | 100.00 : 100.00                                    | 100.0%                            |
| 1"          | 25.40         | 0.00             | 0.00               | 0.00              | 100.00        | 100.00 : 100.00                                    |                                   |
| 3/4"        | 19.05         | 998.70           | 14.53              | 14.53             | 85.47         | 90.00 : 100.00                                     |                                   |
| 1/2"        | 12.70         | 2731.00          | 39.73              | 54.25             | 45.75         | 50.00 : 79.00                                      |                                   |
| 3/8"        | 9.53          | 1500.00          | 21.82              | 76.07             | 23.93         | 20.00 : 55.00                                      |                                   |
| 1/4"        | 6.35          | 980.00           | 14.26              | 90.33             | 9.67          | 0.00 : 25.00                                       | LIMITES DE CONSISTENCIA           |
| No 4        | 4.76          | 524.00           | 7.62               | 97.95             | 2.05          | 0.00 : 15.00                                       | % DE GRAVAS = 97.9%               |
| Nº 8        | 2.38          | 141.00           | 2.05               | 100.00            | 0.00          | 0.00 : 5.00                                        | % DE ARENAS = 2.1%                |
| No 10       | 2.00          | 0.00             | 0.00               | 100.00            | 0.00          | 0.00 : 0.00                                        | % DE LIMO-ARCILLA 0.0%            |
| Nº 16       | 1.19          | 0.00             | 0.00               | 100.00            | 0.00          | 0.00 : 0.00                                        |                                   |
| No 20       | 0.84          | 0.00             | 0.00               | 100.00            | 0.00          | 0.00 : 0.00                                        |                                   |
| No 30       | 0.59          | 0.00             | 0.00               | 100.00            | 0.00          | 0.00 : 0.00                                        | COEFICIENTE DE CURVATURA = 1.75   |
| No 40       | 0.43          | 0.00             | 0.00               | 100.00            | 0.00          | 0.00 : 0.00                                        | COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD = 1.06 |
| No 50       | 0.30          | 0.00             | 0.00               | 100.00            | 0.00          | 0.00 : 0.00                                        | CLASIFICACIÓN                     |
| No 60       | 0.25          | 0.00             | 0.00               | 100.00            | 0.00          | 0.00 : 0.00                                        | SUCS: GP                          |
| No 100      | 0.15          | 0.00             | 0.00               | 100.00            | 0.00          | 0.00 : 0.00                                        | AASHTO: A1 - a (0)                |
| No 200      | 0.07          | 0.00             | 0.00               | 100.00            | 0.00          | 0.00 : 0.00                                        | OBSERVACIONES                     |
| CAZOLETA    | 0.00          | 12.00            |                    | 100.00            |               |                                                    | Pasa Tamiz Nº 200 = 0.00          |
| TOTAL       |               | 6886.70          | 100.00             |                   |               | Mín : Máx                                          |                                   |



CONSULTORA Y CONSTRUCTORA  
GEO ESTRUCTURAS S.A.C.

*Ornela H. Salazar*  
GERENTE GENERAL

Jr. Los Eucaliptos Mz F Lt 25, Urb. Los Portales, Amarilis - Huánuco  
E-mail: geo.estructuras2020@gmail.com, Cellphone: 982008201

## ANEXO 6

### RESULTADO DE LABORATORIO DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO



**PROYECTO** : "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE CONVENCIONAL Y UN CONCRETO PERMEABLE HECHO CON CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO, HUANUCO - 2022"  
**SOLICITA** : NEIL FRANCOIS HERRERA HUARAC  
**CANTERA** : CANTERA ZONA CERO  
**FECHA** : JUNIO DEL 2022

