

# UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL JUAN SANTOS ATAHUALPA



## FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

### TITULO:

**“INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO”**

### TESIS

Para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

### AUTOR

Aldrin Neil, HUARANCCA HUACCHA ([orcid.org/0009-0007-4371-7596](https://orcid.org/0009-0007-4371-7596))

### ASESOR

Dr. Abel Alberto, MUÑIZ PAUCARMAYTA ([orcid.org/0000-0002-1968-9122](https://orcid.org/0000-0002-1968-9122))

### LINEA DE INVESTIGACION

GESTIÓN Y TECNOLOGÍA EN LA CONSTRUCCIÓN

Chanchamayo, Perú

2024

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicado con todo mi amor a mis padres, quienes con mucho esfuerzo, sacrificio y ayuda incondicional me guiaron en cada paso de este camino. A mi familia, por ser mi refugio y mi motor.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la fuerza, la salud y la perseverancia necesarias para seguir adelante en cada etapa de este proceso, también estoy muy agradecido con mi asesor Dr. Abel Alberto por la ayuda constante en el transcurso del desarrollo de la presente investigación.

## RESUMEN

El propósito general de esta tesis es establecer el efecto que la ceniza de biomasa de café y cal tiene en las propiedades mecánicas y físicas del concreto hidráulico en Satipo. El método de investigación cuantitativo, es de tipo aplicada, a nivel explicativo y el diseño de investigación experimental. La población y muestra se refiere a la cantidad de concreto utilizada para las muestras control y experimental, incluyendo cenizas de biomasa de café y cal para medir la absorción y permeabilidad a los 28 días, así como la resistencia a la compresión y flexión a los 7, 14 y 28 días. En total, se obtuvieron 120 especímenes: 45 viguetas y 75 probetas. Los resultados obtenidos por las dosificaciones MC (100%C+0%CC+0%CAL), ME1 (97%C+ 1%CC+2%CAL), ME2 (95%C+2%CC+3%CAL), ME3 (93%C+3%CC+4%CAL), ME4 (91%C+4%CC+5%CAL) de cemento, cenizas de biomasa de café y cal respectivamente; los resultados de la permeabilidad varían desde 28.00mm, 26.67mm, 17.00mm, 26.67mm, 27.53mm; la absorción del concreto varía desde 7.17%, 7.03%, 6.90%, 7.00% y 7.10%; la resistencia a la compresión varía desde 222.00, 248.00, 256.00, 226.00, 218.00 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a la flexión varía desde 35.27, 36.32, 37.46, 36.23, 35.00 kg/cm<sup>2</sup>. Para concluir, las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico con un 2% de ceniza de biomasa de café y un 3% de cal constituyen la dosificación óptima, pues ofrecen resultados positivos para el concreto en cuanto a sus propiedades tanto mecánicas y físicas.

***Términos principales:*** Cenizas de biomasa de café, cal, absorción, permeabilidad, resistencia a la flexión y compresión.

## ABSTRAC

The overall purpose of this thesis is to establish the effect of coffee biomass ash and lime on the mechanical and physical properties of hydraulic concrete in Satipo. The quantitative research method is applied, explanatory, and employs an experimental research design. The population and sample refer to the quantity of concrete used for the control and experimental samples, including coffee biomass ash and lime, to measure absorption and permeability at 28 days, as well as compressive and flexural strength at 7, 14, and 28 days. In total, 120 specimens were obtained: 45 beams and 75 test specimens. The results obtained by the dosages MC (100%C+0%CC+0%CAL), ME1 (97%C+ 1%CC+2%CAL), ME2 (95%C+2%CC+3%CAL), ME3 (93%C+3%CC+4%CAL), ME4 (91%C+4%CC+5%CAL) of cement, coffee biomass ash and lime respectively; the permeability results vary from 28.00mm, 26.67mm, 17.00mm, 26.67mm, 27.53mm; the absorption of the concrete varies from 7.17%, 7.03%, 6.90%, 7.00% and 7.10%; The compressive strength ranged from 222.00, 248.00, 256.00, 226.00, and 218.00 kg/cm<sup>2</sup>, while the flexural strength ranged from 35.27, 36.32, 37.46, 36.23, and 35.00 kg/cm<sup>2</sup>. In conclusion, the physical and mechanical properties of hydraulic concrete with 2% coffee biomass ash and 3% lime represent the optimal mix design, as they yield positive results for the concrete in terms of both its mechanical and physical properties.

**Main terms:** Cenizas de biomasa de café, cal, absorción, permeabilidad, resistencia a la flexión y compresión.

## INTRODUCCIÓN

La investigación titulada: “Influencia de cenizas de biomasa de café y cal en propiedades físicas y mecánicas de concreto hidráulico en Satipo”, para encontrar la solución del problema de: ¿Cuánto influye las cenizas de biomasa de café y cal en propiedades mecánicas físicas y mecánicas de concreto hidráulico en Satipo? En el desarrollo se revisa la teoría de la biomasa de café y cal, asimismo las propiedades físicas y mecánicas del concreto; el cual está relacionado con las variables: cal y cenizas de biomasa de café, propiedades mecánicas y físicas del concreto. Se establece como objetivo principal calcular el impacto que tienen la cal y las cenizas de biomasa de café sobre las propiedades físicas y mecánicas de un concreto hidráulico. Los resultados obtenidos por las dosificaciones MC (100%C+0%CC+0%CAL), ME1 (97%C+ 1%CC+2%CAL), ME2 (95%C+2%CC+3%CAL), ME3 (93%C+3%CC+4%CAL), ME4 (91%C+4%CC+5%CAL) de cemento, cenizas de biomasa de café y cal respectivamente; los resultados de la permeabilidad varían desde 28.00mm, 26.67mm, 17.00mm, 26.67mm, 27.53mm; la absorción del concreto varía desde 7.17%, 7.03%, 6.90%, 7.00% y 7.10%; la resistencia mecánica de la compresión oscila desde 222.00, 248.00, 256.00, 226.00, 218.00 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia mecánica de la flexión varía desde 35.27, 36.32, 37.46, 36.23, 35.00 kg/cm<sup>2</sup>. Para concluir, las propiedades mecánicas y físicas de un concreto con un 2% de ceniza de biomasa de café y un 3% de cal constituyen la dosificación óptima, el cual brinda resultados positivos para el concreto en término de sus propiedades mecánicas y físicas.

En respuesta a la necesidad de disminuir la contaminación ambiental asociada a la producción de cemento, la presente investigación adquiere relevancia tanto en el ámbito de la construcción como en el de la sostenibilidad ambiental. Del mismo modo, se orienta a optimizar las propiedades mecánicas y físicas de un concreto, contribuyendo al desarrollo de materiales más eficientes y responsables con el entorno.

La presente investigación está conformada por los siguientes capítulos:

Capítulo I: Generalidades

Capítulo II: Problema de investigación; preguntas de investigación, objetivos, justificación, delimitación e importancia.

Capítulo III: Hipótesis y variables de la investigación.

Capítulo IV: Marco teórico; antecedentes nacionales e internacionales y bases teóricas.

Capítulo V: Metodología; método, tipo, nivel y diseño de investigación, población, muestra, técnicas de recolección de datos, muestreo, aspectos éticos y métodos de análisis.

Capítulo VI: Resultados y Discusión, análisis; estudios de laboratorio, análisis de información por cada objetivo, resultados, contraste de hipótesis y discusiones.

Capítulo VII: Conclusiones y recomendaciones

## INDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
RESUMEN.....	4
ABSTRAC.....	5
INTRODUCCIÓN.....	6
INDICE.....	8
INDICE DE TABLAS.....	11
INDICE DE FIGURAS.....	13
I. GENERALIDADES.....	14
II. PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	15
2.1. Descripción de la realidad problemática.....	15
2.2. Preguntas de investigación.....	17
2.2.1. Pregunta general.....	17
2.2.2. Preguntas específicas.....	17
2.3. Objetivos de investigación.....	17
2.3.1. Objetivo general.....	17
2.3.2. Objetivos específicos.....	17
2.4. Justificación del Problema.....	18
2.4.1. Justificación Teórica.....	18
2.4.2. Justificación Práctica.....	18
2.4.3. Justificación Metodológica.....	19
2.5. Delimitación.....	19
2.5.1. Delimitación conceptual.....	19
2.5.2. Delimitación espacial.....	20
2.5.3. Delimitación temporal.....	20
2.6. Importancia.....	20
III. HIPOTESIS Y VARIABLES.....	21
3.1. HIPOTESIS.....	21
3.1.1. Hipótesis General.....	21
3.1.2. Hipótesis Específicas.....	21

3.2.	VARIABLES.....	21
3.2.1.	Variable Independiente.....	21
3.2.2.	Variable Dependiente .....	22
IV.	MARCO TEÓRICO.....	23
4.1.	Antecedentes.....	23
4.1.1.	Antecedentes Internacionales.....	23
4.1.2.	Antecedentes Nacionales.....	25
4.2.	Bases teóricas.....	27
4.2.1.	Ceniza de biomasa de café.....	27
4.2.1.1.	Biomasa de café.....	27
4.2.1.2.	Características de la biomasa de café .....	28
4.2.2.	Cal.....	29
4.2.3.	Concreto hidráulico.....	30
4.2.3.1.	Características del concreto.....	30
4.2.4.	Propiedades físicas y mecánicas del Concreto.....	31
4.3.	Definición de Términos Básicos .....	35
V.	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	37
5.1.	Método de investigación: Cuantitativo.....	37
5.2.	Tipo de Investigación: aplicada.....	37
5.3.	Nivel de Investigación: explicativa .....	37
5.4.	Diseño de Investigación: experimental.....	38
5.5.	Población y Selección de Muestra.....	38
5.5.1.	Población .....	38
5.5.2.	Muestra .....	39
5.5.3.	Muestreo: No probabilístico .....	40
5.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	40
5.6.1.	Técnica: observación directa .....	40
5.6.2.	Instrumento de recolección de datos: .....	40
5.7.	Procedimiento de recolección de datos .....	42
5.8.	Métodos de análisis .....	43
5.9.	Aspectos éticos .....	43

VI.	ANÁLISIS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	44
6.1.	Estudios Previos .....	44
6.1.1.	Estudios de Laboratorio.....	44
6.2.	Análisis de la información.....	44
6.3.	Resultados de la Investigación .....	52
6.4.	Contraste de hipótesis.....	62
6.5.	Discusiones.....	72
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	79
	ANEXOS.....	82
	ANEXO 1: Matriz de consistencia.....	82
	ANEXO 2: Operacionalización de Variables.....	83
	ANEXO 3: Instrumento. de Recolección de Datos.....	84
	ANEXO 4: Formato de Validación por Expertos .....	90
	ANEXO 5: Certificados de laboratorios .....	93
	ANEXO 6: Certificados de Calibración.....	137
	ANEXO 7: Panel Fotográfico .....	162

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1:</b> CARACTERIZACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE BIOMASA.....	28
<b>TABLA 2:</b> PROPIEDADES.DE LOS RESIDUOS .....	29
<b>TABLA 3:</b> CARACTERÍSTICAS Y ASPECTOS DEL CONCRETO .....	30
<b>TABLA 4:</b> RELACIÓN DE LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO CON EL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD Y LA PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN ....	32
<b>TABLA 5:</b> RELACIÓN ALTURA DIÁMETRO .....	34
<b>TABLA 6:</b> CANTIDAD DE ESPECÍMENES .....	39
<i>TABLA 7: RANGOS DE VALIDEZ</i> .....	40
<i>TABLA 8: TABLA DE PROPIEDADES EXPERTOS</i> .....	41
<b>TABLA 9:</b> RANGOS DE CONFIABILIDAD.....	41
<b>TABLA 10:</b> ENSAYOS EN LABORATORIO .....	44
<i>TABLA 11: PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA PERMEABILIDAD</i> .....	45
<b>TABLA 12:</b> ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS .....	45
<b>TABLA 13:</b> PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA ABSORCIÓN.....	46
<b>TABLA 14:</b> <i>ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS</i> .....	46
<b>TABLA 15:</b> F'C - 07 DÍAS PROBETAS .....	47
<b>TABLA 16:</b> F'C - 14 DÍAS PROBETAS .....	47
<b>TABLA 17:</b> F'C - 28 DÍAS PROBETAS .....	48
<b>TABLA 18:</b> F'C - 7 DÍAS VIGUETAS .....	49
<b>TABLA 19:</b> F'C - 14 DÍAS VIGUETAS .....	50
<b>TABLA 20:</b> F'C - 28 DÍAS VIGUETAS .....	50
<b>TABLA 21:</b> RESULTADO OBTENIDOS DE CONCRETO MODIFICADO EN LABORATORIO.....	51
<b>TABLA 22:</b> RESULTADOS DE LA PRUEBA DE PERMEABILIDAD .....	52
<b>TABLA 23:</b> PORCENTAJE DE VARIACIÓN DE LA PERMEABILIDAD.....	52
<b>TABLA 24:</b> RESULTADOS DE ENSAYO DE ABSORCIÓN .....	54
<b>TABLA 25:</b> RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO .....	56
<b>TABLA 26:</b> RESULTADO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN .....	58

<b>TABLA 27: RESUMEN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO.....</b>	<b>59</b>
<b>TABLA 28: PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LA PERMEABILIDAD.....</b>	<b>62</b>
<b>TABLA 29: CORRELACIÓN DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL CON LA PERMEABILIDAD.....</b>	<b>63</b>
<b>TABLA 30: PRUEBA DE ANOVA PARA LA PERMEABILIDAD.....</b>	<b>63</b>
<b>TABLA 31: PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LA ABSORCIÓN .....</b>	<b>64</b>
<b>TABLA 32: CORRELACIÓN DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL CON LA ABSORCIÓN .....</b>	<b>65</b>
<b>TABLA 33: PRUEBA DE ANOVA PARA LA ABSORCIÓN .....</b>	<b>65</b>
<b>TABLA 34: PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN .....</b>	<b>66</b>
<b>TABLA 35: CORRELACIÓN DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL CON LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....</b>	<b>67</b>
<b>TABLA 36: PRUEBA DE ANOVA PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....</b>	<b>68</b>
<b>TABLA 37: PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN .....</b>	<b>68</b>
<b>TABLA 38: CORRELACIÓN DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL CON LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN .....</b>	<b>69</b>
<b>TABLA 39: PRUEBA DE ANOVA PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN .....</b>	<b>70</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1: BIOMASA DE CAFÉ</b> .....	16
<b>FIGURA 2: CASCARILLA DE CAFÉ</b> .....	27
<b>FIGURA 3: CAL HIDRATADA</b> .....	29
<b>FIGURA 4: DIAGRAMA DE DISEÑO EXPERIMENTAL</b> .....	38
<b>FIGURA 5: COMPORTAMIENTO DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD</b> .....	53
<b>FIGURA 6: COMPORTAMIENTO DE LA PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN</b> .....	54
<b>FIGURA 7: ABSORCIÓN A LOS 28 DÍAS</b> .....	55
<b>FIGURA 8: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7,14,28 DÍAS</b> .....	57
<b>FIGURA 9: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 7,14,28 DÍAS</b> .....	58
<b>FIGURA 10: RESUMEN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO</b> .....	60

## **I. GENERALIDADES**

### **1.1. Título:**

“INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO”

### **1.2. Personal Investigador:**

Bach. Aldrin Neil Huarancca Huaccha

### **1.3. Línea de investigación:**

Gestión y tecnología en la construcción

### **1.4. Lugar de ejecución del proyecto**

Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Departamento de Junín

## **II. PROBLEMA DE INVESTIGACION**

### **2.1. Descripción de la realidad problemática**

El aumento en el crecimiento poblacional ha tenido en consecuencia el aumento de construcciones, esto implica que se exploten los recursos naturales que no son renovables, por consecuencia aumenta el impacto ambiental. En la actualidad el crecimiento sostenible es una prioridad, por ejemplo, en el campo de la edificación, es importante comprometerse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU para 2030, ya que el impacto ambiental derivado del uso de los edificios es considerablemente alto. De hecho, en el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente calcula, a nivel global, la construcción es responsable del 38 % provenientes de la generación de CO<sub>2</sub>. En España, por su parte, los edificios contribuyen al 40 % del consumo energético nacional. (Afelma, 2021).

A nivel internacional, se reconoce que en el campo de la edificación, constituye uno de los principales factores que generan contaminación ambiental. Este sector es responsable de aproximadamente el 50% del empleo de recursos provenientes de la naturaleza, el 40% del empleo de energía (incluida la energía utilizada en su funcionamiento) y el 50% de los residuos generados. Aunque el procesamiento de insumos primarios y la producción de elementos tienen un alto costo energético y ambiental, de esta manera modificar los sistemas de construcción actual y la forma ineficiente en que se utilizan los recursos naturales es un desafío. Las prioridades de reciclaje, reutilización y recuperación de materiales suelen ser limitadas en comparación con la tendencia tradicional de extraer nuevas materias primas. (Patiño, 2019) (pp.22-23).

A nivel nacional considerando las anteriores investigaciones, Una forma de aprovechar las propiedades físicas y mecánicas del cemento es por medio del uso de insumos orgánicos existentes en la zona. En esta presente investigación, se emplea ceniza derivada de la biomasa de café en combinación con el concreto. Con respecto a la producción de las cenizas, se tiene en consideración el impacto ambiental, en tal sentido el proceso de combustión será controlada y en pocas proporciones, para lograr con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Según el (gob.pe, 2024). En abril de 2024, el consumo

interno de cemento aumentó un 7,46% en comparación con el mismo mes del año pasado, según informó el INEI. El organismo destacó que este crecimiento positivo se debió al progreso en obras privadas y proyectos de autoconstrucción.

A nivel local según (COBIJO NATURAL, 2024) la producción de cemento tiene un alto impacto ambiental debido a sus emisiones de CO<sub>2</sub>, generando aproximadamente el 7-8% de las emisiones globales, principalmente por el proceso de calcinación del carbonato de calcio y el uso de combustibles fósiles. Además, requiere un elevado consumo energético para alcanzar altas temperaturas, lo que aumenta su dependencia de combustibles fósiles. La explotación de recursos minerales, entre ellos la piedra caliza, impacta los ecosistemas y altera los paisajes, y el proceso requiere grandes cantidades de agua, lo que resulta problemático en áreas con recursos hídricos limitados. La producción de cemento también contamina el aire, emitiendo partículas, dióxidos de azufre y óxidos de nitrógeno, lo que afecta la salud pública y la calidad del aire. Teniendo en consideración lo anterior, Se hace evidente la conveniencia de reemplazar los aditivos sintéticos por compuestos convencionales, tales como la cal y las cenizas provenientes de la biomasa del café.



*Figura 1: Biomasa de café*

## **2.2. Preguntas de investigación.**

### **2.2.1. Pregunta general.**

¿Cuánto influye las cenizas de biomasa de café y cal en propiedades físicas y mecánicas de concreto hidráulico en Satipo?

### **2.2.2. Preguntas específicas.**

¿Cuánto varía la permeabilidad del concreto con cenizas de biomasa de café y cal en Satipo?

¿Cuánto varía la absorción del concreto con cenizas de biomasa de café y cal en Satipo?

¿Cuánto influye las cenizas de biomasa de café y cal en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico en Satipo?

¿Cuánto influye las cenizas de biomasa de café y cal en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico en Satipo?