### NORMA ASTM C 88 - 76

| MUESTRA                                       |          | M - 1        | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
|-----------------------------------------------|----------|--------------|-------|-------|-------|
| Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)                | gr.      | 307.8        | 307.2 | 318.6 | 309.3 |
| Peso Frasco + agua                            | gr.      | 647.4        | 647.4 | 647.4 | 647.4 |
| Peso Frasco + agua + muestra SSS              | gr.      | 834.6        | 828.9 | 842.3 | 836.4 |
| Peso del Mat. Seco                            | cm3,     | 303.1        | 302.8 | 313.8 | 304.8 |
| Peso específico de masa                       | gr./cm3. | 2.51         | 2.41  | 2.54  | 2.53  |
| Peso específico SSS                           | gr./cm3. | 2.55         | 2.44  | 2.58  | 2.57  |
| Peso específico aparente                      | gr./cm3. | 2.61         | 2.50  | 2.64  | 2.63  |
| % Absorción                                   | %        | 1.55         | 1.45  | 1.54  | 1.48  |
| <b>Peso específico de masa Agregado fino</b>  | gr./cm3. | <b>2.498</b> |       |       |       |
| <b>Peso específico SSS Agregado fino</b>      | gr./cm3. | <b>2.535</b> |       |       |       |
| <b>Peso específico aparente Agregado fino</b> | gr./cm3. | <b>2.595</b> |       |       |       |
| <b>% Absorción Agregado fino</b>              | %        | <b>1.504</b> |       |       |       |

CONSULTORIA Y CONSTRUCTORA  
 GEO ESTRUCTURAS S.A.C.  
 \_\_\_\_\_  
 Owner H. Salazar Salazar  
 GERENTE GENERAL

## ANEXO 7

### RESULTADO DE LABORATORIO DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO



**PROYECTO** : "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE CONVENCIONAL Y UN CONCRETO PERMEABLE HECHO CON CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO, HUANUCO - 2022"  
**SOLICITA** : NEIL FRANCOIS HERRERA HUARAC  
**CANTERA** : CANTERA ZONA CERO  
**FECHA** : JUNIO DEL 2022

#### NORMA ASTM C 88 - 76

| MUESTRA                                                            |                     | M - 1  | M - 2  | M - 3  | M - 4  |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|
| Peso de la Muestra Sat. Sup. Seca (SSS)                            | gr.                 | 1009.2 | 1017.4 | 1007.9 | 1018.8 |
| Peso en el Agua de la Muestra Saturada                             | gr.                 | 629.1  | 630.7  | 645.7  | 641.4  |
| Peso de la Muestra Seca                                            | gr.                 | 993.7  | 1001.9 | 992.4  | 1001.9 |
| Peso Específico de masa (Pem)                                      | gr./cm <sup>3</sup> | 2.61   | 2.59   | 2.74   | 2.65   |
| Peso Específico de Masa Saturada con Superficie Seca (PeSSS)       | gr./cm <sup>3</sup> | 2.66   | 2.63   | 2.78   | 2.70   |
| Peso específico aparente (Pea)                                     | gr./cm <sup>3</sup> | 2.73   | 2.70   | 2.86   | 2.78   |
| Absorción                                                          | %                   | 1.56   | 1.55   | 1.56   | 1.69   |
| Peso Específico de masa (Pem) Agregado Grueso.                     | gr./cm <sup>3</sup> | 2.650  |        |        |        |
| Peso Específico de Masa Saturada con Superficie Seca (PeSSS) A. G. | gr./cm <sup>3</sup> | 2.692  |        |        |        |
| Peso específico aparente (Pea) Agregado Grueso.                    | gr./cm <sup>3</sup> | 2.767  |        |        |        |
| Absorción del Agregado Grueso.                                     | %                   | 1.589  |        |        |        |

CONSULTORA Y CONSTRUCTORA  
 GEO ESTRUCTURAS S.A.C.  
 Owner H. Salvador Salazar  
 GERENTE GENERAL



## ANEXO 8

### RESULTADO DE LABORATORIO DEL PESO UNITARIO SUELTO Y PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO



**PROYECTO** : "COMPARACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO PERMEABLE CONVENCIONAL Y UN CONCRETO PERMEABLE HECHO CON CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO, HUANUCO - 2022"  
**SOLICITA** : NEIL FRANCOIS HERRERA HUARAC  
**CANTERA** : CANTERA ZONA CERO  
**FECHA** : JUNIO DEL 2022

#### AGREGADO FINO

| PESO UNITARIO SUELTO SECO - NTP 400.017 |        |         |         |         |         |
|-----------------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| MUESTRA                                 | Unid.  | M - 1   | M - 2   | M - 3   | M - 4   |
| Peso seco del agregado + recipiente     | gr.    | 6,170   | 6,060   | 6,020   | 6,190   |
| Peso del recipiente                     | gr.    | 1,147.7 | 1,147.7 | 1,147.7 | 1,147.7 |
| Volumen de recipiente                   | cm3.   | 2,827.4 | 2,827.4 | 2,827.4 | 2,827.4 |
| Peso del Agregado Fino                  | gr.    | 5,022.3 | 4,912.3 | 4,872.3 | 5,042.3 |
| Peso unitario suelto seco               | Kg/m3. | 1,776   | 1,737   | 1,723   | 1,783   |

**Peso Unitario Suelto seco = 1755.1 Kg/m3.**

#### AGREGADO FINO

| PESO UNITARIO SECO COMPACTO - NTP 400.017 |        |         |         |         |         |
|-------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| MUESTRA                                   | Unid.  | M - 1   | M - 2   | M - 3   | M - 4   |
| Peso seco del agregado fino + recipiente  | gr.    | 6,360.0 | 6,320.0 | 6,380.0 | 6,360.0 |
| Peso del recipiente                       | gr.    | 1,147.7 | 1,147.7 | 1,147.7 | 1,147.7 |
| Volumen de recipiente                     | cm3.   | 2,827.4 | 2,827.4 | 2,827.4 | 2,827.4 |
| Peso del Agregado Fino                    | gr.    | 5,212.3 | 5,172.3 | 5,232.3 | 5,212.3 |
| Peso unitario suelto seco                 | Kg/m3. | 1,843   | 1,829   | 1,851   | 1,843   |

**Peso Unitario Seco Compacto = 1841.7 Kg/m3.**

CONSULTORA Y CONSTRUCTORA  
 GEO ESTRUCTURAS S.A.C.  
 Owner: H. Salvador Salazar  
 GERENTE GENERAL

## ANEXO 9

### RESULTADO DE LABORATORIO DEL PESO UNITARIO SUELTO Y PESO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO



**GEO ESTRUCTURAS SAC**  
GEOTECNIA, GEOLOGÍA, GEOFÍSICA, CONCRETO, PAVIMENTOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

**PROYECTO** : "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO  
PERMEABLE CONVENCIONAL Y UN CONCRETO PERMEABLE HECHO CON  
CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO, HUANUCO - 2022"  
**SOLICITA** : NEIL FRANCOIS HERRERA HUARAC  
**CANTERA** : CANTERA ZONA CERO  
**FECHA** : JUNIO DEL 2022

#### AGREGADO GRUESO

| PESO UNITARIO SUELTO SECO - NTP 400.017    |        |         |         |         |         |
|--------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| MUESTRA                                    | Unid.  | M - 1   | M - 2   | M - 3   | M - 4   |
| Peso seco del agregado grueso + recipiente | gr.    | 5,590.0 | 5,690.0 | 5,700.0 | 5,840.0 |
| Peso del recipiente                        | gr.    | 1,147.7 | 1,147.7 | 1,147.7 | 1,147.7 |
| Volumen de recipiente                      | cm3.   | 2,827.4 | 2,827.4 | 2,827.4 | 2,827.4 |
| Peso del agregado grueso                   | gr.    | 4,442.3 | 4,542.3 | 4,552.3 | 4,692.3 |
| Peso unitario suelto seco                  | Kg/m3. | 1,571   | 1,607   | 1,610   | 1,660   |

**Peso Unitario Suelto seco = 1611.8 Kg/m3.**

#### AGREGADO GRUESO

| PESO UNITARIO SECO COMPACTO - NTP 400.017  |        |         |         |         |         |
|--------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| MUESTRA                                    | Unid.  | M - 1   | M - 2   | M - 3   | M - 4   |
| Peso seco del agregado grueso + recipiente | gr.    | 5,980.0 | 6,010.0 | 6,000.0 | 5,940.0 |
| Peso del recipiente                        | gr.    | 1,147.7 | 1,147.7 | 1,147.7 | 1,147.7 |
| Volumen de recipiente                      | cm3.   | 2,827.4 | 2,827.4 | 2,827.4 | 2,827.4 |
| Peso del agregado grueso                   | gr.    | 4,832.3 | 4,862.3 | 4,852.3 | 4,792.3 |
| Peso unitario suelto seco                  | Kg/m3. | 1,709   | 1,720   | 1,716   | 1,695   |