## **2.3. Objetivos de investigación.**

### **2.3.1. Objetivo general.**

Determinar la influencia de las cenizas de biomasa de café y cal en propiedades físicas y mecánicas de concreto hidráulico en Satipo.

### **2.3.2. Objetivos específicos.**

Estimar la variación de la permeabilidad del concreto con cenizas de biomasa de café y cal en Satipo.

Cuantificar la variación de la absorción del concreto con cenizas de biomasa de café y cal en Satipo.

Determinar la influencia de las cenizas de biomasa de café y cal en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico en Satipo.

Calcular la influencia de las cenizas de biomasa de café y cal en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico en Satipo.

## **2.4. Justificación del Problema**

### **2.4.1. Justificación Teórica**

Busca Investigar cómo el sustituto arbitrario del cemento con cal y cenizas de biomasa de café afecta las propiedades físicas y mecánicas del cemento usado en un concreto hidráulico.

La presente investigación tiene como propósito ampliar el conocimiento sobre la adición de cal, en combinación con cenizas de biomasa de café, como materiales suplementarios en la producción de cemento. El estudio se orienta al análisis detallado de sus propiedades físicas tales como permeabilidad y absorción, así como a la determinación de dosificaciones óptimas que favorezcan la mejora tanto de las características físicas como de las propiedades mecánicas del material cementante, incluyendo su esfuerzo a la compresión y flexión. De este modo, se busca establecer una base científica sólida que sustente el óptimo aprovechamiento sostenible de residuos agroindustriales en el ámbito de las construcciones.

### **2.4.2. Justificación Práctica**

Esta justificación de la presente investigación radica en el aprovechamiento de la biomasa de café disponible en grandes cantidades en la provincia de Satipo, la cual representa un recurso subutilizado con alto potencial de valorización. Dicho material será sometido a un proceso de calcinación primaria en hornos artesanales, seguido de una calcinación secundaria en hornos industriales bajo condiciones de temperatura controlada, con el fin de obtener cenizas con características físico-químicas adecuadas para su incorporación en mezclas cementicias. Posteriormente, estas cenizas se integrarán con

cemento Portland, complementadas con la adición de cal como tercer aglutinante, lo que permitirá mejorar la impermeabilidad y durabilidad del concreto. El producto final estará destinado a la elaboración de concretos hidráulicos, contribuyendo tanto a la reducción del impacto ambiental de la industria cementera como al desarrollo de soluciones constructivas adaptadas a las necesidades locales.

### **2.4.3. Justificación Metodológica**

La presente tesis se sustenta metodológicamente en la necesidad de aplicar un enfoque experimental riguroso que permita evaluar de manera objetiva la influencia de la cal y las cenizas de biomasa de café en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto hidráulico. Para ello, se empleará un diseño de investigación experimental con enfoque cuantitativo, que posibilite establecer relaciones causales entre las proporciones de sustitución de cemento Portland y las variaciones en el desempeño del material.

## **2.5. Delimitación**

### **2.5.1. Delimitación conceptual**

En la presente tesis se evaluó el impacto de la incorporación de cenizas de biomasa de café y cal en las propiedades mecánicas y físicas del concreto. El propósito de este estudio es aportar criterios técnicos que permitan, en futuros diseños de concreto hidráulico, optimizar tanto sus características físicas y su desempeño mecánico, favoreciendo la mejora de insumos más eficientes y que sean sostenibles.

### **2.5.2. Delimitación espacial**

Esta tesis se realizó en la ciudad de Satipo teniendo presente que el resultado de esta investigación sea aplicado en el ámbito de la selva central para aprovechar de mejor manera los residuos de biomasa vegetal.

### **2.5.3. Delimitación temporal**

A partir del segundo periodo del siglo XX, en la zona del proyecto se empezó a construir viviendas con el uso del cemento, lo que conllevó a que se produzca en gran escala para abastecer la demanda requerida. La información recopilada, diseño, las etapas de procesamiento de datos y finalización de la tesis, se desarrollaron en el periodo comprendido entre 2024 y 2025.

## **2.6. Importancia**

La presente investigación reviste importancia tanto para el ámbito de la construcción y para el de la gestión ambiental, donde también se busca mitigar la contaminación ambiental al producir el cemento. En respuesta a esta problemática ambiental, esta investigación propone el uso de cenizas de biomasa de café y cal como materiales alternativos y sostenibles en la producción de concreto.

### III. HIPOTESIS Y VARIABLES

#### 3.1. HIPOTESIS

##### 3.1.1. Hipótesis General.

La adición de cenizas de biomasa de café y cal influyen en el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de concreto hidráulico en Satipo.

##### 3.1.2. Hipótesis Específicas

Las cenizas de biomasa de café y cal influyen en el mejoramiento de la permeabilidad del concreto hidráulico en Satipo.

Las cenizas de biomasa de café y cal influyen en el mejoramiento de la absorción del concreto hidráulico en Satipo.

Las cenizas de biomasa de café y cal influyen en el mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto hidráulico en Satipo.

Las cenizas de biomasa de café y cal influyen en el mejoramiento de la resistencia a la flexión del concreto hidráulico en Satipo.

#### 3.2. VARIABLES

##### 3.2.1. Variable Independiente

###### 3.2.1.1. Cal

***Definición a nivel conceptual:*** Es óxido de calcio, sustancia alcalina de color blanco o blanco grisáceo que, al contacto con el agua se hidrata o se apaga, con desprendimiento de calor, y mezclada con arena forma la argamasa o mortero. (Universidad de Sevilla, 2014) (p.9)

***Definición a nivel operacional:*** La cal puede operacionalizarse por 2 dimensiones: Granulometría y Dosificaciones. Se dividen en dos y cuatro indicadores respectivamente.

###### 3.2.1.2. Ceniza de Biomasa de Café

***Definición a nivel conceptual:*** Es el componente inorgánico de la biomasa de café que se obtiene como residuo sólido posterior a la combustión completa del material orgánico. (Quirós, 2018) (p.38)

***Definición a nivel operacional:*** La biomasa de café puede operacionalizarse por 2 dimensiones: Granulometría y Dosificaciones. Se dividen en dos y cuatro indicadores respectivamente.

### **3.2.2. Variable Dependiente**

#### **3.2.2.1. Propiedades Físicas y mecánicas del concreto hidráulico**

***Definición a nivel conceptual:*** Características observables, medibles y que determinan la capacidad del concreto hidráulico sometido a diversas condiciones o esfuerzos. (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto) (p.5)

***Definición a nivel operacional:*** Las propiedades mecánicas y físicas del concreto hidráulico pueden ser operacionalizadas en cuatro dimensiones: resistencia a flexión, a compresión, permeabilidad y absorción. Pueden dividirse en uno o tres indicadores.

## IV. MARCO TEÓRICO

### 4.1. Antecedentes

#### 4.1.1. Antecedentes Internacionales

Diaz Jimenez (2020) en el estudio *titulado*: “Efectividad del uso de la ceniza de la Termopaipa como sustituto del cemento en la fabricación del concreto”, cuyo *objetivo* es: reemplazar el cemento portland por la Termopaipa en cenizas(tercera unidad), y se realizan ensayos de compresión en diversas etapas de envejecimiento para evaluar su resistencia. Aplicó *metodología*: Investigación aplicada – experimental, Se logro el *resultado* de que la inclusión del 10% de dicha ceniza altera el modo de actuar mecánico del concreto. Se *concluyó*: El uso de la ceniza de TERMOPAIPA (unidad tres) como reemplazo arbitrario del cemento, el cual reduce la resistencia a compresión de un concreto en proporciones del 10%, 20% y 30%.

Coral Patiño (2019) en su estudio de investigación *titulado*: “Comportamiento del concreto con cascarilla de café y posibilidades ante textura y color”, cuyo *objetivo* es: revisar las características y el comportamiento físico del concreto que utiliza componentes de la zona, como la cascara de café. Aplicó *metodología*: Investigación aplicada – experimental, Se logro el *resultado*: El procedimiento mineralizante de la cascara incrementa el peso específico simulado seco en un doce por ciento, lo cual disminuye el volumen de sus poros. Además, el peso unitario suelto disminuye en un 23%, ya que la rigidez adquirida por la cascarilla dificulta su acomodo. Por otro lado, la absorción se reduce en un 10% como resultado de la menor cantidad de poros. Se *concluyó*: La cáscara de café, una fibra vegetal obtenida durante el proceso de pelado del grano, se emplea como sustituto del agregado para lograr con las condiciones del esfuerzo en elementos que no son estructurales desde el inicio de la investigación. Asimismo, garantiza la trabajabilidad adecuada de la mezcla, proporciona un acabado óptimo y con muchas ventajas para su aplicación en concreto arquitectónico.

Monsalve (2019) dentro del artículo *titulado*: “Comportamiento del concreto ante la fibra y ceniza volcánica”, cuyo *objetivo* es: Examinar y contrastar los ensayos y estudios realizados sobre el concreto que incorpora materiales como fibras de vidrio, fibras de metal y ceniza de restos volcánicos en la mezcla. Se logro los *resultados*: los estudios realizados fueron favorables al

combinar fibras con la combinación del concreto, ya que se apreció una mejora en el esfuerzo a la tracción y una reducción en el agrietamiento, lo que añadió merito a las diversas edificaciones construidas, Se tiene la **conclusión**: los componentes estructurales ya han sido validados a través de diversos métodos científicos para su uso en obras civiles, aportando un valor adicional a sus componentes estructurales y extendiendo su vida optima.

Aizpurúa, Moreno, & Caballero (2019) dentro del artículo **titulado**: “Estudio del concreto de alta resistencia con el uso de cenizas de materiales orgánicos y polímeros”, cuyo **objetivo** es: Analizar el efecto conjunto de la adición de caucho y cenizas derivadas de insumos orgánicos en el concreto de alta resistencia, con el propósito de optimizar sus características, en particular el esfuerzo a la compresión y la ductilidad, Se **concluyó**: El concreto de alta resistencia, enriquecido con cenizas de cáscara de huevo, presentó una mejora en el esfuerzo a la compresión. Esto se atribuye a la alta cantidad de óxido de calcio presente en la ceniza, un componente clave en la constitución de Materiales cementicios que fortalecen el cemento. Como dosificación ideal de ceniza de cáscara de huevo es del uno punto cinco por ciento.

Ortiz Cofles, Rojas Montoya, & Triana Suárez (2021) en la tesis **titulado**: “Comportamiento del mortero y el concreto hidráulicos con adición de ceniza de cascarilla de café.”, cuyo **objetivo** es: Investigar la utilización de la cascara de café en el ámbito de la infraestructura, considerando su buena elaboración en la región donde se realizó el estudio y en todo el país de Colombia. Aplico la **metodología**: aplicada y el diseño experimental. En **conclusión**: Estos resultados alcanzados indican una línea de investigación que tanto mejora la calidad en la industria de la infraestructura como contribuye a la protección del medio ambiente.

#### 4.1.2. Antecedentes Nacionales

Zenayuca Moscoso (2023) en la tesis **titulado**: “Diseño de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de cascarilla de café para mejorar sus propiedades mecánicas en la Provincia de Huancayo”, cuyo **objetivo**: Analizar cómo la cascara de café afecta el diseño de concreto con una resistencia de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> para optimizar sus propiedades mecánicas en la ciudad de Huancayo. Se aplicó la **metodología**: científica, de tipo aplicado, de nivel explicativo. En **conclusión**: Con una incorporación del 2% de cascara de café, el esfuerzo a la compresión del concreto aumentó en un 1.33%, alcanzando una resistencia final del 117%. Asimismo, el esfuerzo a la flexión aumento en un 2.32%, subiendo 1.25kg/cm<sup>2</sup>. Se concluye que la cascara de café altera las propiedades físicas y mecánicas del concreto, y que su adición en un 2% es adecuada para la mezcla, ya que mejora significativamente la resistencia.

Molocho Tiquillahuanca (2020) en la tesis **titulado**: "Adición de cascarilla de café y sus cenizas para mejorar la resistencia a la compresión del concreto con  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en viviendas económicas de Moyobamba – 2020," tenía como **objetivo**: evaluar cómo la incorporación de cascarilla de café y sus cenizas influye en la resistencia a la compresión del concreto con una resistencia de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, en viviendas económicas de Moyobamba durante el año 2020. La **metodología** fue: de tipo aplicada, con un diseño experimental. Los **resultados**: mostraron que al añadir un 5% de ceniza se mejora el esfuerzo del concreto, mientras sean de cinco, diez y quince por ciento de cascara de café no alcanzaron un esfuerzo óptimo. La **conclusión** fue: que un menor porcentaje de cascarilla de café mejora la trabajabilidad del concreto en estado fresco y además contribuye a una mayor resistencia.

Mendieta Pisco (2022) en la tesis **titulado**: "Uso de ceniza de cascarilla de café como aditivo para mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural" tuvo como **objetivo**: Examinar la acción del concreto en relación con sus propiedades mecánicas - físico cuando se incorpora ceniza de café a diversas proporciones. Este análisis se basó en diversos estudios que incluyeron pruebas de trabajabilidad, unidad de peso, esfuerzo a la tracción y esfuerzo a compresión. La **metodología** es: tipo descriptiva. En **conclusión**: Se determinó que la dosificación óptima para obtener un concreto liviano con una resistencia mecánica a la compresión apropiada es del 5% de ceniza de cáscara de café

Mayhua Ruiz (2022) en la tesis **titulado**: "Influencia de la ceniza de cascarilla de café en las propiedades de resistencia del concreto para pavimentos rígidos en Cusco, 2022" tuvo como **objetivo**: Examinar de qué manera la adición de cenizas de cascarillas de café influye en las cualidades de resistencia del concreto que se usa en pavimentos rígidos en Cusco a lo largo del 2022. La **metodología**: aplicada, de diseño experimental y de nivel explicativo correlacional. En **conclusión**: Los resultados muestran que el uso de ceniza de cáscara de café aumenta en un 19.89% el esfuerzo a la compresión y en un 2.10% el esfuerzo a la flexión, comparado con el concreto base. Se alcanzó el rendimiento óptimo con un 1 % de ceniza de cáscaras de café como sustituto.

Mariseli Angaspilco Llamó (2021) en el artículo **titulado**: "Uso de cenizas de carbón para mejorar la resistencia a la compresión del concreto" tuvo el **objetivo**: Examinar la información vinculada con la utilización de cenizas de carbón para aumentar la fortaleza del hormigón. **Resultados**: Revelaron que el esfuerzo medio del concreto convencional a los 28 días fue de 221 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia creció a 223 kg/cm<sup>2</sup> cuando se agregó un 2.5% de cenizas; con el cinco por ciento, llegó a 231 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, al incorporar un diez por ciento, bajó hasta 200 kg/cm<sup>2</sup>; y al incluir un quince por ciento, descendió aún más hasta llegar a 192 kg/cm<sup>2</sup>. Se determinó que agregar cenizas de carbón en cantidades menores al diez por ciento, como reemplazo del cemento, incrementa el esfuerzo del concreto; a diferencia, cuando se añaden más de un diez por ciento, existe el riesgo de que su calidad óptima se vea comprometida.

## 4.2. Bases teóricas

### 4.2.1. Ceniza de biomasa de café.

#### 4.2.1.1. Biomasa de café

La biomasa de café utilizada es de la variedad llamada Catimor, el cual es bastante cultivado en la zona del proyecto; está conformada por múltiples partes y uno de ellos es la cascara de café es la capa que rodea el fruto de café, situada posteriormente en la capa de la sustancia viscosa del café, y se constituye relativamente el doce por ciento del grano, con un grosor que varía entre 7 y 11 mm. Este material se separa en el proceso de pelado del grano. Está compuesto por lignina, celulosa, pentosano, sílice y cenizas, entre otras propiedades en menores magnitudes. En otros países productores de café, los productos derivados y sobras de café son una fuente de polución ambiental considerable. Por ello, desde mediados del siglo pasado, se ha buscado utilizar estos residuos para la producción de refrescos, cafeína, proteínas y fertilizantes. (Coffea, 2005).



*Figura 2: cascarilla de café*

### Proceso obtención de la Biomasa del café

- **Proceso de recogida del café**

En este proceso, se recogerán solo los granos de café que han alcanzado la madurez total, que suelen ser rojos o amarillos, debido a que los granos verdes

perjudicarían el sabor del café. Este proceso se realiza de forma manual. (Omen, 2011).

- **Fase de Despulpado**

Este procedimiento implica la separación mecánica de los granos de café de la pulpa utilizando una despulpadora, que opera mediante mecanismos de presión y fricción. (Omen, 2011).

- **Fase de lavado**

Durante el proceso de lavado, el objetivo es eliminar la miel o el mucílago del pergamino mediante el uso de agua una vez que se ha alcanzado el punto de fermentación. (Omen, 2011).

- **Fase de secado**

El fruto de café se seca hasta alcanzar la saturación del once al doce por ciento. Este secado se puede llevar a cabo de dos maneras: la más común es el secado natural al sol, mientras que el secado mecánico suele ser realizado por la empresa. (Omen, 2011).

#### 4.2.1.2. Características de la biomasa de café

En el presente proyecto se usará la biomasa de café, la cual actuara en sustitución del cemento, en tal sentido se necesita conocer las características químicas de la biomasa del café, según varias investigaciones es más recomendable utilizar la (cascarilla del café), a continuación, se muestran sus características a comparación de otros elementos.

**Tabla 1:** *caracterización de diferentes tipos de biomasa*

Biomasa	Humedad (%)	Volátiles (%)	Ceniza (%)	C(%)	H(%)	O(%)	N(%)
Almendras	6.50	93.00	1.70	62.50	8.80	26.60	2.10
Afrecho	10.50	81.00	3.50	59.60	5.50	42.50	2.40
Cascarilla de café	10.10	82.00	1.20	50.30	5.30	43.80	< 1
Bagazo	15.00	87.00	8.10	53.10	4.70	41.70	<1

*Fuente:* (Cutíño, Tort, & Medina, 2018)

**Tabla 2: Propiedades de los residuos**

Residuos	H um (%)	V (%)	C en (%)	F (%)	C (%)	H (%)	O (%)	N (%)
Aserrín	9.10	81.80	0.20	18.00	48.30	6.10	45.30	0.20
Cascara de arroz	11.40	65.90	17.00	17.10	35.50	5.20	42.10	0.20
Cascarilla de café	13.10	73.20	3.70	23.10	47.50	6.40	43.70	-

*Fuente:* (Cutíño, Tort, & Medina, 2018)

#### **4.2.2. Cal**

Según (Amigó, 2013) La cal es un elemento cuyo uso y valoración a menudo se basan en criterios tradicionales y prácticas pasadas. Se cree que la "buena cal" proviene de ciertos fabricantes, o que la mejor es la elaborada por un artesano con una receta ancestral, o que la cal que ha sido envejecida durante meses (o años) es superior a la recién apagada. También existe la idea de que la cal en polvo no es efectiva. Desde una perspectiva científica y tecnológica, estos criterios no son suficientes. (p.52)



**Figura 3: Cal Hidratada**

#### **Producción y propiedades de la cal**

Se lleva a cabo en dos etapas fundamentales: calcinación e hidratación. Primero, la piedra caliza (carbonato de calcio) se somete a altas temperaturas, generalmente entre 900 y 1000 °C, en un horno, lo que provoca su descomposición en dióxido de carbono y cal viva. En la siguiente fase, la cal viva es combinada con agua, generando una reacción exotérmica que da

lugar a la cal hidratada. En cuanto a sus propiedades físicas y químicas, destacan las siguientes:

- **Apariencia:** es un polvo blanco, fino y de textura suave.
- **Solubilidad:** es moderadamente soluble en agua, creando una solución alcalina.
- **pH:** su solución acuosa tiene un pH de aproximadamente 12.4, lo que refleja su alta alcalinidad.
- **Reactividad:** interactúa con ácidos, resultando en sales de calcio y agua; así como también puede interactuar con el dióxido de carbono que se encuentra en la atmósfera, produciendo carbonato de calcio.
- **Peso específico:** su densidad de masa es de 1000 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.2.3. Concreto hidráulico

Para (Gusman, 2001) El concreto, también conocido como hormigón, es una mezcla compuesta por un material aglutinante (como el Cemento Portland Hidráulico), un material de relleno (que puede ser agregados o áridos), agua y, en algunos casos, aditivos. Una vez que esta mezcla se endurece, se convierte en un sólido compacto similar a una piedra artificial, capaz de aguantar altas resistencias de compresión después de un cierto período de tiempo (p.19)

##### 4.2.3.1. Características del concreto

Las cualidades de los agregados y su desempeño, tanto como en el concreto reciente como en el duro, afectan de manera significativa al concreto.