**Peso Unitario seco Compacto = 1710.0 Kg/m3.**

CONSULTORA Y CONSTRUCTORA  
GEO ESTRUCTURAS S.A.C.  
Oswaldo H. Salazar Salazar  
GERENTE GENERAL

## ANEXO 10

### RESULTADO DE LABORATORIO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO



**PROYECTO** : "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE CONVENCIONAL Y UN CONCRETO PERMEABLE HECHO CON CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO, HUÁNUCO - 2022"

**SOLICITA** : NEIL FRANCOIS HERRERA HUARAC

**CANTERA** : CANTERA ZONA CERO

**FECHA** : JUNIO DEL 2022

#### MTC E 108

| MUESTRA                          |      | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
|----------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| Peso de la Muestra húmeda + Tara | gr.  | 725.2 | 681.5 | 780.7 | 756.2 |
| Peso de la Muestra Seca + Tara   | gr.  | 691.5 | 647.7 | 744.3 | 724.9 |
| Peso de la Tara                  | gr.  | 79.6  | 56.1  | 56.4  | 57.9  |
| Peso del agua                    | cm3, | 33.7  | 33.8  | 36.4  | 31.3  |
| Peso de las Partículas Sólidas   | cm3, | 611.9 | 591.6 | 687.9 | 667.0 |
| Contenido de Humedad             | gr.  | 5.5   | 5.7   | 5.3   | 4.7   |

|                                                    |                  |
|----------------------------------------------------|------------------|
| <b>Contenido de Humedad del Agregado Fino, (%)</b> | <b>= 5.301 %</b> |
|----------------------------------------------------|------------------|

CONSULTORA Y CONSTRUCTORA  
GEO ESTRUCTURAS S.A.C.  
Owner: H. Salvador Salazar  
GERENTE GENERAL

## ANEXO 11

### RESULTADO DE LABORATORIO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO



**PROYECTO** : "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE CONVENCIONAL Y UN CONCRETO PERMEABLE HECHO CON CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO, HUÁNUCO - 2022"

**SOLICITA** : NEIL FRANCOIS HERRERA HUARAC

**CANTERA** : CANTERA ZONA CERO

**FECHA** : JUNIO DEL 2022

#### MTC E 108

| MUESTRA                          |      | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
|----------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| Peso de la Muestra humeda + Tara | gr.  | 706.5 | 822.1 | 726.5 | 824.6 |
| Peso de la Muestra Seca + Tara   | gr.  | 690.2 | 800.6 | 706.6 | 800.2 |
| Peso de la Tara                  | gr.  | 140.2 | 145.6 | 140.3 | 142.7 |
| Peso del agua                    | cm3, | 16.3  | 21.5  | 19.9  | 24.4  |
| Peso de las Particulas Solidas   | cm3, | 550.0 | 655.0 | 566.3 | 657.5 |
| Contenido de Humedad             | gr.  | 3.0   | 3.3   | 3.5   | 3.7   |

**Contenido de Humedad del Agregado Grueso, (%) = 3.368 %**

CONSULTORA Y CONSTRUCTORA  
GEO ESTRUCTURAS S.A.C.  
Oswaldo H. Salazar Salazar  
GERENTE GENERAL



## ANEXO 12

### RESULTADO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL PRIMER Y SEGUNDO DISEÑO DE MEZCLA



CONSULTORA Y CONSTRUCTORA GEO ESTRUCTURAS SAC  
GEOLOGÍA - GEOTECNIA - CONCRETO - PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
RUC: 20573298258

#### PRUEBA ESTANDAR PARA LA COMPRESIÓN CILÍNDRICA

**PROYECTO** : "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE CONVENCIONAL Y UN CONCRETO PERMEABLE HECHO CON CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO, HUANUCO - 2022".  
**CANTERA** : CANTERA ZONA CERO  
**SOLICITA** : NEIL FRANCOIS HERRERA HUARAC  
**FECHA** : JUNIO DEL 2022

##### 1. Referencia:

ASTM C-39, (Standard Test method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens)  
NTP 339.034, (Concreto, Metodo de ensayo para esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)

##### 2. objeto:

Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos para control de calidad del concreto dosificado.