*Tabla 3: características y aspectos del concreto*

Características de los agregados	Aspectos influidos en el concreto	
	Concreto Fresco	Concreto endurecido
Granulometría	Manejabilidad Requerimiento de agua Sangrado	Resistencia mecánica Cambios volumétricos Economía.
Limpieza (materia orgánica, limo, arcilla y otros finos indeseables)	Requerimientos de agua Contracción plástica	Durabilidad Resistencia mecánica Cambios volumétricos

Densidad. (peso específico)	Peso unitario	Peso unitario
Sanidad.	Requerimiento de agua	Durabilidad
Absorción y porosidad	Pérdida de revenimiento Contracción plástica	Durabilidad permeabilidad
Forma de partículas	Manejabilidad Requerimiento de agua sangrado	Resistencia mecánica Cambios volumétricos Economía
Textura superficial	Manejabilidad Requerimiento de agua	Durabilidad Resistencia al desgaste
Tamaño máximo	Segregación Peso unitario Requerimiento de agua	Resistencia mecánica Cambios volumétricos Peso unitario permeabilidad
Reactividad con los álcalis		Durabilidad
Módulo de elasticidad		Módulo de elasticidad Cambios volumétricos
Resistencia a la abrasión		Resistencia a la abrasión Durabilidad
Resistencia mecánica (por aplastamiento)		Resistencia mecánica
Partículas friables y Terrones de arcillas	Contracción plástica	Resistencia a la abrasión Durabilidad
Coefficiente de expansión		Propiedades térmicas

Fuente: (Castillo, 2008)

#### 4.2.4. Propiedades físicas y mecánicas del Concreto

- **Permeabilidad**

Según (NTC 4483) El ensayo se realiza colocando el espécimen o núcleo en una celda de prueba y aplicando una presión de 0.5 MPa en una de sus caras horizontales durante 4 días. Cuando se remoja la muestra y comenzando el flujo por la cara opuesta, se llevan a cabo de las evaluaciones repetidas del caudal hasta que este se estabiliza.

Dado que se alcanza un flujo constante, se calcula la proporción de agua que se traslada por el espécimen en un tiempo específico, ya sea mediante la medición de la cantidad de agua en una muestra específica o registrando la circulación en un envase durante un intervalo de tiempo. Tras determinar el caudal, calculado dividiendo el volumen de agua entre el periodo, se continua a procesar el factor de permeabilidad. (P.04 - 05).

$$K = \frac{\rho L g Q}{P A} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

K = coeficiente de permeabilidad en m/s

$\rho$  = densidad del agua en kg/m<sup>3</sup>

L = longitud del espécimen

g = aceleración de la gravedad en m/s<sup>2</sup>

Q = Caudal de agua en m<sup>3</sup>/s

P = presión del agua en N/m<sup>2</sup>

A = área transversal del espécimen en m<sup>2</sup>

**Tabla 4:** Relación de la permeabilidad del concreto con el coeficiente de permeabilidad y la profundidad de penetración

Determinación	Unidades	Permeabilidad		
		Baja	Media	Alta
<b>Coficiente de permeabilidad al agua</b>	m/s	< 10 <sup>-12</sup>	< 10 <sup>-12</sup> a 10 <sup>-10</sup>	> 10 <sup>-10</sup>
<b>Profundidad de penetración</b>	mm	< 30	30 a 60	> 60

Fuente: (NTC 4483)

- **Absorción**

Es una propiedad física del concreto, que se desarrolla para determinar la cantidad de agua que puede absorber la muestra seca. La absorción del agua se manifiesta de manera lenta y la cantidad absorbida es la influencia en la durabilidad del concreto ya endurecido. El ensayo se trabajó con la Norma (339.187, 2018) , Se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$\text{Absorción después de la inmersión, } \% = \frac{(B-A)}{A} * 100 \quad (\text{Ec. 2})$$

$$\text{Absorción después de la inmersión y ebullición, } \% = \frac{(C-A)}{A} * 100 \quad (\text{Ec. 3})$$

$$\text{Densidad Seca, } g1 = \frac{A}{(C-D)} * \rho \quad (\text{Ec. 4})$$

$$\text{Densidad después de la inmersión, } = \frac{B}{(C-D)} * \rho \quad (\text{Ec. 5})$$

$$\text{Densidad después de la inmersión y ebullición, } = \frac{C}{(C-D)} * \rho \quad (\text{Ec. 6})$$

$$\text{Volumen de poros permeables (vacíos), } \% = \frac{(g2-g1)}{g2} * 100 \text{ o } \frac{(C-A)}{(C-D)} * 100 \quad (\text{Ec. 7})$$

**Donde:**

- A** Masa de la muestra seca al horno, al aire, g.
- B** Masa de la muestra saturada superficialmente seca, después de la inmersión, g.
- C** Masa de muestra superficialmente seca, después de la inmersión y ebullición, g.
- D** Masa sumergida aparente de la muestra suspendida en agua, después de la inmersión y ebullición, g.
- g1** Densidad seca, Mg/m<sup>3</sup>.
- g2** Densidad aparente, Mg/m<sup>3</sup>.
- $\rho$**  Densidad del agua = 1Mg/m<sup>3</sup> = 1g/cm<sup>3</sup>.

- **Resistencia a la Compresión del concreto**

Según la (NTP 339.034, 2008) El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a cilindros moldeados o a muestras extraídas mediante perforación

diamantina a una velocidad estandarizada dentro de un rango determinado, hasta que se produce la falla. La resistencia a la compresión de la muestra se determina dividiendo la carga máxima alcanzada durante el ensayo entre el área de la sección transversal de la muestra. (p. 03)

$$R_c = \frac{P}{A} \quad (\text{Ec. 8})$$

Donde:

$R_c$  = Resistencia de Rotura a la Compresión

$P$  = Carga Máxima de Rotura en Kilogramos

$A$  = Área de la superficie de contacto

Según (Torre, 2004), menciona que si la conexión Altura/Diámetro de la muestra es inferior a 1.8, se debe ajustar los datos obtenidos multiplicándolo por el factor de corrección adecuado, utilizando la tabla correspondiente:

**Tabla 5: Relación Altura Diámetro**

<b>L/D</b>	1.750	1.500	1.250	1.000
<b>Factor</b>	0.980	0.960	0.930	0.870

Fuente: (Torre, 2004)

- **Resistencia a la Flexión del concreto**

En la (NTP 339.078, 2012) donde se establece que este método de ensayo se utiliza para medir el módulo de rotura de las muestras de concreto que han sido elaborados y curados conforme a las normas NTP 339.033 o NTP 339.183. La resistencia puede fluctuar en función de las variaciones en la proporción del espécimen, su preparación y las condiciones de curado o humedad.

Los datos adquiridos con este ensayo pueden emplearse para confirmar que se cumplen los requerimientos o para guiar la proporción, el mezclado y la disposición del concreto. Además, es utilizado principalmente en ensayos de concreto para la construcción de losas y pavimentos (NTP 339.078, 2012) (p. 02-03).

$$Mr = \frac{PL}{bh^2} \quad (\text{Ec. 9})$$

Donde:

Mr : Módulo de rotura, en MPa

P : Carga Máxima de Rotura indicada por la máquina, en KN

L : Luz libre entre apoyos, en cm

b : Ancho promedio de la viga, en cm

h : Altura promedio de la viga, en cm

#### 4.3. Definición de Términos Básicos

**Permeabilidad.** - La permeabilidad del concreto es el factor más importante que controla su durabilidad, pues determina la facilidad con que el agua y sustancias agresivas penetran en su interior. (Neville, 210) (p.305)

**Absorción.** - La absorción del concreto está relacionada con la cantidad de agua que puede penetrar en sus poros capilares, siendo un indicador indirecto de su permeabilidad y, por tanto, de su durabilidad. (Neville, 210) (p.307)

**Biomasa de café.** - La cascarilla de café constituye una biomasa vegetal abundante, con propiedades físicas y químicas que permiten su aprovechamiento como fuente energética y como materia prima para procesos industriales. (Cutíño M. , 2018)

**Cal.**- La cal es un material aglutinante obtenido a partir de la calcinación de rocas calizas, cuya principal característica es su capacidad de endurecerse al reaccionar con el dióxido de carbono del aire. (Barba, 2013)

**Granulometría.** - La granulometría de los agregados se refiere a la distribución de los tamaños de las partículas que lo componen, y constituye un factor determinante en la trabajabilidad, resistencia y durabilidad del concreto. (Neville, 210) (p.123)

**Propiedades físicas y mecánicas.** - Las propiedades físicas describen el comportamiento del concreto frente a agentes externos, mientras que las propiedades mecánicas expresan su capacidad para soportar cargas y esfuerzos sin fallar. (Mehta, 2014)

## V. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

### 5.1. Método de investigación: Cuantitativo

Correspondiente a (Hernandez, 2014) el método cuantitativo es probatorio y secuencial. Se trata de una idea que se va delimitando y, una vez que se elabora un marco teórico. A partir de los cuestionarios, se formulan hipótesis y se definen las variables; posteriormente, se elabora una manera para probarlas; después, en un contexto específico, se cuantifican las variables; finalmente, se examinan los valores obtenidos en relación a las hipótesis. (p. 4) Esta investigación se desarrollará bajo un **método cuantitativo**, orientado a la verificación de la hipótesis mediante la recopilación sistemática de datos y su correspondiente análisis numérico. Este método permitirá obtener resultados objetivos y medibles, garantizando la validez científica del estudio.

### 5.2. Tipo de Investigación: aplicada

Lo define (Ñaupas, Mejia, Novoa, & Villagomez, 2014) Se denominan aplicadas porque, partiendo del estudio intensivo básico, pura o fundamental en las ciencias fácticas o serias, se plantean problemas e hipótesis de estudio con el fin de resolver cuestiones relacionadas con la vida productiva de la sociedad. (p.93). El presente trabajo será obtener resultados de la intervención del uso de cenizas de biomasa de café y cal en las características físicas y mecánicas de un concreto hidráulico. Por lo tanto, conforme a lo teórico, el estudio es de tipo **aplicada**.

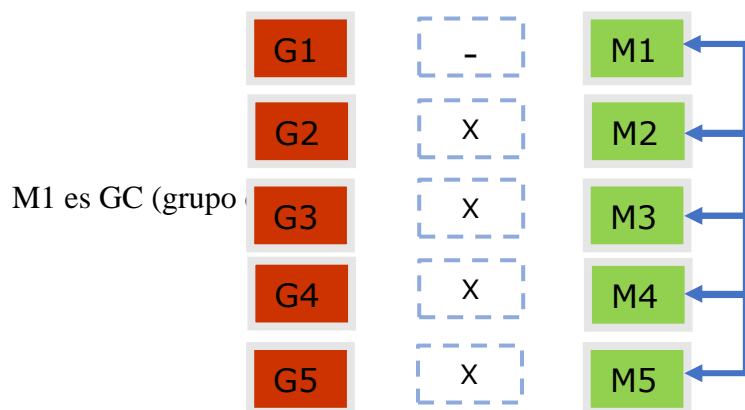
### 5.3. Nivel de Investigación: explicativa

Para (Ñaupas, Valdivia, Palacios, & Romero, 2018) Donde se establece que el nivel de investigación aplicada es más complejo y profundo, con el objetivo principal de verificar hipótesis causales o explicativas, es decir, aquellas que clarifican las causas de hechos, fenómenos, eventos y procesos tanto naturales como sociales. (p.135). Este estudio tiene como objetivo identificar el impacto de las cenizas de biomasa de café y la cal en las características físicas y mecánicas del concreto hidráulico, situando la investigación en un nivel **explicativo**.

## 5.4. Diseño de Investigación: experimental

Para (Gonzales, 2021) El diseño experimental es un proceso cuyo rasgo distintivo es la verificación cuantitativa de la influencia de una variable sobre otra, lo cual implica la manipulación o control de la variable independiente. Para ello, es necesario contar con un plan de acción que puede estructurarse en fases, como un programa de intervención, o de manera gradual, constituyendo variables o rangos. (p.73). En este caso se manipulará como variable ceniza de biomasa de café y cal, en dosificaciones como: 0%CC+0%CAL, 1%CC+2%CAL, 2%CC+3%CAL, 3%CC+4%CAL, 4%CC+5%CAL, con las cuales se sustituirá el contenido del cemento. En tal sentido, revisada la teoría, el diseño será de carácter **experimental**.

*Figura 4: Diagrama de Diseño Experimental*



- G : Grupo de muestras.
- X : Tratamiento, estímulo.
- : Ausencia de estímulo.
- M : Medición de las muestras.
- ↔ : Comparación.

## 5.5. Población y Selección de Muestra

### 5.5.1. Población

Según (Sampieri, Collado, & Lucio, 1997) La población se define como el conjunto de todos los casos que cumplen con una serie de especificaciones. Por lo tanto, es

recomendable establecer con precisión las características de la población para delimitar claramente cuáles serán los parámetros muestrales. (p.262)

La población en esta investigación está compuesta por 45 especímenes cilíndricas y 45 viguetas de concreto, las cuales se probarán con y sin la adición de cal y cenizas de biomasa de café. Esto se realizará de acuerdo con la normativa E.060, que especifica el uso de probetas de tipo cilíndricas para los ensayos de compresión y viguetas para las pruebas a la flexión. Posteriormente, se calculará un promedio. Además, se emplearán 30 probetas extra para los ensayos de absorción y permeabilidad. Para población total de este estudio está formada por 120 ejemplares tanto de viguetas y probetas.

### 5.5.2. Muestra

Según (Sampieri, Collado, & Lucio, 1997) La muestra se define como un subgrupo de la población, es decir, es un subconjunto de elementos que comparten las características definidas de ese conjunto mayor al que llamamos población. (p.263)

La investigación tendrá como muestra 120 especímenes de concreto, las cuales se detallan a continuación:

**Tabla 6:**Cantidad de especímenes

Muestra	Ensayo de Permeabilidad	Ensayo de Absorción	Resistencia a la compresión			Resistencia a la flexión		
	28	28	7	14	28	7	.14	28
MC (100%C+0%CC+0%CAL)	3	3	3	3	3	3	3	3
ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	3	3	3	3	3	3	3	3
ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	3	3	3	3	3	3	3	3
ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	3	3	3	3	3	3	3	3
ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>

*Fuente:* Producción Propia

### 5.5.3. Muestreo: No probabilístico

Conforme a (Rivero, 2008) la designación de los elementos no estará sujeto de una probabilidad, sino más bien todo lo contrario con causas que se encuentren vinculados con la naturaleza y caracterización del actual estudio.

Para el desarrollo del análisis se aplicó un muestreo no probabilístico, en el cual la selección de los puntos de estudio fue determinada por el criterio del analista, considerando aspectos técnicos y metodológicos que garantizaron la pertinencia de la ubicación.

## 5.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 5.6.1. Técnica: observación directa

Como menciona (Rivero, 2008) La observación implica el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conductas manifiestas. Puede ser empleada como una herramienta de medición en diversas situaciones. (p.68)

En este estudio se recolectará información de campo a través de la observación y los ensayos de laboratorio, donde se determinó 120 especímenes por analizar, para establecer las características mecánicas y físicas del concreto, añadiendo cenizas de biomasa de café y cal.

### 5.6.2. Instrumento de recolección de datos:

- Ensayos en laboratorios
- Ficha de recopilación de datos

#### 5.6.2.1. Validez

Según (Ander-Egg, 1995) La medición debe ser óptima, lo que significa que efectivamente mide lo que se propone medir, sin estar afectada por distorsiones sistemáticas. (p.09)

*Tabla 7: Rangos de Validez*

Rango	Validez
0.53 a menos	Validez nula
0.54 – 0.59	Validez Baja

0.60 – 0.65	Valida
0.66 – 0.71	Muy Valida
0.72 – 0.99	Excelente
1.00	Validez Perfecta

Según: (KERLINGER, 2002)

A continuación, se presenta la tabla de los valores de acuerdo a la validación de los profesionales expertos.

**Tabla 8:** Tabla de propiedades expertos

Experto	Profesión	Apellidos y Nombres	CIP	Validez
1		Torres Arias Percy Omar	160951	0.96
2	Ingeniero Civil	Fernandez Romero Edson R.	251537	0.92
3		Otañe Rodriguez Alfredo Miguel	86001	0.94
Promedio de Validez				<b>0.94</b>

Fuente: propia

#### 5.6.2.2. Confiabilidad

Según (Ñaupas, Valdivia, Palacios, & Romero, 2018) Es confiable cuando las mediciones no presentan variaciones significativas, ya sea con el tiempo o al aplicarlas a diferentes personas con el mismo nivel de instrucción. (p.277).

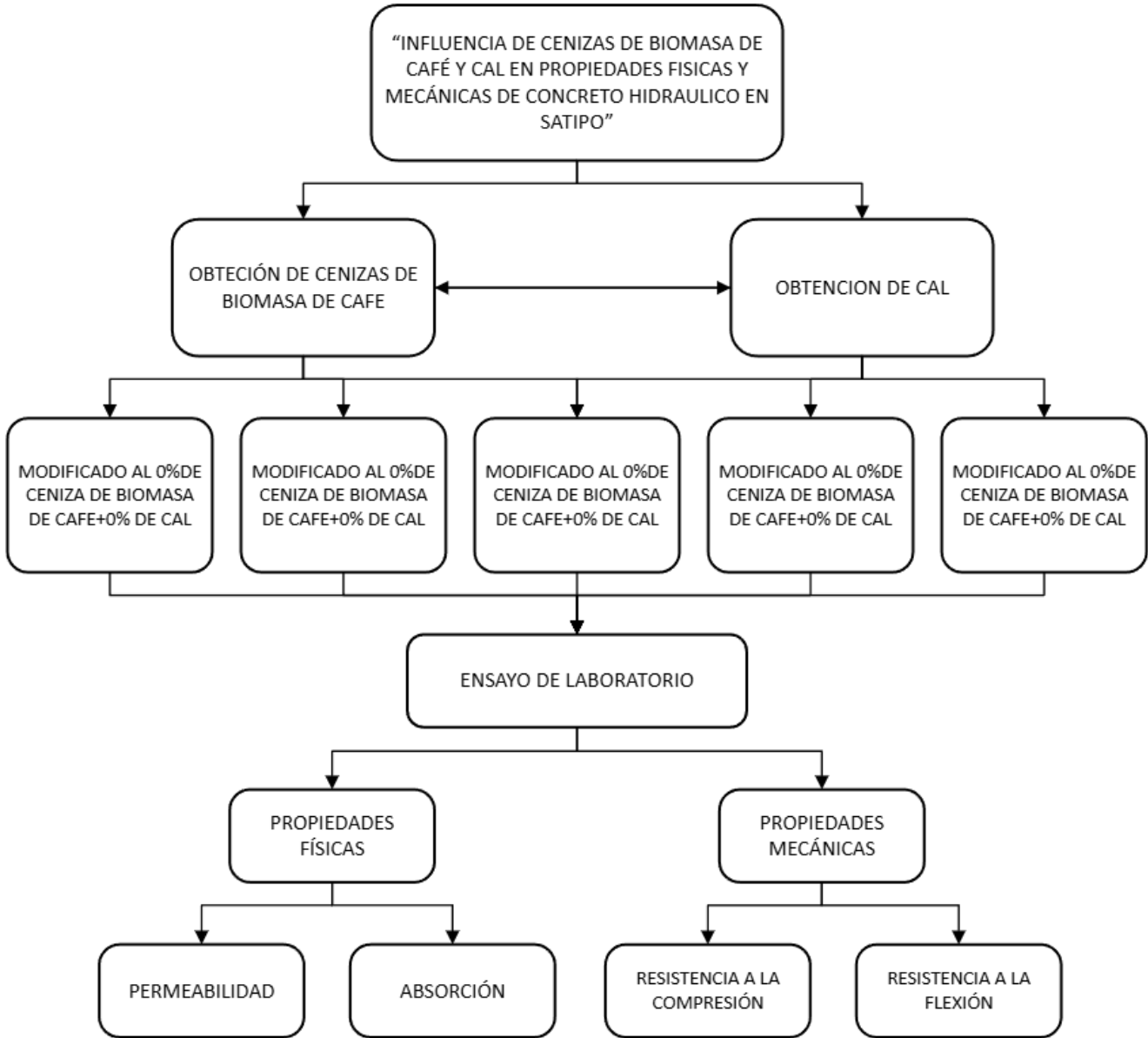
**Tabla 9:** Rangos de confiabilidad

Rango	Confiabilidad
0.53 a menos	Nula confiabilidad
0.54 – 0.59	Baja confiabilidad
0.60 – 0.65	confiable
0.66 – 0.71	Muy confiable
0.72 – 0.99	Excelente confiabilidad
1.00	Perfecta confiabilidad

Fuente: (Ñaupas, Valdivia, Palacios, & Romero, 2018)

Nuestro instrumento de recolección de datos es confiable debido a que nuestros experimentos se trabajaron con equipos que cuentan con certificados de calibración y garantizaran un resultado verídico y confiable.

### 5.7. Procedimiento de recolección de datos



## **5.8. Métodos de análisis**

Con el propósito de estudiar y analizar los datos, se empleará la estadística inferencial como herramienta esencial para la verificación de la hipótesis formulada. Este enfoque permitirá establecer relaciones significativas entre las variables estudiadas y determinar el grado de influencia de la biomasa de café y la cal en las propiedades del concreto hidráulico. Para el análisis de la información obtenida en los ensayos de laboratorio, por lo cual se empleará el software Excel, que facilitará la organización, tabulación y análisis estadístico mediante pruebas como ANOVA y contrastes de hipótesis. El uso de estas técnicas garantiza objetividad, reproducibilidad y rigor científico en la interpretación de los resultados, asegurando que las conclusiones derivadas tengan validez estadística y puedan ser extrapoladas a contextos prácticos de la ingeniería civil.

## **5.9. Aspectos éticos**

El análisis se desarrollará bajo el cumplimiento estricto de normativas éticas de investigación, garantizando la integridad y transparencia de la información. Se reconocerá de manera adecuada la autoría de las fuentes consultadas, asegurando la originalidad y evitando cualquier forma de plagio, conforme a lo establecido en el Código de Ética del CONCYTEC y las directrices internacionales de la APA. La autenticidad y la imparcialidad constituirán principios fundamentales para mantener la veracidad y confiabilidad de los resultados, adoptando una posición objetiva y neutra en la recopilación, procesamiento y análisis de los datos.

## VI. ANALISIS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Estudios Previos

#### 6.1.1. Estudios de Laboratorio

Para el estudio de concreto y agregados, se pusieron en marcha las siguientes normas que se detallan a continuación:

*Tabla 10: ensayos en Laboratorio*

Descripción de ensayos de laboratorio	Normas		
	NTP	ACI	ASTM
<b>Agregados y materiales</b>			
Análisis granulométrico del agregado grueso y fino	400.012		
Contenido de humedad total de agregados	339.185		
Densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.	400.022		
Densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.	400.021		
Diseño de mezcla		211.1	
Análisis químico de la ceniza biomasa de café	Ensayo de Fluorescencia de Rayos X		
<b>Concreto hidráulico</b>			
Permeabilidad		NTC 4483	
Absorción	339.187		C642
Resistencia a la compresión	339.034		C-39
Resistencia a la flexión	339.078		C-78

Fuente: Producción propia

### 6.2. Análisis de la información

#### 6.2.1. Estimación de la alteración de la permeabilidad del concreto con cenizas de biomasa de café y cal.

Para el logro del objetivo se tuvo una muestra control y cuatro muestras experimentales, lo cual se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 11:** Preparación de muestras para permeabilidad.

Muestras	Dosificación % de cenizas de biomasa de café y cal	Cantidad de Muestras	Curado
		Permeabilidad	Temperatura del agua
100% Cemento		28.días	°C
MC	100%C+0%CC+0%CAL	3	
ME1	97%C+1%CC+2%CAL	3	
ME2	95%C+2%CC+3%CAL	3	23 ± 2 °C
ME3	93%C+3%CC+4%CAL	3	
ME4	91%C+4%CC+5%CAL	3	

Fuente: Producción propia

**Tabla 12:** Ensayo de permeabilidad del concreto a los 28 días

Diseño	Muestra	Fecha inicio	Fecha final	Coefficiente de permeabilidad (m/s)	Prof Penetración ( mm )	Prof. Promedio ( mm )
<b>MUESTRA CONTROL (0.0%)</b>	M1	16/06/2025	14/07/2025	0.0000000000312	27.00	
	M2	16/06/2025	14/07/2025	0.0000000000336	28.00	28.00
	M3	16/06/2025	14/07/2025	0.0000000000360	29.00	
<b>ME1 (1%CC+2%CAL)</b>	M1	17/06/2025	15/07/2025	0.0000000000266	25.00	
	M2	17/06/2025	15/07/2025	0.0000000000288	26.00	26.67
	M3	17/06/2025	15/07/2025	0.0000000000358	29.00	
<b>ME2 (2%CC+3%CAL)</b>	M1	19/06/2025	17/07/2025	0.0000000000110	16.00	
	M2	19/06/2025	17/07/2025	0.0000000000124	17.00	17.00
	M3	19/06/2025	17/07/2025	0.0000000000139	18.00	
<b>ME3 (3%CC+4%CAL)</b>	M1	20/06/2025	18/07/2025	0.0000000000310	27.00	
	M2	20/06/2025	18/07/2025	0.0000000000334	28.00	26.67
	M3	20/06/2025	18/07/2025	0.0000000000266	25.00	
<b>ME4 (4%CC+5%CAL)</b>	M1	21/06/2025	19/07/2025	0.0000000000336	28.00	
	M2	21/06/2025	19/07/2025	0.0000000000312	27.00	27.53
	M3	21/06/2025	19/07/2025	0.0000000000327	27.60	

Fuente: Producción propia

### 6.2.2. Cuantificación de la variación de la absorción del concreto con cenizas de biomasa de café y cal.

La producción y el curado de las probetas de concreto hidráulico se llevó a cabo conforme a la norma NTP 339.183, con unas medidas de 30cm de altura y de diámetro 15 cm. Así que, conforme a la norma, se curaron en agua a una temperatura de  $23 \pm 2$  °C.

**Tabla 13: Preparación de muestras para absorción.**

Muestras	Dosificación % de cenizas de biomasa de café y cal	Cantidad de Muestras	Curado
100% Cemento		Absorción	Temperatura del agua
		28 días	°C.
MC	100%C+0%CC+0%CAL	3	
ME1	97%C+1%CC+2%CAL	3	
ME2	95%C+2%CC+3%CAL	3	$23 \pm 2$ °C
ME3	93%C+3%CC+4%CAL	3	
ME4	91%C+4%CC+5%CAL	3	

Fuente: Producción propia

**Tabla 14: Ensayo de absorción del concreto a los 28 días**

Diseño	Muestra	Fecha de Elaboración	Fecha Final	Absorción %	Absorción promedio %	Vacios %
MUESTRA CONTROL (0.0%)	M1	16/06/2025	14/07/2025	7.50		15.9
	M2	16/06/2025	14/07/2025	7.50	7.17	15.7
	M3	16/06/2025	14/07/2025	6.50		13.8
ME1(1%CC+2%CAL)	M1	17/06/2025	15/07/2025	6.90		14.8
	M2	17/06/2025	15/07/2025	6.70	7.03	14.4
	M3	17/06/2025	15/07/2025	7.50		15.9
ME2 (2%CC+3%CAL)	M1	19/06/2025	17/07/2025	7.00		15.2
	M2	19/06/2025	17/07/2025	6.70	6.90	14.4
	M3	19/06/2025	17/07/2025	7.00		15.9
ME3 (3%CC+4%CAL)	M1	20/06/2025	18/07/2025	7.10		15.3
	M2	20/06/2025	18/07/2025	7.00	7.00	15.2
	M3	20/06/2025	18/07/2025	6.90		14.6
ME4 (4%CC+5%CAL)	M1	21/06/2025	19/07/2025	7.00		14.9
	M2	21/06/2025	19/07/2025	7.70	7.10	16.2
	M3	21/06/2025	19/07/2025	6.60		14.1

Fuente: Producción propia

### 6.2.3. Estimación de la determinación de la cenizas de biomasa de café y cal en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico.

**Tabla 15:  $f'c$  - 07 días probetas**

Muestra N°	Descripción	Edad (Días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (KN)	Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) de Rotura
1	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	7	176.71	298.01	171.96		81.89%
2	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	7	176.71	310.22	179.01	173.66	85.24%
3	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	7	176.71	294.64	170.02		80.96%
4	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	7	176.71	333.85	192.64		91.73%
5	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	7	176.71	336.73	194.30	196.10	92.52%
6	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	7	176.71	348.98	201.37		95.89%
7	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	7	176.71	386.06	222.77		106.08%
8	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	7	176.71	379.03	218.71	220.63	104.15%
9	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	7	176.71	381.99	220.42		104.96%
10	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	7	176.71	307.24	177.29		84.42%
11	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	7	176.71	309.66	178.68	179.27	85.09%
12	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	7	176.71	315.13	181.84		86.59%
13	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	7	176.71	290.06	167.37		79.70%
14	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	7	176.71	297.94	171.92	169.28	81.87%
15	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	7	176.71	292.11	168.56		80.27%

Fuente: Producción propia

**Tabla 16:  $f'c$  - 14 días probetas.**

Muestra N°	Descripción	Edad (Días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (KN)	Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) de Rotura
1	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	14	176.71	335.42	193.55		92.17%
2	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	14	176.71	330.62	190.78	193.60	90.85%
3	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	14	176.71	340.48	196.47		93.56%

4	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	14	176.71	359.67	207.54		98.83%
5	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	14	176.71	361.50	208.60	210.29	99.33%
6	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	14	176.71	372.14	214.74		102.26%
7	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	14	176.71	430.45	248.38		118.28%
8	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	14	176.71	421.52	243.23	245.35	115.82%
9	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	14	176.71	423.62	244.44		116.40%
10	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	14	176.71	368.99	212.92		101.39%
11	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	14	176.71	375.55	216.70	212.38	103.19%
12	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	14	176.71	359.61	207.51		98.81%
13	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	14	176.71	325.00	187.54		89.30%
14	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	14	176.71	329.39	190.07	189.37	90.51%
15	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	14	176.71	330.12	190.49		90.71%

Fuente: Producción propia

**Tabla 17:** *fc* - 28 días probetas

Muestra N°	Descripción	Edad (Días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (KN)	Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) de Rotura
1	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	28	176.71	380.34	219.47		104.51%
2	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	28	176.71	384.01	221.59	221.88	105.52%
3	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	28	176.71	389.22	224.59		106.95%
4	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	28	176.71	428.41	247.21		117.72%
5	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	28	176.71	433.23	249.99	247.61	119.04%
6	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	28	176.71	425.66	245.62		116.96%
7	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	28	176.71	437.37	252.38		120.18%
8	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	28	176.71	441.68	254.86	256.24	121.36%
9	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	28	176.71	453.16	261.49		124.52%
10	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	28	176.71	392.90	226.72	225.66	107.96%

11	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	28	176.71	394.16	227.44		108.30%
12	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	28	176.71	386.17	222.83		106.11%
13	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	28	176.71	377.64	217.91		103.77%
14	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	28	176.71	383.95	221.55	217.61	105.50%
15	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	28	176.71	369.75	213.36		101.60%

Fuente: Producción propia

#### 6.2.4. Cálculo de la modificación de la cenizas de biomasa de café y cal en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico.

Tabla 18:  $f'_c$  - 7 días viguetas

Muestra N°	Identificación de la Muestra	Edad (Días)	Distancia entre Apoyos (cm)	Dimensiones (cm)			Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
				Largo	Ancho	Altura			
1	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	7	45	50.30	15.25	15.00	23.60	31.56	
2	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	7	45	50.40	15.30	15.10	23.72	31.20	31.40
3	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	7	45	50.30	15.25	15.10	23.83	31.45	
4	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	7	45	50.20	15.30	15.10	24.72	32.52	
5	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	7	45	50.30	15.25	15.00	24.03	32.14	32.24
6	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	7	45	50.40	15.30	15.10	24.37	32.05	
7	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	7	45	50.10	15.15	15.10	25.10	33.34	
8	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	7	45	50.40	15.20	15.15	24.98	32.86	33.36
9	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	7	45	50.20	15.10	15.20	25.77	33.89	
10	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	7	45	50.05	15.05	15.20	23.98	31.65	
11	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	7	45	50.50	15.00	15.15	24.09	32.11	31.85
12	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	7	45	50.30	15.05	15.00	23.45	31.78	
13	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	7	45	50.40	15.25	15.25	23.92	30.95	
14	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	7	45	50.40	15.10	15.10	23.10	30.79	30.99
15	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	7	45	50.30	15.15	15.20	23.82	31.23	

Fuente: Producción propia

**Tabla 19:  $f'_c$  - 14 días viguetas**

Muestra N°	Identificación de la Muestra	Edad (Días)	Distancia entre Apoyos (cm)	Dimensiones (cm)			Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
				Largo	Ancho	Altura			
1	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	14	45	50.2	14.95	15.05	24.86	33.69	
2	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	14	45	50.3	15.10	15.10	24.65	32.85	33.22
3	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	14	45	50.1	15.15	15.20	25.26	33.11	
4	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	14	45	50.2	15.25	15.05	26.01	34.55	
5	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	14	45	50.3	15.10	15.20	26.22	34.49	34.33
6	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	14	45	50.1	15.05	15.15	25.56	33.95	
7	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	14	45	50.1	15.05	15.00	25.97	35.19	
8	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	14	45	50.2	15.10	15.10	26.23	34.96	35.11
9	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	14	45	50	15.15	15.05	26.30	35.17	
10	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	14	45	50.4	15.15	15.25	25.92	33.76	
11	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	14	45	50.2	15.10	15.00	24.47	33.05	33.48
12	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	14	45	50.15	15.05	15.10	25.16	33.64	
13	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	14	45	50.25	15.05	15.15	24.44	32.47	
14	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	14	45	50.1	15.10	15.05	24.67	33.10	32.80
15	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	14	45	50.15	15.00	15.10	24.46	32.82	

Fuente: Producción propia

**Tabla 20:  $f'_c$  - 28 días viguetas**

Muestra N°	Identificación de la Muestra	Edad (Días)	Distancia entre Apoyos (cm)	Dimensiones (cm)			Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
				Largo	Ancho	Altura			
1	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	28	45	50.2	15.15	15.00	26.33	35.44	
2	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	28	45	50.3	15.35	15.00	26.40	35.08	35.27
3	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	28	45	50.15	15.2	15.00	26.31	35.30	
4	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	28	45	50.1	15.05	15.05	27.16	36.56	36.32

5	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	28	45	50.4	15.10	15.00	26.86	36.28	
6	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	28	45	50.3	15.15	15.10	27.20	36.13	
7	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	28	45	50.45	14.95	15.25	28.66	37.83	
8	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	28	45	50.4	15.00	15.30	28.30	36.98	37.46
9	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	28	45	50.1	15.15	15.20	28.66	37.57	
10	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	28	45	50.4	15.05	15.25	27.43	35.96	
11	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	28	45	50.3	15.00	15.00	26.98	36.68	36.23
12	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	28	45	50.2	15.10	15.10	27.06	36.06	
13	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	28	45	50.35	15.00	15.40	27.16	35.03	
14	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	28	45	50.3	15.10	15.25	26.80	35.02	35.00
15	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	28	45	50.25	15.05	15.15	26.31	34.95	

Fuente: Producción propia

### 6.2.5. Evaluación del impacto de la ceniza de biomasa de café y la cal sobre las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico.

En los experimentos de laboratorio, se elaboraron prismas y probetas cilíndricas de concreto hidráulico incorporando cenizas de biomasa de café y cal. En la siguiente tabla sintetiza los datos obtenidos.

**Tabla 21:** Resultado obtenidos de concreto modificado en laboratorio

Diseño	Permeabilidad (mm)	Absorción (%)	Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )			Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )		
	28 días	28 días	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días
<b>MC</b>	28.00	7.17	173.66	193.60	221.88	31.40	33.22	35.27
<b>ME 01</b>	26.67	7.03	196.10	210.29	247.61	32.24	34.33	36.32
<b>ME 02</b>	17.00	6.90	220.63	245.35	256.24	33.36	35.11	37.46
<b>ME 03</b>	26.67	7.00	179.27	212.38	225.66	31.85	33.48	36.23
<b>ME 04</b>	27.53	7.10	169.28	189.37	217.61	30.99	32.80	35.00

Fuente: Producción propia

### 6.3. Resultados de la Investigación

Los resultados están conforme al orden establecido en los objetivos específicos y generales.

#### 6.3.1. Resultado de la variación de la permeabilidad del concreto con cenizas de biomasa de café y cal.

Se desarrollo el ensayo con NTC 4483 “Método de ensayo para determinar la permeabilidad del concreto al agua”, para evaluar el concreto endurecido después de 28 días de curado, utilizando como adiciones cal y cenizas provenientes de biomasa de café.