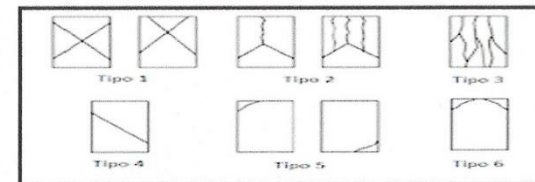
##### 3. Materiales:

Prensa Digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International)

Material : Cilindros de concreto ha sido puesto en el laboratorio por el solicitante

##### 4. Análisis: Diseño Indicado

##### 5. TIPO DE FRACTURA



| N° | DISEÑO                                                                            | Código Probeta | f'c (kg/cm2) | Fecha de Moldeo | Fecha de Rotura | PROPIEDADES FÍSICAS DEL CILINDRO |                     |                   |                  |            |             | Máxima Carga de Prueba (Kgf) | Edad (Días) | Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm2) | Observación de la rotura |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|---------------------|-------------------|------------------|------------|-------------|------------------------------|-------------|-----------------------------|--------------------------|
|    |                                                                                   |                |              |                 |                 | Diametro superior                | Diametro intermedio | Diametro inferior | Diam. prom. (cm) | Area (cm2) | Altura (cm) |                              |             |                             |                          |
|    |                                                                                   |                |              |                 |                 | D1 (cm)                          | D2 (cm)             | D3 (cm)           |                  |            |             |                              |             |                             |                          |
| 01 | PRIMER DISEÑO DE MEZCLA                                                           | D1P1           | 175.00       | 20-jun.-22      | 18-jul.-22      | 15.21                            | 15.20               | 15.19             | 15.20            | 181.46     | 30.00       | 29590.00                     | 28          | 163.07                      | Tipo 2                   |
| 02 |                                                                                   | D1P2           | 175.00       | 20-jun.-22      | 18-jul.-22      | 15.29                            | 15.30               | 15.31             | 15.30            | 183.85     | 30.00       | 29950.00                     | 28          | 162.90                      | Tipo 2                   |
| 03 |                                                                                   | D1P3           | 175.00       | 20-jun.-22      | 18-jul.-22      | 15.10                            | 15.13               | 15.15             | 15.13            | 179.71     | 30.00       | 29380.00                     | 28          | 163.48                      | Tipo 5                   |
| 04 |                                                                                   | D1P4           | 175.00       | 20-jun.-22      | 18-jul.-22      | 15.10                            | 15.11               | 15.12             | 15.11            | 179.32     | 30.00       | 29260.00                     | 28          | 163.18                      | Tipo 2                   |
| 05 |                                                                                   | D1P5           | 175.00       | 20-jun.-22      | 18-jul.-22      | 15.25                            | 15.23               | 15.21             | 15.23            | 182.18     | 30.00       | 29690.00                     | 28          | 162.97                      | Tipo 5                   |
| 06 | SEGUNDO DISEÑO DE MEZCLA<br>(SUSTITUCIÓN DEL 15% DEL AGREGADO FINO POR LA CENIZA) | D2P6           | 175.00       | 20-jun.-22      | 18-jul.-22      | 15.35                            | 15.36               | 15.38             | 15.36            | 185.38     | 30.00       | 29150.00                     | 28          | 157.25                      | Tipo 6                   |
| 07 |                                                                                   | D2P7           | 175.00       | 20-jun.-22      | 18-jul.-22      | 15.40                            | 15.41               | 15.42             | 15.41            | 186.51     | 30.00       | 30270.00                     | 28          | 162.30                      | Tipo 6                   |
| 08 |                                                                                   | D2P8           | 175.00       | 20-jun.-22      | 18-jul.-22      | 15.35                            | 15.34               | 15.34             | 15.34            | 184.90     | 30.00       | 29110.00                     | 28          | 157.44                      | Tipo 6                   |
| 09 |                                                                                   | D2P9           | 175.00       | 20-jun.-22      | 18-jul.-22      | 15.43                            | 15.42               | 15.42             | 15.42            | 186.83     | 30.00       | 29830.00                     | 28          | 159.66                      | Tipo 5                   |
| 10 |                                                                                   | D2P10          | 175.00       | 20-jun.-22      | 18-jul.-22      | 15.11                            | 15.12               | 15.16             | 15.13            | 179.79     | 30.00       | 30300.00                     | 28          | 168.53                      | Tipo 6                   |