**Tabla 22:** Resultados de la prueba de permeabilidad

Diseño	Coefficiente de permeabilidad (m/s)	Prof. De penetración promedio (mm)
MC	3.36E-11	28.00
1%CC+2%CAL	3.04E-11	26.67
2%CC+3%CAL	1.24E-11	17.00
3%CC+4%CAL	3.03E-11	26.67
4%CC+5%CAL	3.25E-11	27.53

Fuente: Producción propia

**Tabla 23:** Porcentaje de variación de la permeabilidad

Diseño	Ensayo de Permeabilidad				
	Control (C)	1%CC+2%CAL	2%CC+3%CAL	3%CC+4%CAL	4%CC+5%CAL
<b>Coefficiente de permeabilidad (m/s)</b>	3.36E-11	3.04E-11	1.24E-11	3.03E-11	3.25E-11
	<b>Grado de porcentaje (%)</b>				
	0.00%	-9.52%	-63.00%	-9.72%	-3.27%
<b>Profundidad de penetración (mm)</b>	28.00	26.67	17.00	26.67	27.53
	<b>Grado de porcentaje (%)</b>				
	0.00%	-4.76%	-39.29%	-4.76%	-1.67%

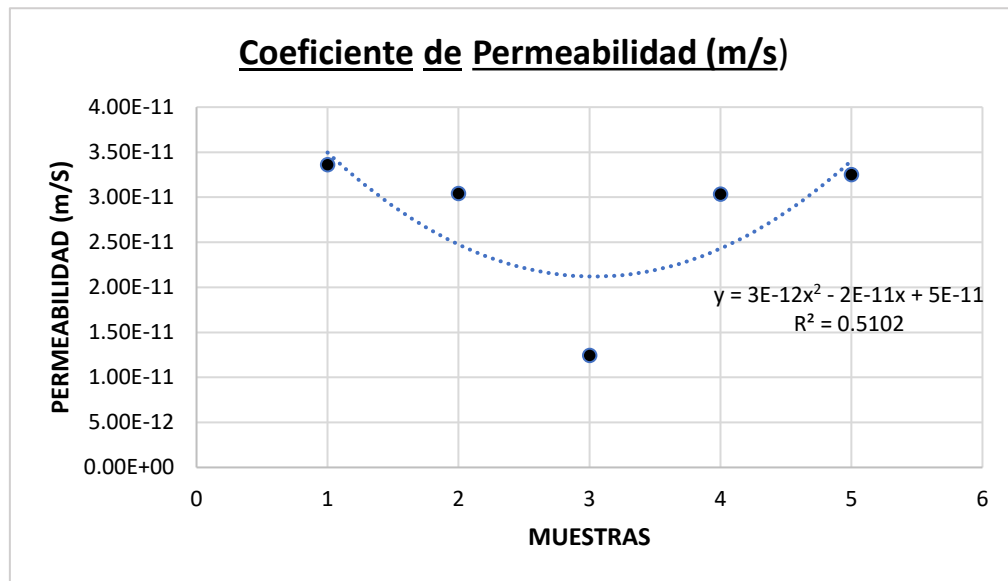
Fuente: Producción propia

#### Interpretación:

La tabla 23 muestra que a los 28 días la permeabilidad de un concreto hidráulico que ha sido modificado con cenizas de biomasa de café y cal se modifica, presentando valores de 3.04E-11, 1.24E-11, 3.03E-11 y 3.25E-11; mientras que la profundidad de

penetración ensayada para el mismo periodo oscila entre 26.67mm, 17.00mm, 26.67mm y 27.53mm para las muestras ME1 (1%CC+2%CAL), ME2 (2%CC+3%CAL), ME3 (3%CC+4%CAL) y ME4 (4%CC+5%CAL) de biomasa de café y cal respectivamente. Para la combinación ME2, se logró una permeabilidad mínima de 1.24E-11.

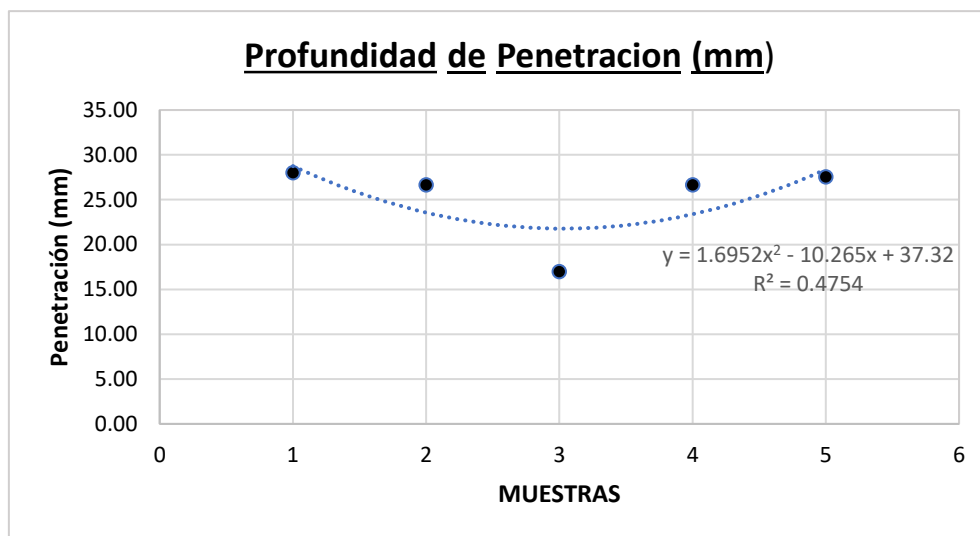
**Figura 5:** Comportamiento del coeficiente de permeabilidad



*Fuente : Producción propia*

En la figura 5, muestra el cambio en el coeficiente de permeabilidad y expone que, en la muestra ME1 (97%C+1%CC+2%CAL), la permeabilidad disminuye un 9.52%, para ME2 (95%C+2%CC+3%CAL) la permeabilidad baja en un 63.00%, para ME3 (93%C+3%CC+4%CAL) la permeabilidad baja en un 9.72 % y para ME4 (91%C+4%CC+5%CAL) en comparación con la muestra patron, la permeabilidad disminuye un 3.27%.

**Figura 6:** Comportamiento de la profundidad de penetración



Fuente: Producción propia

La figura 6, muestra qué tan profundo penetra el agua en el concreto que contiene cenizas de biomasa de café y cal, disminuye en 4.76%, 39.29%, 4.76% y 27.53%, para las muestras ME1 (97%C+1%CC+2%CAL), ME2 (95%C+2%CC+3%CAL), ME3 (93%C+3%CC+4%CAL), ME4 (91%C+4%CC+5%CAL) de cemento, cenizas de biomasa de café y cal respectivamente; se deduce que hay una relación directa entre la permeabilidad y el incremento de la ceniza de biomasa de café y cal, ya que todas las muestras ensayadas tienen una menor profundidad de penetración, así mismo se observa la menor cantidad de profundidad de penetración alcanzada fue 17 mm que resultó para la muestra experimental ME2.

### 6.3.2. Resultado de la variación en la absorción del concreto modificado con cenizas de biomasa de café y cal.

**Tabla 24:** Resultados de ensayo de Absorción

% Biomasa de café	% Cal	F'C	Absorción	Volumen de espacio poroso permeable	Decrecimiento
		kg/cm2	A%	vacíos %	%
0%	0%	210	7.17	15.13	-

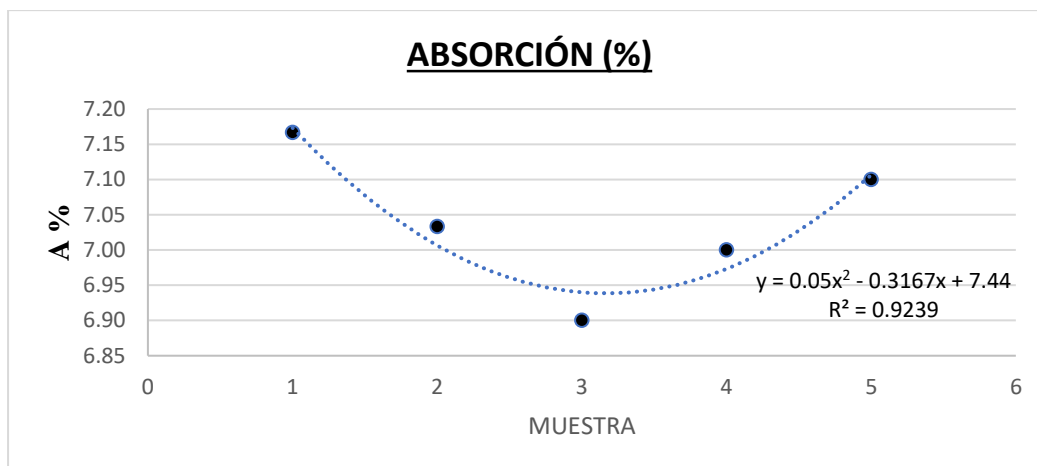
1%	2%	210	7.03	15.03	-1.86%
2%	3%	210	6.90	15.17	-3.72%
3%	4%	210	7.00	15.03	-2.33%
4%	5%	210	7.10	15.07	-0.93%

*Fuente: Producción propia*

### Interpretación:

La alteración en la absorción de un concreto hidráulico puede determinarse en la tabla 24. A los 28 días, la absorción de las muestras ME1 (97%C+1%CC+2%CAL), ME2 (95%C+2%CC+3%CAL), ME3 (93%C +3%CC+4%CAL) y ME4 (91%C+4%CC+5%CAL) de cemento, biomasa de café y cal respectivamente oscila entre 7.03%, 6.90%, 7.00% y 7.10%. La muestra ME2 presenta un valor favorable de 6.90%, que es un 3.72% más bajo que el de la muestra control al día 28. Asimismo, se notó un aumento del 15.17% en la cantidad de espacio poroso permeable, esto se debe a que hay espacios microscópicos que están repartidas en el concreto, lo que produce un concreto más durable frente a cambios drásticos de temperatura y previene que los líquidos superficiales penetren en él concreto.

*Figura 7: Absorción a los 28 días*



*Fuente: Producción propia*

### Interpretación

En la figura 7, se observa la variación en la absorción de un concreto hidráulico. A los 28 días, las muestras de ME1 (97%C + 1%CC + 2%CAL), ME2 (95%C + 2%CC + 3%CAL),

ME3 (93%C + 3%CC + 4%CAL) y ME4 (91%C + 4%CC + 5%CAL) presentan variaciones que oscilan entre el 7.03%, el 6.90%, el 7.00% y el 7.10%. Para la muestra ME2, que representa una reducción del 3.72 % respecto a la absorción de la muestra patrón, se obtiene un valor favorable de 6.90% después de los 28 días. Según los puntos de dispersión para las muestras mayores de ME4, existe una tendencia a incrementarse, lo que produce un aumento en el tamaño de los poros dentro del concreto.

### 6.3.3. Resultado de la influencia de la cenizas de biomasa de café y cal en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico.

*Tabla 25: Resultados de la resistencia a la compresión del concreto*

DISEÑO	Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )		
	7 días	14 días	28 días
MC	174	194	222
ME1	196	210	248
ME2	221	245	256
ME3	179	212	226
ME4	169	189	218

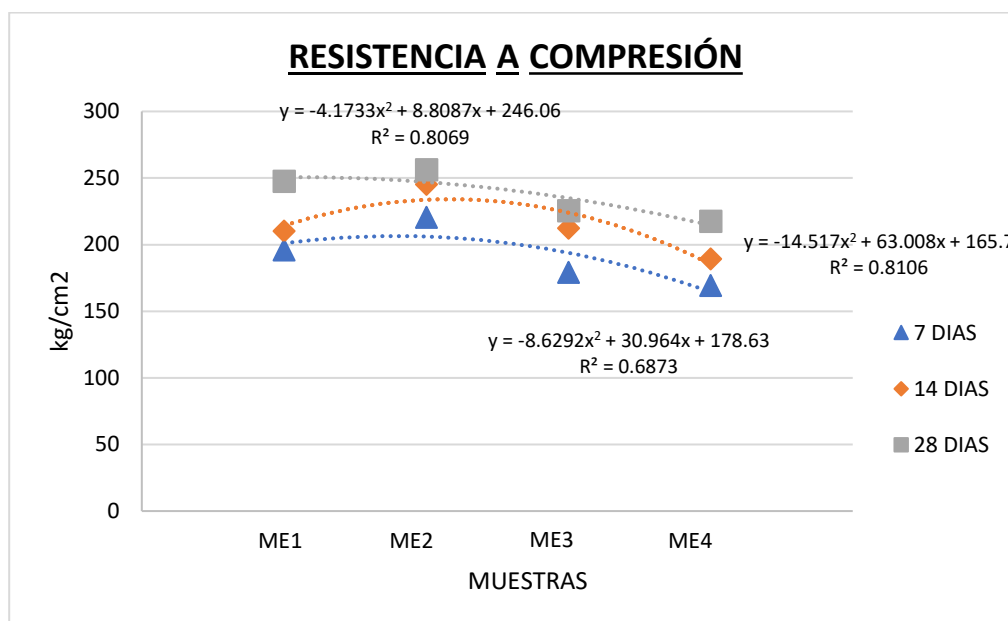
*Fuente: Producción propia*

#### **Interpretación:**

La tabla 25, muestra las oscilaciones en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico: entre los 7 días, se observan valores de 196.00, 221.00, 179.00 y 169 kg/cm<sup>2</sup>; entre los 14 días, de 210.00, 245.00, 212.00 y 189.00 kg/cm<sup>2</sup>; y entre los 28 días, de 248.00, 256.00, 226.00 y 218.00 kg/cm<sup>2</sup>. Estas variaciones corresponden a las muestras ME1 (97%C+1%CC+2%CAL), ME2 (95%C+2%CC+3%CAL), ME3 (93%C +3%CC+4%CAL) y ME4 (91%C+4%CC+5%CAL) que contienen cemento, ceniza de biomasa de café y cal respectivamente, la muestra ME2 alcanza el valor máximo a los 28 días, con una resistencia de  $f'c = 256$  kg/cm<sup>2</sup>.

Asimismo, el análisis químico realizado muestra que el esfuerzo del concreto aumenta debido al óxido de calcio que contienen las cenizas de biomasa de café y cal. Estos elementos reaccionan con el agua y el cemento cuando entran en contacto, creando nuevos enlaces de silicato cálcico.

**Figura 8:** Resistencia a la compresión a los 7,14,28 días



Fuente: Producción propia

### Interpretación:

En la figura 8, se aprecia la variación de la resistencia a la compresión del concreto hidráulico. En el séptimo día, esta varía entre 196.00 y 221.00 kg/cm<sup>2</sup>; en el decimocuarto día, entre 210.00 y 245.00 kg/cm<sup>2</sup>; y al llegar al vigésimo octavo día, oscila entre los valores de 248.00 y 256.00 kg/cm<sup>2</sup>. Estas mediciones corresponden a las muestras ME1 (97% C+1% CC+2% CAL), ME2 (95% C+2% CC+3% CAL), ME3 (93% C +3% CC+4% CAL) y ME4 (91% C+4% CC+5% CAL), que contienen cemento, ceniza de biomasa de café y cal respectivamente, la muestra ME2 alcanza el valor máximo a los 28 días, llega a una resistencia de  $f'_c = 256$  kg/cm<sup>2</sup>. Según los puntos de dispersión para las muestras mayores a la muestra ME3 tiene una inclinación a bajar, lo cual es perjudicial para el concreto.

### 6.3.4. Resultado de la influencia de la cenizas de biomasa de café y cal en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico.

**Tabla 26:** Resultado de la resistencia a la flexión

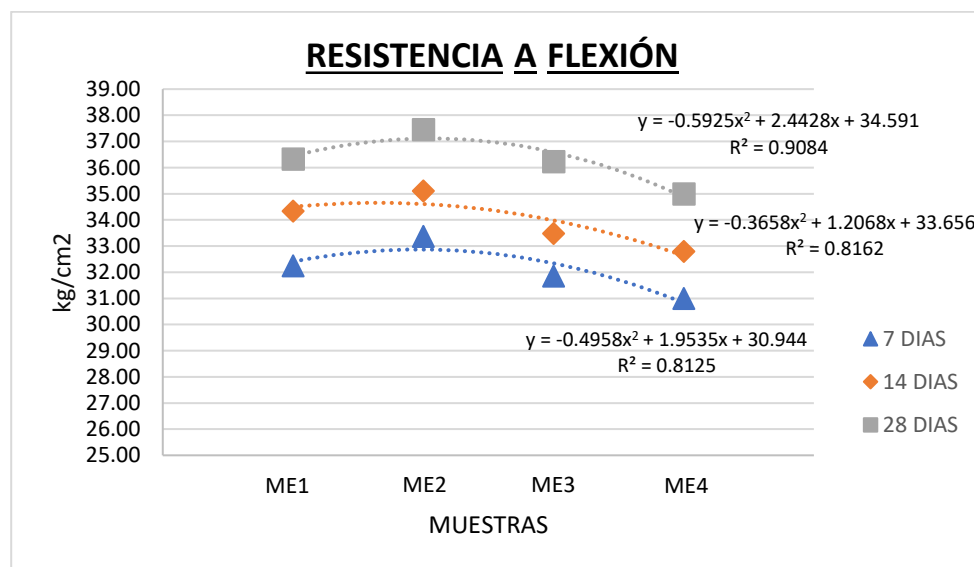
Diseño	Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )		
	7 días	14 días	28 días
MC	31.40	33.22	35.27
ME1	32.24	34.33	36.32
ME2	33.36	35.11	37.46
ME3	31.85	33.48	36.23
ME4	30.99	32.80	35.00

Fuente: Producción propia

**Interpretación:**

La tabla 26, se muestra la resistencia mecánica a la flexión del concreto hidráulico en las muestras, que varía entre 32.24, 33.36, 31.85 y 30.99 kg/cm<sup>2</sup> a los siete días; entre 34.33, 35.11, 33.48 y 32.80 kg/cm<sup>2</sup> a los catorce días; y entre 36.32, 37.46, 36.23 y 35.00 kg/cm<sup>2</sup> a los veintiocho días, para las dosificaciones ME1 (97% C+1% CC+2% CAL), ME2 (95% C +2% CC+3% CAL), ME3 (93% C+3% CC+4% CAL), ME4 (91% C+ 4% CC+5% CAL) de cemento, cenizas de biomasa de café y cal, llegando al valor más alto a los 28 días f'c= 37.46 kg/cm<sup>2</sup> para la dosificación de la ME2. Además, se muestra el aumento de la resistencia mecánica a la flexión debido a que las cenizas de biomasa de café contienen óxido de hierro en su composición química, lo que proporciona la flexibilidad indispensable para deformarse.

**Figura 9:** Resistencia a la flexión a los 7,14,28 días



Fuente: Producción propia

### Interpretación:

La figura 7 muestra que, al séptimo día, la resistencia a la flexión del concreto hidráulico varía entre 32.24 kg/cm<sup>2</sup> y 33.36 kg/cm<sup>2</sup>; a los catorce días, fluctúa entre 34.33 kg/cm<sup>2</sup> y 35.11 kg/cm<sup>2</sup>; y a las cuatro semanas, se mueve entre 36.32 kg/cm<sup>2</sup> y 37.46 kg/cm<sup>2</sup> en las muestras ME1 (97%C+1%CC+2%CAL), ME2 (95%C+2%CC+3%CAL), ME3 (93%C+3%CC+4%CAL) y ME4 (91%C+4%CC+5%CAL) de cemento, cenizas de biomasa de café y cal respectivamente, alcanzando el máximo valor a los 28 días  $f'c = 37.46$  kg/cm<sup>2</sup> para la muestra ME2. De acuerdo a los puntos de dispersión para las muestras superiores a la ME3 tiene una tendencia a disminuir, resultando desfavorable para el concreto.