## ANEXO 13

### RESULTADO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL TERCER Y CUARTO DISEÑO DE MEZCLA



CONSULTORA Y CONSTRUCTORA GEO ESTRUCTURAS SAC  
GEOLOGÍA - GEOTECNIA - CONCRETO - PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
RUC: 20573238258

#### PRUEBA ESTANDAR PARA LA COMPRESIÓN CILÍNDRICA

**PROYECTO** : "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE CONVENCIONAL Y UN CONCRETO PERMEABLE HECHO CON CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO, HUANUCO - 2022".  
**CANTERA** : CANTERA ZONA CERO  
**SOLICITA** : NEIL FRANCOIS HERRERA HUARAC  
**FECHA** : JUNIO DEL 2022

##### 1. Referencia:

ASTM C-39, (Standard Test method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens)  
NTP 339.034, (Concreto, Metodo de ensayo para esfuerzo a la compresión de muestras cilindricas de concreto.)

##### 2. objeto:

Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos para control de calidad del concreto dosificado.

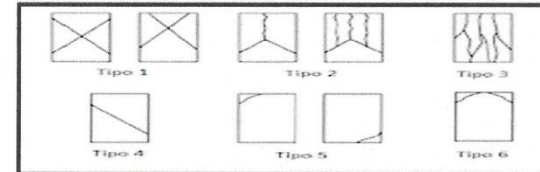
##### 3. Materiales:

Prensa Digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International)

Material : Cilindros de concreto ha sido puesto en el laboratorio por el solicitante

##### 4. Análisis: Diseño Indicado

##### 5. TIPO DE FRACTURA



| N° | DISEÑO                                                                              | Código<br>Prueba | f'c<br>(kg/cm2) | Fecha de<br>Moldeo | Fecha de<br>Rotura | PROPIEDADES FÍSICAS DEL CILINDRO |                        |                      |                        |               |                | Máxima Carga<br>de Prueba (Kg) | Edad<br>(Días) | Esfuerzo<br>Absoluto<br>(Kg/cm2) | Observación de la<br>rotura |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|---------------|----------------|--------------------------------|----------------|----------------------------------|-----------------------------|
|    |                                                                                     |                  |                 |                    |                    | Diametro<br>superior             | Diametro<br>intermedio | Diametro<br>inferior | Diam.<br>prom.<br>(cm) | Area<br>(cm2) | Altura<br>(cm) |                                |                |                                  |                             |
|    |                                                                                     |                  |                 |                    |                    | D1 (cm)                          | D2 (cm)                | D3 (cm)              |                        |               |                |                                |                |                                  |                             |
| 11 | TERCER DISEÑO DE MEZCLA<br>(SUSTITUCIÓN DEL 20% DEL<br>AGREGADO FINO POR LA CENIZA) | D3P11            | 175.00          | 20-jun.-22         | 18-jul.-22         | 15.13                            | 15.13                  | 15.15                | 15.14                  | 179.95        | 30.00          | 31020.00                       | 28             | 172.38                           | Tipo 2                      |
| 12 |                                                                                     | D3P12            | 175.00          | 20-jun.-22         | 18-jul.-22         | 15.30                            | 15.32                  | 15.32                | 15.31                  | 184.17        | 30.00          | 31490.00                       | 28             | 170.98                           | Tipo 2                      |
| 13 |                                                                                     | D3P13            | 175.00          | 20-jun.-22         | 18-jul.-22         | 15.22                            | 15.22                  | 15.23                | 15.22                  | 182.02        | 30.00          | 31920.00                       | 28             | 175.37                           | Tipo 5                      |
| 14 |                                                                                     | D3P14            | 175.00          | 20-jun.-22         | 18-jul.-22         | 15.15                            | 15.16                  | 15.17                | 15.16                  | 180.50        | 30.00          | 30990.00                       | 28             | 171.69                           | Tipo 6                      |
| 15 |                                                                                     | D3P15            | 175.00          | 20-jun.-22         | 18-jul.-22         | 15.21                            | 15.22                  | 15.23                | 15.22                  | 181.94        | 30.00          | 31540.00                       | 28             | 173.36                           | Tipo 5                      |
| 16 | CUARTO DISEÑO DE MEZCLA<br>(SUSTITUCIÓN DEL 25% DEL<br>AGREGADO FINO POR LA CENIZA) | D4P16            | 175.00          | 20-jun.-22         | 18-jul.-22         | 15.02                            | 15.02                  | 15.02                | 15.02                  | 177.19        | 30.00          | 31480.00                       | 28             | 177.67                           | Tipo 2                      |
| 17 |                                                                                     | D4P17            | 175.00          | 20-jun.-22         | 18-jul.-22         | 15.15                            | 15.18                  | 15.19                | 15.17                  | 180.82        | 30.00          | 32120.00                       | 28             | 177.63                           | Tipo 6                      |
| 18 |                                                                                     | D4P18            | 175.00          | 20-jun.-22         | 18-jul.-22         | 15.20                            | 15.23                  | 15.23                | 15.22                  | 181.94        | 30.00          | 32370.00                       | 28             | 177.92                           | Tipo 5                      |
| 19 |                                                                                     | D4P19            | 175.00          | 20-jun.-22         | 18-jul.-22         | 15.17                            | 15.17                  | 15.19                | 15.18                  | 180.90        | 30.00          | 31910.00                       | 28             | 176.39                           | Tipo 2                      |
| 20 |                                                                                     | D4P20            | 175.00          | 20-jun.-22         | 18-jul.-22         | 15.14                            | 15.12                  | 15.12                | 15.13                  | 179.71        | 30.00          | 31860.00                       | 28             | 177.28                           | Tipo 6                      |