### 6.3.5. Resultado de la influencia de las cenizas de biomasa de café y cal en propiedades físicas y mecánicas de concreto hidráulico.

*Tabla 27: Resumen de las propiedades físicas y mecánicas del concreto*

Diseño	Permeabilidad (mm)	Absorción (%)	Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )			Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )		
	28. día	28. día	7. día	14. día	28. día	7. día	14. día	28. día
MC	28.00	7.17	174	194	222	31.40	33.22	35.27
ME 1	26.67	7.03	196	210	248	32.24	34.33	36.32
ME 2	17.00	6.90	221	245	256	33.36	35.11	37.46
ME 3	26.67	7.00	179	212	226	31.85	33.48	36.23
ME 4	27.53	7.10	169	189	218	30.99	32.80	35.00

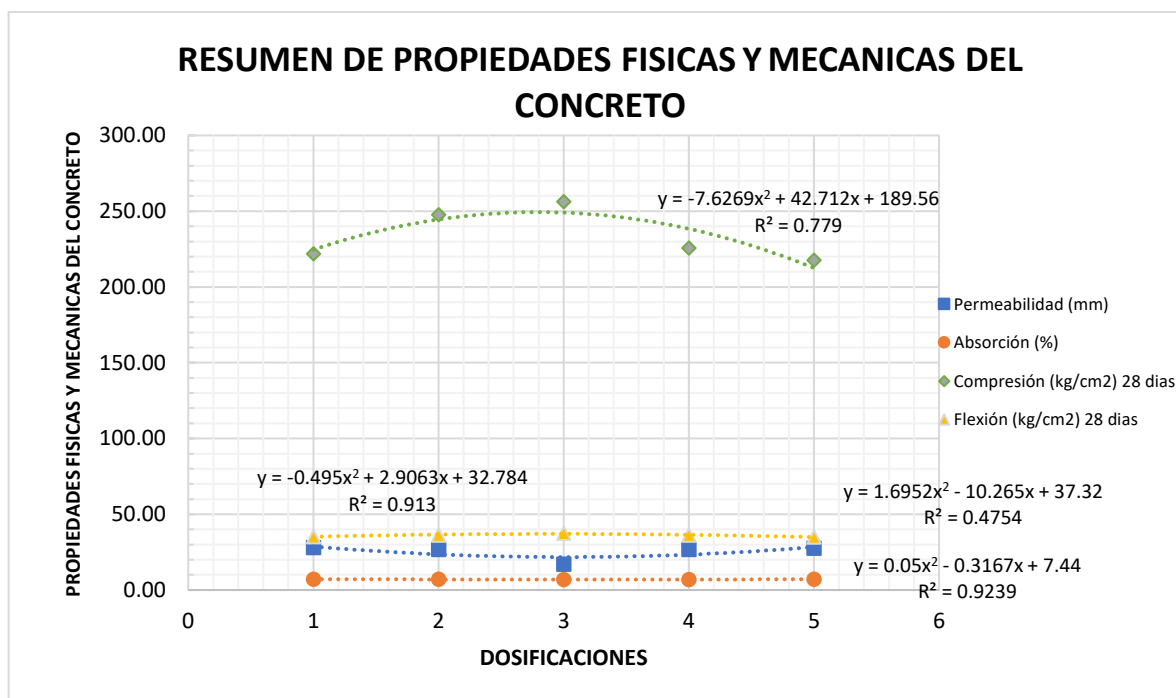
*Fuente: Producción propia*

### Interpretación:

La tabla 27 permite determinar la variación de las propiedades mecánicas y físicas del concreto, adquirido de estos resultados: para la permeabilidad, los datos oscilan entre 26.67mm, 17.00mm, 26.67mm, 27.53mm, siendo el óptimo de 17.00 mm para la muestra ME2. seguido, la absorción a los 28 días fue de 7.03%, 6.90%, 7.00% y 7.10%. El valor favorable de la absorción a los 28 días fue de 6.90%, lo que indica una disminución del 3.72% en comparación con la absorción patron. Después, la resistencia a la compresión a los 28 días oscila entre 248.00, 256.00, 226.00, 218.00 kg/cm<sup>2</sup>, siendo de 256 kg/cm<sup>2</sup> el valor más alto al llegar a los 28 días. Para concluir, la resistencia a la flexión 28 días después

varía entre las cifras de 36.23, 35.00, 36.32 y 37.46 kg/cm<sup>2</sup>; el valor más alto se da a los 28 días con un  $f'c = 37.46$  kg/cm<sup>2</sup>, para las muestras de ME1 (97% C+ 1% CC+2% CAL), ME2 (95% C+2% CC+3% CAL), ME3 (93% C+3% CC+4% CAL), ME4 (91% C+4% CC+5% CAL) de cemento, ceniza de biomasa de café y cal respectivamente, resultando ventajoso para el concreto hidráulico.

**Figura 10:** Resumen de las propiedades físicas y mecánicas del concreto



Fuente: Producción propia

### Interpretación:

La figura 10 permite establecer la oscilación de las propiedades mecánicas y físicas del concreto hidráulico, teniendo los siguientes resultados: para la permeabilidad, se registran los valores 26.67, 17.00, 26.67 y 27.53; el valor óptimo (17.00 mm) se alcanza en la muestra ME2. A continuación, la absorción a los 28 días fue de 7.03%, 6.90%, 7.00% y 7.10%. El valor favorable de la absorción a los 28 días fue de 6.90%, lo que indica una disminución del 3.72% en comparación con la absorción patrón. Después, la resistencia a la compresión del día 28 oscila entre los datos de 248.00, 256.00, 226.00 y 218.00 kg/cm<sup>2</sup>. El valor más alto se obtiene el día 28 con  $f'c = 256.00$  kg/cm<sup>2</sup>. Para concluir, la resistencia a la flexión 28 días después varía entre las cifras de 36.23, 35.00, 36.32 y 37.46 kg/cm<sup>2</sup>; el valor más

elevado es de  $f'c = 37.46 \text{ kg/cm}^2$ , para las muestras de ME1 (97%C+ 1%CC+2%CAL), ME2 (95%C+2%CC+3%CAL), ME3 (93%C+3%CC+4%CAL), ME4 (91%C+4%CC+5%CAL) de cemento, ceniza de biomasa de café y cal respectivamente. En fusión a los puntos de dispersión, para las dosificaciones que superan la ME2, se observa una inclinación a una menor absorción y permeabilidad, así como también a una resistencia a la flexión y compresión más baja; en consecuencia, tiene un efecto perjudicial para el concreto.

## 6.4. Contraste de hipótesis

Se utilizó el SPSS V.26 para llevar a cabo el contraste de hipótesis

### 6.4.1. Comportamiento de la permeabilidad del concreto con cenizas de biomasa de café y cal.

**Ho:** Las cenizas de biomasa de café y cal no influyen en el mejoramiento de la permeabilidad del concreto hidráulico en Satipo.

**H1:** Las cenizas de biomasa de café y cal influyen en el mejoramiento de la permeabilidad del concreto hidráulico en Satipo.

#### Evaluación de Normalidad

En caso de que los datos a estudiar sean menos de 50, se supone la prueba de Shapiro-Wilk.

**Tabla 28:** Prueba de normalidad para la permeabilidad

CENIZAS DE BIOMASA DE CAFE Y CAL		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro - Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PERMEABILIDAD	100% C +0%CC+0%CAL	,175	3	.	1,000	3	1,000
	97% C +1% CC+2%CAL	,292	3	.	,923	3	,463
	95% C +2% CC+3%CAL	,175	3	.	1,000	3	1,000
	93% C +3% CC+4%CAL	,253	3	.	,964	3	,637
	91% C +4% CC+5%CAL	,219	3	.	,987	3	,780

*Fuente: valores del SPSS 26*

**Interpretación:** En la tabla 28, todos los valores p son superiores a 0.05. Por lo tanto, empleamos la prueba estadística paramétrica y, en consecuencia, se usará la de Pearson para analizar el coeficiente de correlación.

#### Evaluación de coeficiente de correlación.

La prueba de Pearson se utilizará para el coeficiente de correlación, debido a que es una prueba estadística paramétrica.

**Tabla 29:** Correlación de cenizas de biomasa de café y cal con la permeabilidad

Correlaciones			
		CENIZAS DE BIOMASA DE CAFE Y CAL	PERMEABILIDAD
CENIZAS DE BIOMASA DE CAFE Y CAL	Correlación de Pearson	1	-,031
	Sig. (bilateral)		,913
	.N	15	15
PERMEABILIDAD	Correlación de Pearson	-,031	1
	Sig. (bilateral)	,913	
	.N	15	15

Fuente: valores del SPSS 26

**Interpretación:** La tabla 29, muestra que cada valor de significancia (valor p) son mayores a 0.05, lo que representa que no hay correlación entre los datos examinados. El coeficiente de correlación de Pearson obtenido fue de -0.031, lo que indica la existencia de una relación inversa entre las variables analizadas, evidenciando un grado de correlación muy bajo.

#### **Evaluación de análisis de varianza.**

Como es una prueba estadística de tipo paramétrico, se empleará la prueba ANOVA para el análisis de varianza.

**Tabla 30:** Prueba de ANOVA para la permeabilidad

ANOVA					
PERMEABILIDAD					
	Suma de cuadrados	gl	Media. cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,000254	4	0,000064	35,660	0,000007
Dentro de grupos	0,000018	10	0,000002		
Total	0,000272	14			

Fuente: valores del SPSS 26

**Conclusión:** En la tabla 30, se visualiza que cada valor de significancia (valor p) es mes que 0.05. por lo tanto, se niega la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna H1: Las cenizas de biomasa de café y cal influyen en el mejoramiento de la permeabilidad del concreto hidráulico en Satipo.

#### 6.4.2. Comportamiento de la absorción del concreto modificado con cenizas de biomasa de café y cal.

**Ho:** Las cenizas de biomasa de café y cal no influyen en el mejoramiento de la absorción del concreto hidráulico en Satipo.

**H1:** Las cenizas de biomasa de café y cal influyen en el mejoramiento de la absorción del concreto hidráulico en Satipo.

#### Evaluación de Normalidad

Cuando los datos que se van a estudiar son menores de 50, se utiliza la prueba de Shapiro-Wilk.

**Tabla 31:** Prueba de normalidad para la absorción

Pruebas de normalidad							
CENIZAS DE BIOMASA DE CAFE Y CAL	Kolmogorov - Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro - Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
100%C+0%CC+0%CAL	,328	3	.	,871	3	,298	
L							
ABSORCIÓN							
97%C+1%CC+2%CAL	,175	3	.	1,000	3	1,000	
95%C+2%CC+3%CAL	,219	3	.	,987	3	,780	
93%C+3%CC+4%CAL	,175	3	.	1,000	3	1,000	
91%C+4%CC+5%CAL	,276	3	.	,942	3	,537	

Fuente: valores del SPSS 26

**Interpretación:** La tabla 31, el análisis evidencia que los valores de significancia presentan un valor p superior a 0.05. En consecuencia, se optó por aplicar una prueba estadística paramétrica, seleccionándose la correlación de Pearson como método para determinar el coeficiente de relación entre las variables.

#### Evaluación de coeficiente de correlación.

Como es una prueba paramétrica estadística, se empleará la de Pearson para determinar la presente evaluación.

**Tabla 32:** Correlación de cenizas de biomasa de café y cal con la Absorción

Correlaciones			
		CENIZAS DE BIOMASA DE CAFE Y CAL	ABSORCIÓN N
CENIZAS DE BIOMASA DE CAFE Y CAL	Correlación de Pearson	1	,538*
	Sig. (bilateral)		,039
	N.	15	15
ABSORCIÓN	Correlación de Pearson	,538*	1
	Sig. (bilateral)	,039	
	N.	15	15

Fuente: valores del SPSS 26

**Interpretación:** La tabla 32, muestra que cada valor p son inferiores a 0.05, por lo que se puede concluir que existe una correlación entre los datos analizados. El coeficiente de correlación de Pearson es 0.538, lo que demuestra que la relación entre variables es directa y moderada.

#### Evaluación de análisis de varianza.

Como es una prueba estadística de tipo paramétrica, se empleará la evaluación de ANOVA para el análisis de varianza.

**Tabla 33:** Prueba de ANOVA para la absorción

ANOVA					
ABSORCIÓN					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,614	4	,154	6,993	,006
Dentro de grupos	,220	10	,022		
Total	,834	14			

Fuente: valores del SPSS 26

**Conclusión:** La tabla 33, muestra que todos los valores p son inferiores a 0.05. En consecuencia, se admite la hipótesis alterna H1: Las cenizas de biomasa de café y cal influyen en el mejoramiento de la absorción del concreto hidráulico en Satipo.

### 6.4.3. Comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto modificado con cenizas de biomasa de café y cal.

**Ho:** Las cenizas de biomasa de café y cal no influyen en el mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto hidráulico en Satipo.

**H1:** Las cenizas de biomasa de café y cal influyen en el mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto hidráulico en Satipo.

#### Evaluación De Normalidad

Cuando los datos que se van a estudiar son menores de 50, se supone la prueba de Shapiro-Wilk.

**Tabla 34:** Prueba de normalidad para la resistencia a la compresión

		Pruebas de normalidad					
CENIZAS DE BIOMASA DE CAFE Y CAL		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro - Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (7DIAS)	100%C+0%CC+0%CAL	,307	3	.	,903	3	,394
	97%C+1%CC+2%CAL	,318	3	.	,887	3	,344
	95%C+2%CC+3%CAL	,208	3	.	,992	3	,827
	93%C+3%CC+4%CAL	,267	3	.	,952	3	,578
	91%C+4%CC+5%CAL	,287	3	.	,930	3	,487
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (14 DIAS)	100%C+0%CC+0%CAL	,177	3	.	1,000	3	,971
	97%C+1%CC+2%CAL	,335	3	.	,858	3	,261
	95%C+2%CC+3%CAL	,299	3	.	,914	3	,433
	93%C+3%CC+4%CAL	,213	3	.	,990	3	,805
	91%C+4%CC+5%CAL	,337	3	.	,854	3	,252
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (28 DIAS)	100%C+0%CC+0%CAL	,212	3	.	,990	3	,811
	97%C+1%CC+2%CAL	,238	3	.	,976	3	,702
	95%C+2%CC+3%CAL	,282	3	.	,935	3	,509
	93%C+3%CC+4%CAL	,332	3	.	,864	3	,278
	91%C+4%CC+5%CAL	,196	3	.	,996	3	,878

Fuente: valores del SPSS 26

**Interpretación:** La tabla 34, el análisis evidencia que los valores de significancia (p) obtenidos son superiores a 0.05. En consecuencia, se procedió a aplicar una prueba estadística paramétrica, seleccionándose la correlación de Pearson como técnica adecuada para calcular el coeficiente de relación entre las variables.

### Evaluación de coeficiente de correlación.

Como es una prueba paramétrica estadística, se empleará la de Pearson para calcular el coeficiente de correlación.

**Tabla 35:** Correlación de cenizas de biomasa de café y cal con la Resistencia a la compresión

		Correlaciones			
		CENIZAS DE BIOMASA DE CAFE Y CAL	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (7 DIAS)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (14 DIAS)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (28 DIAS)
CENIZAS DE BIOMASA DE CAFE Y CAL	Correlación de Pearson	1	-,191	-,045	-,278
	Sig. (bilateral)		,496	,873	,316
	N	15	15	15	15
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (7DIAS)	Correlación de Pearson	-,191	1	,930**	,938**
	Sig. (bilateral)	,496		,000	,000
	N	15	15	15	15
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (14 DIAS)	Correlación de Pearson	-,045	,930**	1	,847**
	Sig. (bilateral)	,873	,000		,000
	N	15	15	15	15
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (28 DIAS)	Correlación de Pearson	-,278	,938**	,847**	1
	Sig. (bilateral)	,316	,000	,000	
	N	15	15	15	15

Fuente: valores del SPSS 26

**Interpretación:** En la tabla 35, se puede ver que todos los valores de significancia (valor p) son superiores a 0.05; en consecuencia, no hay correlación entre los datos examinados. El coeficiente de correlación de Pearson obtenido fue de -0.278, lo que evidencia una relación inversa entre las variables analizadas.

### Evaluación de análisis de varianza.

Como es una prueba estadística de tipo paramétrico, se empleará la prueba ANOVA para el análisis de varianza.

**Tabla 36: Prueba de ANOVA para la resistencia a la compresión**

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (7DIAS)	Entre grupos	5287,338	4	1321,834	111,957	0.00000002
	Dentro de grupos	118,066	10	11,807		
	Total	5405,404	14			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (14 DIAS)	Entre grupos	5849,570	4	1462,393	134,559	0.00000001
	Dentro de grupos	108,680	10	10,868		
	Total	5958,251	14			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (28 DIAS)	Entre grupos	3494,291	4	873,573	77,059	0.0000001
	Dentro de grupos	113,364	10	11,336		
	Total	3607,655	14			

Fuente: valores del SPSS 26

**Conclusión:** En la tabla 36, se observa que todos los valores de significancia (valor p) es menor que 0.05. por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna H1: Las cenizas de biomasa de café y cal influyen en el mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto hidráulico en Satipo.

#### 6.4.4. Comportamiento de la resistencia a la flexión del concreto modificado con cenizas de biomasa de café y cal.

**Ho:** Las cenizas de biomasa de café y cal no influyen en el mejoramiento de la resistencia a la flexión del concreto hidráulico en Satipo.

**H1:** Las cenizas de biomasa de café y cal influyen en el mejoramiento de la resistencia a la flexión del concreto hidráulico en Satipo.

#### Evaluación de Normalidad

Cuando los datos a estudiar son menores de 50, se supone la prueba de Shapiro-Wilk.

**Tabla 37: Prueba de normalidad para la resistencia a la flexión**

Pruebas de normalidad
-----------------------

	CENIZAS DE BIOMASA DE CAFE Y CAL	Kolmogorov - Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro - Wilk		
		Estadísti	gl	Si	Estadísti	gl	Sig.
		co		g.	co		
RESISTEN CIA A LA FLEXIÓN (7 DIAS)	100%C+0%CC+0%CAL	,267	3	.	,952	3	,578
	97%C+1%CC+2%CAL	,317	3	.	,887	3	,346
	95%C+2%CC+3%CAL	,185	3	.	,998	3	,925
	93%C+3%CC+4%CAL	,277	3	.	,941	3	,530
	91%C+4%CC+5%CAL	,238	3	.	,976	3	,702
RESISTEN CIA A LA FLEXIÓN (14 DIAS)	100%C+0%CC+0%CAL	,265	3	.	,954	3	,587
	97%C+1%CC+2%CAL	,353	3	.	,824	3	,174
	95%C+2%CC+3%CAL	,357	3	.	,815	3	,150
	93%C+3%CC+4%CAL	,327	3	.	,873	3	,303
	91%C+4%CC+5%CAL	,196	3	.	,996	3	,878
RESISTEN CIA A LA FLEXIÓN (28 DIAS)	100%C+0%CC+0%CAL	,225	3	.	,984	3	,756
	97%C+1%CC+2%CAL	,245	3	.	,970	3	,670
	95%C+2%CC+3%CAL	,266	3	.	,952	3	,579
	93%C+3%CC+4%CAL	,338	3	.	,852	3	,246
	91%C+4%CC+5%CAL	,343	3	.	,842	3	,220

Fuente: valores del SPSS 26

**Interpretación:** La tabla 37, indica que los datos de significancia (valor p) es superior a 0.05 en todos los casos. Por ende, empleamos la prueba estadística paramétrica, en consecuencia, se usará la de Pearson para determinar el análisis de correlación.

#### Evaluación de coeficiente de correlación.

Como es una prueba estadística paramétrica, se empleará la de Pearson para determinar la evaluación.

**Tabla 38:** Correlación de cenizas de biomasa de café y cal con la Resistencia a la flexión

Correlaciones			
CENIZAS DE BIOMASA	RESISTEN	RESISTEN	RESISTEN
	CIA A LA	CIA A LA	CIA A LA
	FLEXIÓN	FLEXIÓN	FLEXIÓN
	(7 DIAS)	(14 DIAS)	(28 DIAS)

DE CAFE Y CAL					
CENIZAS DE BIOMASA DE CAFE Y CAL	Correlación de Pearson	1	-,202	-,273	-,100
	Sig. (bilateral)		,470	,324	,724
	N	15	15	15	15
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (7 DIAS)	Correlación de Pearson	-,202	1	,906**	,961**
	Sig. (bilateral)	,470		,000	,000
	N	15	15	15	15
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (14 DIAS)	Correlación de Pearson	-,273	,906**	1	,878**
	Sig. (bilateral)	,324	,000		,000
	N	15	15	15	15
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (28 DIAS)	Correlación de Pearson	-,100	,961**	,878**	1
	Sig. (bilateral)	,724	,000	,000	
	N	15	15	15	15

*Fuente: valores del SPSS 26*

**Interpretación:** La tabla 38, muestra que cada valor de significancia (valor p) superan el 0.05, lo que representa la falta de correlación entre los datos estudiados. El coeficiente de correlación de Pearson es -1.00, lo que significa que hay una relación inversa entre las variables y que el grado de esta es muy alto.

#### **Prueba de análisis de varianza.**

Como es una prueba estadística de tipo paramétrico, se empleará la prueba ANOVA para el análisis de varianza.

**Tabla 39: Prueba de ANOVA para la resistencia a la flexión**

ANOVA					
	Suma.de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	9,928	4	2,482	26,531	0,000026

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (7 DIAS)	Dentro de grupos	,935	10	,094		
	Total	10,863	14			
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (14 DIAS)	Entre grupos	10,304	4	2,576	23,231	0,000048
	Dentro de grupos	1,109	10	,111		
	Total	11,413	14			
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (28 DIAS)	Entre grupos	11,405	4	2,851	33,601	0,000009
	Dentro de grupos	,849	10	,085		
	Total	12,254	14			

*Fuente: valores del SPSS 26*

**Conclusión:** Se aprecia en la tabla 39, que el valor de significancia (valor p) es inferior a 0.05 en todos los casos. En consecuencia, se admite la hipótesis alterna H1: Las cenizas de biomasa de café y cal influyen en el mejoramiento de la resistencia a la flexión del concreto hidráulico en Satipo.

## 6.5. Discusiones

### Discusión 1

El coeficiente de permeabilidad del concreto hidráulico modificado con cal y cenizas de biomasa de café a los 28 días oscila entre  $3.04E-11$ ,  $1.24E-11$ ,  $3.03E-11$ ,  $3.25E-11$ ; mientras que la profundidad de penetración medida a los 28 días varía entre 26.67mm, 17.00mm, 26.67mm y 27.53mm para las muestras ME1 (97%C+1%CC+2%CAL), ME2 (95%C+2%CC+3%CAL), ME3 (93%C+3%CC+4%CAL) y ME4 (91%C+4%CC+5%CAL) de cemento, cal y cenizas de biomasa de café respectivamente. Para la combinación ME2, se obtuvo una permeabilidad mínima de  $1.24E-11$ . En este sentido las cenizas de biomasa de café y cal en la combinación de la muestra ME2 ejercen una influencia importante en la permeabilidad del concreto. Según el análisis estadístico, según ANOVA para determinar el análisis de varianza donde el valor  $p=0.000007 < 0.05$ ; en esa dirección, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la nula, así que se deduce que las cenizas de biomasa de café y cal tienen un efecto positivo en el aumento de la permeabilidad del concreto hidráulico en Satipo.

Según (Villafuerte, 2022), citado como antecedente nacional estima la variación de la permeabilidad del concreto con adición de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica, identifico que la menor permeabilidad del concreto se produjo en la combinación (90%C - 6%E - 4%CR) de cemento, escoria y cenizas de cartón reciclado respectivamente, este comportamiento es similar a lo encontrado en la presente investigación, donde el menor valor de coeficiente permeabilidad fue de  $7.16E-11$ , siendo el valor semejante a nuestro resultado.

Según (NTC 4483, 1998), citado como antecedente internacional, donde la permeabilidad del concreto se estima en permeabilidad media cuando es E-12 a E-10, se logró identificar que nuestro valor favorable alcanzado de permeabilidad se encuentra dentro de este rango, se puede determinar que se logró el objetivo 1 de las tesis.

### Discusión 2

Los resultados del ensayo a la absorción se obtuvieron tras 28 días para las dosificaciones ME1, ME2, ME3 y ME4, que fueron 7.03%, 6.90%, 7.00% y 7.10%, respectivamente; el mejor valor fue para la muestra ME2, con un porcentaje de absorción de 6.90%. Esto implica una disminución del 3.72% respecto a la muestra control de absorción. Según los

puntos de dispersión para las muestras que superan la ME2, se observa una tendencia creciente, lo que provoca que el concreto contenga más poros. La combinación de ME2 con cenizas de biomasa de café y cal afecta de manera notable la absorción del concreto. Según el análisis estadístico, según ANOVA para determinar el análisis de varianza donde el valor  $p=0.006 < 0.05$ ; en tal sentido se descarta la hipótesis nula y se valida la hipótesis alterna, así que se llega a la conclusión de que las cenizas de biomasa de café y cal tienen un impacto positivo en el aumento de absorción del concreto hidráulico en Satipo.

Al respecto (Pacco Chua, 2021), se identificó que con la adición de mucilago de waraco para el concreto en el ensayo a la absorción, se obtuvo mejor resultado en la adición de 2% de mucilago de waraco, se reflejó un incremento significativo en los valores de las propiedades físicas y mecánicas del concreto, en el ensayo a la absorción se tuvo un decrecimiento de 2.66% respecto a la muestra patrón. Se puede concluir que se cumplió el objetivo 2 de la tesis.

Según (Marin, 2023), concluye que con la adición de fibra de vidrio de 2% se obtuvo un valor favorable para la absorción de 7.251%, donde demuestra que si se agregada mas fibra de vidrio la absorción aumenta, se puede determinar que se logró el objetivo 2 de las tesis.

### **Discusión 3**

Para el ensayo de resistencia a la compresión, se emplearon probetas cilíndricas, se logró un resultado notable a los 28 días con una dosificación de 95% cemento, 2% ceniza de biomasa de café y 3% cal. La ME2 alcanzó un máximo valor de 256 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la muestra control llegó a los 222 kg/cm<sup>2</sup>. Esta última superó el esfuerzo mínimo de diseño establecido por la norma E060, considerando que el diseño  $f'c$  es igual a 210 kg/cm<sup>2</sup>. Las cenizas de biomasa de café y cal, en la mezcla ME2, tienen un impacto considerable en la resistencia a la compresión del concreto. Según el análisis estadístico, según ANOVA para determinar el análisis de varianza donde el valor  $p=0.0000001 < 0.05$ ; con respecto a lo anterior, se acepta la hipótesis alterna y se descarta la nula, de modo que se determina que las cenizas de biomasa de café y cal tienen un efecto positivo en el fortalecimiento de la resistencia a la compresión del concreto hidráulico en Satipo.

Al respecto (Molocho Tiquillahuanca, 2020), encontró que al añadir un 5% de ceniza se mejora el esfuerzo del concreto, mientras sean de cinco, diez y quince por ciento de

cascarilla de café no alcanzaron un esfuerzo óptimo. Concluyeron que un menor porcentaje de cascarilla de café mejora la trabajabilidad del concreto en estado fresco y además contribuye a una mayor resistencia.

Asimismo (Mayhua Ruiz, 2022), mostraron que la utilización de ceniza de cascarilla de café incrementa el esfuerzo a la compresión en un 19.89%, en conclusión, el mejor desempeño se obtuvo con 1% de ceniza de café como reemplazo. Se puede concluir que se logró el objetivo 3 de la tesis.

#### **Discusión 4**

En el ensayo de resistencia a la flexión, se usaron viguetas prismáticas, a los 28 días, logramos un resultado significativo con una mezcla de 95% de cemento, 2% de ceniza de biomasa de café y 3% de cal; en la ME2 se alcanzó un máximo valor de 37.46 kg/cm<sup>2</sup> y para la muestra control llegó a 35.27 kg/cm<sup>2</sup>, lo que es superior al mínimo requerido por la norma E060– ASTM C-78 (25kg/cm<sup>2</sup>). En consecuencia, la mezcla de la muestra ME2 que contiene cenizas de biomasa de café y cal tiene un impacto importante en la resistencia a la flexión del concreto. Según el análisis estadístico, según ANOVA para determinar el análisis de varianza donde el valor  $p=0.000009 < 0.05$ ; en tal sentido se admite la hipótesis alterna y se descarta la hipótesis nula, por lo que se determina que las cenizas de biomasa de café y cal contribuyen a mejorar la resistencia a la flexión del concreto hidráulico en Satipo.

Según (Mayhua Ruiz, 2022), determinaron que la utilización de ceniza de cascarilla de café incrementa el esfuerzo a la flexión en un 2.10% en confrontación con el concreto de referencia. Concluyeron que un menor porcentaje de cascarilla de café mejora la trabajabilidad del concreto en estado fresco y además contribuye a una mayor resistencia. Asimismo (Mendieta Pisco, 2022), comprobó que un 5% de ceniza de cascarilla de café es el porcentaje ideal para lograr un concreto ligero con una resistencia a la flexión adecuada. Se puede concluir que se logró el objetivo 4 de la tesis.

#### **Discusión 5**

En este estudio, se ha combinado la ceniza de biomasa del café con cal en diferentes proporciones para determinar cuál es el mejor porcentaje para influir en la variación de

las propiedades mecánicas y físicas del concreto. Los resultados fueron los siguientes: la permeabilidad osciló entre 26.67mm, 17.00mm, 26.67mm y 27.53mm, logrando un valor óptimo de 17.00 mm con la muestra ME2. A continuación, la absorción a los 28 días resultó de 7.03%, 6.90%, 7.00% y 7.10%. El valor favorable de la absorción a los 28 días fue de 6.90%, lo que indica una disminución del 3.72% en comparación con la absorción control. Después, la resistencia a la compresión a los 28 días oscila entre los datos de 248.00, 256.00, 226.00 y 218.00 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo el valor más alto de  $f'_c=256.00$  kg/cm<sup>2</sup>. Por último, la resistencia a la flexión después de 28 días oscila entre 36.32, 37.46, 36.23 y 35.00 kg/cm<sup>2</sup>, siendo el valor más alto  $f'_c = 37.46$  kg/cm<sup>2</sup>, para las muestras de ME1 (97%C+1%CC+2%CAL), ME2 (95%C+2%CC+3%CAL), ME3 (93%C+3%CC+4%CAL), ME4 (91%C+ 4%CC+5%CAL) de cemento, ceniza de biomasa de café y cal respectivamente, siendo beneficioso para el concreto hidráulico.

Al respecto (Villafuerte, 2022), concluye que Las propiedades del concreto hidráulico con 3% escoria y 8% cenizas de cartón reciclado es la mejor dosificación que da el mejor resultado a los 28 días tanto para resistencia a compresión de 295 kg/cm<sup>2</sup> como a flexión de 31,62 kg/cm<sup>2</sup>.

En el aspecto internacional según (Aizpurúa, Moreno, & Caballero, 2019) donde concluyo que el concreto de alta resistencia, enriquecido con cenizas de cáscara de huevo, presentó una mejora en el esfuerzo a la compresión. Esto se debe a la elevada cantidad de óxido de calcio (CaO) que contiene la ceniza, un elemento esencial en el establecimiento de la composición cementantes que refuerzan el cemento. La cantidad óptima de ceniza de cáscara de huevo es de 1.5%. Se puede concluir que se alcanzó el propósito general de la tesis.

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES:

#### Conclusión 1:

El coeficiente de permeabilidad del concreto hidráulico modificado con cal y cenizas de biomasa de café a los 28 días oscila entre 3.04E-11, 1.24E-11, 3.03E-11, 3.25E-11; mientras que la profundidad de penetración medida a los 28 días varía entre 26.67mm, 17.00mm, 26.67mm y 27.53mm para las muestras ME1 (97%C+1%CC+2%CAL), ME2 (95%C+2%CC+3%CAL), ME3 (93%C+3%CC+4%CAL) y ME4 (91%C+4%CC+5%CAL) de cemento, cal y cenizas de biomasa de café respectivamente. Para la combinación ME2, se obtuvo una permeabilidad mínima de 1.24E-11. Así mismo el análisis estadístico, según ANOVA para determinar el análisis de varianza donde el valor  $p=0.000007 < 0.05$ ; en esa dirección, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la nula, así que se deduce que las cenizas de biomasa de café y cal tienen un efecto indudable en el incremento de la permeabilidad del concreto hidráulico en Satipo.

#### Conclusión 2:

La absorción del concreto hidráulico varió con las dosificaciones de ceniza de biomasa de café y cal, para la ME2 (95% de cemento, 2% de ceniza de biomasa de café y 3% de cal) logro alcanzar un valor favorable de 6.90 a la edad de 28 días de curado, que refleja un 3.72% menos que la absorción de la muestra control. Produciendo así un concreto más durables antes cambios ásperos de temperatura y frenar que los fluidos externos penetren el concreto y provoquen grietas. El análisis estadístico, según ANOVA para determinar el análisis de varianza donde el valor  $p=0.006 < 0.05$ ; en tal sentido se descarta la hipótesis nula y se valida la hipótesis alterna, así que se concluye que las cenizas de biomasa de café y cal tienen un impacto positivo en el aumento de absorción del concreto hidráulico en Satipo.

#### Conclusión 3:

La resistencia a la compresión varió significativamente a causa de la adición de ceniza de biomasa de café y cal, la mayor resistencia a la compresión lo alcanzo a los 28 días correspondiente a la mezcla ME2 (95% de cemento, 2% ceniza de biomasa de café y 3% cal) alcanzando un valor

máximo de 256 kg/cm<sup>2</sup>, que es 15,32% mayor al resultado de la muestra control. Según el análisis estadístico, según ANOVA para determinar el análisis de varianza donde el valor  $p=0.0000001 < 0.05$ ; con respecto a lo anterior, se acepta la hipótesis alterna y se descarta la nula, de modo que se determina que las cenizas de biomasa de café y cal tienen un efecto positivo en el fortalecimiento de la resistencia a la compresión del concreto hidráulico en Satipo.

#### **Conclusión 4:**

La resistencia a flexión se alteró debido a las dosificaciones de la ceniza de biomasa de café y cal, donde la máxima resistencia a la flexión fue de 37.46 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, correspondiente a la ME2 (95% de cemento, 2% de ceniza de biomasa de café y 3% de cal), que representa un 6.21% más que el resultado de la muestra control. Para el análisis estadístico, según ANOVA para determinar el análisis de varianza donde el valor  $p=0.000009 < 0.05$ ; en tal sentido se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, por lo que se concluye que las cenizas de biomasa de café y cal influyen en el mejoramiento de la resistencia a la flexión del concreto hidráulico en Satipo.

#### **Conclusión 5:**

Las propiedades mecánicas y físicas del concreto hidráulico con 2% de ceniza de biomasa de café y 3% cal, representan la mejor dosificación, dando resultados favorables para el concreto, tanto para las propiedades físicas (permeabilidad y absorción) y propiedades mecánicas (resistencia a la compresión y resistencia a la flexión), así mismo se comprobó que al agregarse más porcentaje de ceniza de biomasa de café y cal superior a la ME2 se observa que las propiedades comienzan a ser desfavorables para el concreto.

## **RECOMENDACIONES:**

### **Recomendación 1:**

Se recomienda sustituir el cemento en una proporción de 2% ceniza de biomasa de café + 3% cal, ya que al realizar esta combinación se alcanza un valor favorable de impermeabilidad del concreto, con combinaciones superiores se genera incrementos a la permeabilidad. Las cenizas de biomasa de café deben ser sometidas a un proceso de tamizado por la malla N°200 antes de la mezcla.

### **Recomendación 2:**

Se sugiere usar la proporción de 2% ceniza de biomasa de café + 3% cal, con esta dosificación se obtiene un concreto más duradero y así evitar que fluidos externos ingresen al concreto, se comprueba que al incrementar las dosificaciones superiores a la ME2, la absorción comienza a ser desfavorable para el concreto.

### **Recomendación 3:**

Se sugiere utilizar la ME2 (95% cemento+2% biomasa de café +3% cal), ya que se alcanza el mayor valor de la resistencia a la compresión del concreto, cuando se aumenta las dosificaciones, la resistencia a la compresión disminuye, siendo perjudicial para el concreto.

### **Recomendación 4:**

Se recomienda usar la ME2 (95% cemento+2% biomasa de café +3% cal), ya que se alcanza el mayor valor de la resistencia a la flexión del concreto, cuando se incrementa las dosificaciones, la resistencia a la flexión disminuye.