## ANEXO 14

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

#### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 452 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 113-2022  
Fecha de emisión : 2022-08-25

1. Solicitante : CONSULTORA Y CONSTRUCTORA GEO ESTRUCTURAS S.A.C.  
Dirección : JR. LOS EUCALIPTOS MZA. F LOTE. 25 URB. LOS PORTALES - AMARILIS - HUANUCO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : P Y S EQUIPOS  
Modelo de Prensa : PYS5001  
Serie de Prensa : 211  
Capacidad de Prensa : 100 t

Marca de Indicador : HIGH WEIGHT  
Modelo de Indicador : 315-X5  
Serie de Indicador : 13121208

Marca de Transductor : NO INDICA  
Modelo de Transductor : NO INDICA  
Serie de Transductor : 5394

Bomba Hidráulica : ELÉCTRICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

JR. LOS EUCALIPTOS MZA. F LOTE. 25 URB. LOS PORTALES - AMARILIS - HUANUCO  
23 - AGOSTO - 2022

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO    | MARCA           | CERTIFICADO O INFORME | TRAZABILIDAD                  |
|----------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|
| CELDA DE CARGA | AEP TRANSDUCERS | INF-LE 106-2021       | UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ |
| INDICADOR      | AEP TRANSDUCERS |                       |                               |

6. Condiciones Ambientales

|                | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperature °C | 21,3    | 21,3  |
| Humedad %      | 50      | 50    |

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf 292-5106

www.puntodeprecision.com Email: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

## ANEXO 15

### PANEL FOTOGRAFICO

**Figura 30**

*Recolección de material de la cantera Zona cero*



**Figura 31**

*Ceniza de cascar de trigo*





**Figura 32**

*Materiales requeridos para el diseño patrón*



**Figura 33**

*Materiales requeridos para el diseño patrón*



**Figura 34**

*Llenado del cono de abrams*



**Figura 35**

*Apisonado del concreto con 25 golpes*





**Figura 36**

*Medición del asentamiento del concreto permeable*



**Figura 37**

*Llenado de concreto permeable en las probetas*



**Figura 38**

*Curado de probetas*



**Figura 39**

*Probeta en la prensa hidráulica*