### **Recomendación 5:**

Se sugiere que para contribuir con las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico, se sugiere usar la muestra ME2 (95% cemento + 2% biomasa de café + 3% cal). Si se aumenta dicha dosificación, es probable que las propiedades físicas (la absorción y la permeabilidad) y mecánicas (la resistencia a la compresión y a la flexión) tiendan a perder los valores óptimos para el concreto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 339.187, N. (2018). *METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD, ABSORCION Y PORCENTAJE DE VACIOS EN CONCRETO ENDURECIDO*. LIMA.
- Afelma. (1 de setiembre de 2021). *Afelma*. Obtenido de Afelma: <https://afelma.org/cumplir-con-los-ods-debe-ser-una-prioridad-para-la-construccion/>
- Aizpurúa, L. I., Moreno, G. M., & Caballero, K. (2019). Estudio del concreto de alta resistencia con el uso de cenizas de materiales orgánicos y polímeros. *Revista UTP*.
- Amigó, J. R. (2013). *APORTACIONES AL CONOCIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DEFORMACIONAL DE PASTAS DE CAL*. Barcelona: tesis Doctoral.
- Ander-Egg, E. (1995). *Tecnicas de Investigacion Social*. Buenos Aires: LUMEN.
- Castillo, F. A. (2008). *Tecnologia del Concreto*. lima: Editorial San Marcos.
- Coffea. (2005).
- Coral Patiño, J. A. (2019). Comportamiento del concreto con cascarilla de café y posibilidades ante textura y color. *Comportamiento del concreto con cascarilla de café y posibilidades ante textura y color*. Universidad Nacional de Colombia, Bogota.
- Cutiño, E. M., Tort, D. S., & Medina, M. P. (2018). Caracterización de la biomasa vegetal cascarilla de café. *Scielo*.
- Diaz Jimenez, P. A. (2020). Efectividad del uso de la ceniza de la Termopaipa como sustituto del cemento en la fabricación del concreto. *Trabajo de grado para optar por el titulo*. Universidad Santo Tomas, Tunja.
- gob.pe. (2024). Consumo interno de cemento se incrementó 7,46% en abril del año 2024. *gob.pe*.
- Gonzales, J. I. (2021). *Diseño y Metodologia de la Investigacion* . Arequipa: ENFOQUES CONSULTING EIRL.
- Gusman, D. S. (2001). *Tecnologia del concreto y del mortero*. santa fe de Bogota: Bhandar Editores LTDA.
- Hernandez, 2. (2014). *Metodologia de la investigacion*. Juarez: McGRAW - HILL INTERAMERICANA DE MEXICO, S.A.
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. (s.f.). *CONCEPTOS BASICOS DEL CONCRETO- PROPIEDADES DEL CONCRETO*. EDITORIAL IMCYC.
- KERLINGER, F. N. (2002). *INVESTIGACION DEL COMPORTAMIENTO* (Vol. 4TA). CHILE: McGRAW KILL.

- Marin, D. J. (2023). “*RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL CONCRETO 280 KG/CM2 CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE VIDRIO EN 2%, 3% Y 4%, CAJAMARCA*”. cajamarca.
- Mariseli Angaspilco Llamo, J. C. (2021). Uso de cenizas de carbón para mejorar la resistencia a la compresión del concreto. *CIENCIA NORANDINA*, 14.
- Mayhua Ruiz, I. (2022). Influencia de la ceniza de cascarilla de café en las propiedades de resistencia del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022. *TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL*. Universidad Cesar Vallejo, LIMA.
- Mendieta Pisco, R. E. (2022). Ceniza de cascarilla de café como adición para mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto estructura. *Para optar el título profesional de Ingeniera Civil*. Universidad Ricardo Palma, Lima.
- Molocho Tiquillahuanca, J. (2020). Adición de la cascarilla de café y sus cenizas para Mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, en las viviendas económicas de Moyobamba – 2020. *TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL*. Universidad César Vallejo, Moyobamba.
- Monsalve, E. J. (2019). Comportamiento del concreto ante la. *Mundo Fesc vol. 10.*, 203-205.
- NTC 4483. (1998). *METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA*. BOGOTA: ICONTEC.
- NTP 339.034. (2008). *orma tecnica peruana 339.034*. Lima: Comision de Reglamentos Tecnicos y Comerciales.
- NTP 339.078. (2012). *Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo*. Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias.
- Ñaupas, Mejia, Novoa, & Villagomez. (2014). *Metodologia de la Investigacion 4ta edicion* . Bogota: Ediciones de la U.
- Ñaupas, Valdivia, Palacios, & Romero. (2018). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN 5ta edición* . BOGOTA: Ediciones de la U.
- Omen. (2011).
- Ortiz Cofles, J. D., Rojas Montoya, A. C., & Triana Suárez, J. J. (2021). Comportamiento del mortero y el concreto hidráulicos con adición de ceniza de cascarilla de café. *Tesis de Pre Grado*. Universidad Cooperativa de Colombia, Tolima.

- Pacco Chua, J. J. (2021). *Propiedades físicas y mecánica del concreto hidráulico modificado con mucilago de waraco para pavimentos rígidos, Macusani, Puno 2021.* puno.
- Patiño, A. J. (2019). Comportamiento del concreto con cascarilla. *tesis.* Universidad Nacional de Colombia, Bogota.
- Quirós, C. D. (2018). *Evaluación de la incidencia de la zona geográfica de Costa Rica en la composición fisicoquímica de la broza de café para su potencial uso en sistemas de gasificación de lecho descendente.* san jose, costa rica: Ciudad Universitaria Rodrigo Facio.
- Rivero, D. S. (2008). *Metodología de la Investigacion .* Shalom 2008.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (1997). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION .* COLOMBIA: Panamericana Formas e Impresos S.A.
- Torre, A. (2004). *Curso basico de tecnologia del concreto.* LIMA.
- Universidad de Sevilla. (2014). *LA CAL.* SEVILLA: EDITORIAL US.
- Villafuerte. (2022). *INFLUENCIA DE CENIZAS DE CARTON RECICLADO Y ESCORIA SIDERURGICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO, HUANCAYO 2022.*
- Zenayuca Moscoso, J. C. (2023). Diseño de concreto  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de cascarilla de café para mejorar sus propiedades mecánicas, Huancayo 2023. *Tesis para optar el título profesional.* UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES, Huamcayo.

## ANEXOS

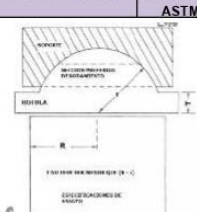
### ANEXO 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>¿Cuánto influye la cenizas de biomasa de café y cal en propiedades físicas y mecánicas de concreto hidráulico en Satipo?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b></p> <p>¿Cuánto varía la permeabilidad del concreto con cenizas de biomasa de café y cal en Satipo?</p> <p>¿Cuánto varía la absorción del concreto con cenizas de biomasa de café y cal en Satipo?</p> <p>¿Cuánto influye la cenizas de biomasa de café y cal en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico en Satipo?</p> <p>¿Cuánto influye la cenizas de biomasa de café y cal en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico en Satipo?</p>	<p>Determinar la influencia de la cenizas de biomasa de café y cal en propiedades físicas y mecánicas de concreto hidráulico en Satipo.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b></p> <p>Estimar la variación de la permeabilidad del concreto con cenizas de biomasa de café y cal en Satipo.</p> <p>Cuantificar la variación de la absorción del concreto con cenizas de biomasa de café y cal en Satipo.</p> <p>Estimar la influencia de la cenizas de biomasa de café y cal en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico en Satipo.</p> <p>Calcular la influencia de la cenizas de biomasa de café y cal en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico en Satipo.</p>	<p>La adición de cenizas de biomasa de café y cal influyen en el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de concreto hidráulico en Satipo.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECIFICOS</b></p> <p>Las cenizas de biomasa de café y cal influyen en el mejoramiento de la permeabilidad del concreto hidráulico en Satipo.</p> <p>Las cenizas de biomasa de café y cal influyen en el mejoramiento de la absorción del concreto hidráulico en Satipo.</p> <p>Las cenizas de biomasa de café y cal influyen en el mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto hidráulico en Satipo.</p> <p>Las cenizas de biomasa de café y cal influyen en el mejoramiento de la resistencia a la flexión del concreto hidráulico en Satipo.</p>	<p><b>V1:</b> Cenizas de biomasa de café y cal</p> <p><b>V2:</b> Propiedades físicas y mecánicas de concreto hidráulico</p>	<p><b>D1:</b> Granulometría</p> <p><b>D2:</b> Dosificación</p> <p><b>D1:</b> Permeabilidad</p> <p><b>D2:</b> Absorción</p> <p><b>D3:</b> Resistencia a la Compresión</p> <p><b>D4:</b> Resistencia a la Flexión</p>	<p><b>I1:</b> Grueso <b>I2:</b> Fino</p> <p><b>I1:</b> 1%CC+2%CAL <b>I2:</b> 2%CC+3%CAL <b>I3:</b> 3%CC+4%CAL <b>I4:</b> 4%CC+5%CAL</p> <p><b>I1:</b> Baja <b>I2:</b> Media <b>I3:</b> Alta</p> <p><b>I1:</b> 28 días</p> <p><b>I1:</b> 7 días <b>I2:</b> 14 días <b>I3:</b> 28 días</p> <p><b>I1:</b> 7 días <b>I2:</b> 14 días <b>I3:</b> 28 días</p>	<p><b>Método de la investigación:</b> Método Científico</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Explicativo.</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> Experimental</p> <p><b>Población:</b> La población está conformada por probetas cilíndricas y vigas prismáticas para un diseño de mezcla de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> añadiendo las siguientes dosificaciones: (0%CC+0%CAL) (1%CC+2%CAL), (2%CC+3%CAL), (3%CC+4%CAL), (4%CC+5%CAL).</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra estará conformada por 15 probetas para la permeabilidad, 15 probetas para la absorción, 45 probetas para el ensayo de compresión, 45 viguetas prismáticas para el ensayo de flexión.</p> <p><b>Técnicas:</b> Se aplicará la observación directa</p> <p><b>Instrumentos:</b> Se aplicará la ficha de recopilación de datos.</p>

## ANEXO 2: Operacionalización de Variables

Variables	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores
X: Cenizas de biomasa de café y cal.	El la biomasa del café es un residuo que da al procesar el café; la cal es un material mineral se obtiene a partir de la calcinación de la piedra caliza.	Granulometría	<ul style="list-style-type: none"> <li>• I1: Grueso</li> <li>• I2: Fino</li> </ul>
		Dosificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• I1: 1%CC+2%CAL</li> <li>• I2: 2%CC+3%CAL</li> <li>• I3: 3%CC+4%CAL</li> <li>• I4: 4%CC+5%CAL</li> </ul>
Y: Propiedades físicas y mecánicas de concreto hidráulico.	Características observables, medibles y que determinan la capacidad del concreto hidráulico sometiéndolo a diversas condiciones o esfuerzos.	Permeabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• I1: Baja</li> <li>• I2: Media</li> <li>• I3: Alta</li> </ul>
		Absorción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• I1: 28 días</li> </ul>
		Resistencia a la Compresión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• I1: 7 días</li> <li>• I2: 14 días</li> <li>• I3: 28 días</li> </ul>
		Resistencia a la Flexión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• I1: 7 días</li> <li>• I2: 14 días</li> <li>• I3: 28 días</li> </ul>

## ANEXO 3: Instrumento de Recolección de Datos

FICHA DE RECOPIACION DE DATOS DE LABORATORIO																				
PROYECTO: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO SATIPO, JUNÍN 2024"																				
AUTOR: HUARANCCA HUACCHA, Aldrin Neil																				
<b>1.- INFORMACION GENERAL:</b>																				
UBICACIÓN: SATIPO, JUNIN																				
DISTRITO: SATIPO					ALTITUD: 629 m.s.n.m.															
PROVINCIA: SATIPO					LATITUD: -11.2522200°															
REGION: JUNIN					LONGITUD: -74.6386100°															
<b>2.- INFORMACION GENERAL DE LA CANTERA:</b>																				
NOMBRE DE CANTERA:																				
DISTRITO:					ALTITUD:															
PROVINCIA:					LATITUD:															
REGION:					LONGITUD:															
<b>3.- CARACTERIZACION DE AGREGADOS</b>																				
<b>3.1. Peso unitario (NTP 400.017)</b>																				
			Agregado fino						Agregado grueso											
			SUELTO			COMPACTO			SUELTO			COMPACTO								
Descripcion			M1	M2	M3	M1	M2	M3	Descripcion			M1	M2	M3						
Peso del recipiente (gr)									Peso del recipiente (gr)											
Volumen de molde (cm3)									Volumen de molde (cm3)											
Peso de muestra suelta+									Peso de muestra suelta+ recipiente (gr)											
Peso de muestra compactada									Peso de muestra compactada + recipiente (gr)											
Peso unitario suelto (gr/cm3)									Peso unitario suelto (gr/cm3)											
Peso unitario compactado									Peso unitario compactado (gr/cm3)											
<b>3.2. Contenido de Humedad (NTP 339.185)</b>																				
			Agregado fino						Agregado grueso											
			SUELTO			COMPACTO			SUELTO			COMPACTO								
Descripcion			M1	M2	M3	M1	M2	M3	Descripcion			M1	M2	M3						
Peso de la muestra húmeda +									Peso de la muestra húmeda + tara (g)											
Peso de la muestra seca + tara									Peso de la muestra seca + tara (g)											
Peso de la tara (g)									Peso de la tara (g)											
Peso de la muestra húmeda									Peso de la muestra húmeda (g)											
Peso de la muestra seca (g)									Peso de la muestra seca (g)											
Contenido de humedad %									Contenido de humedad %											
<b>3.3. Gravedad Especifica y Absorción (NTP 400.022)</b>																				
			Agregado fino						Agregado grueso											
Descripcion			M1	M2					Descripcion			M1	M2							
Peso Mat. Sat. Sup. Seco									Peso Mat. Sat. Sup. Seco (aire) (g)											
Peso Frasco + agua									Peso Frasco + agua											
Peso Frasco + agua + peso									Peso Frasco + agua + peso Mat. Sat. Sup. (aire) (g)											
Peso del Mat. + agua en el									Peso del Mat. + agua en el frasco (g)											
Vol. De masa + vol de vacio									Vol. De masa + vol de vacio											
Peso de Mat. Seco en estufa									Peso de Mat. Seco en estufa (105 °C) (g)											
Vol de masa									Vol de masa											
Peso especifico base seca									Peso especifico base seca											
Peso especifico (SSS)									Peso especifico (SSS)											
Peso especifico relativo									Peso especifico relativo											
% absorción									% absorción											
<b>3.4. Análisis granulométrico (NTP 400.012 - ASTM C 136)</b>																				
TAMIZ	Abertura (mm)	Peso ret. (g)	(%) retenido				(%) retenido acumula	(%) que pasa	Módulo de finura											
N° 4	4.760								Tamaño máximo nominal											
N° 10	2.000																			
N° 20	0.840																			
N° 30	0.600																			
N° 40	0.420																			
N° 60	0.250																			
N° 80	0.177																			
N° 100	0.149																			
N° 200	0.075																			
Fondo																				
<b>4.- DISEÑO DE MEZCLAS</b>																				
CONDICIONES DE DISEÑO			AGREGADO FINO					AGREGADO GRUESO					RESUMEN (cantidad de materiales por m3 de concreto)							
fc Diseño (kg/cm2)	Slump (pulg)	% AIRE	MF	P.E	C.H	ABSORC	MF	P.E	P.E.C	C.H	ABSORC	Cemento (kgs)	ceniza de biomasa de café (kgs)	Cal (hgs)	Agua (lts)	A.F. (M3)	A.G. (M3)			
210																				
280																				
350																				
<b>5.- RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO</b>																				
NORMA APLICADA:		NTP 339.034.199 ASTM C39		MUESTRA		PROPORCION			RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kgs/cm2)				Promedio (Kgs/cm2)		GRAFICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kgs/cm2)					
							Cemento (%)		ceniza de biomasa de café (%)		Cal (%)		7 dias		14 dias		28 dias		Mayor a 28 dias	

**FICHA DE RECOPIACION DE DATOS DE LABORATORIO**

PROYECTO: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO SATIPO, JUNÍN 2024"

AUTOR: HUARANCCA HUACCHA, Aldrin Neil

**6.- RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO**

NORMA APLICADA:	NTP 339.078.2001	MUESTRA	PROPORCION			RESISTENCIA A LA FLEXION (Kgs/cm <sup>2</sup> )				Promedio (Kgs/cm <sup>2</sup> )	GRAFICO DE RESISTENCIA A LA FLEXION (Kgs/cm <sup>2</sup> )
			Cemento (%)	ceniza de biomasa de café (%)	Cal (%)	7 dias	14 dias	28 dias	Mayor a 28 dias		
		MC									
		ME-1									
		ME-2									
		ME-3									
		ME-4									

APELLIDOS Y NOMBRES:	Torres Arias, Percy Omar
PROFESION	Ingeniero Civil
REGISTRO CIP No:	160951
EMAIL:	percytorresarias00@gmail.com
TELEFONO:	993364254



## FICHA DE RECOPIACION DE DATOS DE LABORATORIO

**PROYECTO:** "INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO SATIPO, JUNÍN 2024"

**AUTOR:** HUARANCCA HUACCHA, Aldrin Neil

### 1.- INFORMACION GENERAL:

UBICACIÓN: SATIPO, JUNIN			
DISTRITO:	SATIPO	ALTITUD:	629 m.s.n.m.
PROVINCIA:	SATIPO	LATITUD:	-11.2522200°
REGION:	JUNIN	LONGITUD:	-74.6386100°

### 2.- INFORMACION GENERAL DE LA CANTERA:

NOMBRE DE CANTERA:			
DISTRITO:		ALTITUD:	
PROVINCIA:		LATITUD:	
REGION:		LONGITUD:	

### 3.- CARACTERIZACION DE AGREGADOS

#### 3.1. Peso unitario (NTP 400.017)

Descripción	Agregado fino			Agregado grueso		
	SUELTO			COMPACTO		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
Peso del recipiente (gr)						
Volumen de molde (cm3)						
Peso de muestra suelta+						
Peso de muestra compactada						
Peso unitario suelto (gr/cm3)						
Peso unitario compactado						

#### 3.2. Contenido de Humedad (NTP 339.185)

Descripción	Agregado fino			Agregado grueso		
	SUELTO			COMPACTO		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
Peso de la muestra húmeda + tara						
Peso de la muestra seca + tara						
Peso de la tara (g)						
Peso de la muestra húmeda						
Peso de la muestra seca (g)						
Contenido de humedad %						

#### 3.3. Gravedad Específica y Absorción (NTP 400.022)

Descripción	Agregado fino		Agregado grueso	
	M1	M2	M1	M2
Peso Mat. Sat. Sup. Seco				
Peso Frasco + agua				
Peso Frasco + agua + peso				
Peso del Mat. + agua en el				
Vol. De masa + vol de vacío				
Peso de Mat. Seco en estufa				
Vol de masa				
Peso específico base seca				
Peso específico (SSS)				
Peso específico relativo				
% absorción				

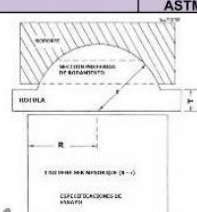
#### 3.4. Análisis granulométrico (NTP 400.012 - ASTM C 136)

TAMIZ	Abertura (mm)	Peso ret. (g)	(%) retenido	(%) retenido acumula	(%) que pasa	Módulo de finura
N° 4	4.760					
N° 10	2.000					
N° 20	0.840					
N° 30	0.600					
N° 40	0.420					
N° 60	0.250					
N° 80	0.177					
N° 100	0.149					
N° 200	0.075					
Fondo						

### 4.- DISEÑO DE MEZCLAS

CONDICIONES DE DISEÑO			AGREGADO FINO				AGREGADO GRUESO					RESUMEN (cantidad de materiales por m3 de concreto)					
Fc Diseño (kg/cm2)	Slump (pulg)	% AIRE	MF	P.E	C.H	ABSORC	MF	P.E	P.E.C	C.H	ABSORC	Cemento (kgs)	ceniza de biomasa de café (kgs)	Cal (hgs)	Agua (lts)	A.F. (M3)	A.G. (M3)
210																	
280																	
350																	

### 5.- RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

NORMA APLICADA:	NTP 339.034.199 ASTM C39	MUESTRA	PROPORCION			RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kgs/cm2)				Promedio (Kgs/cm2)	GRAFICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kgs/cm2)
			Cemento (%)	ceniza de biomasa de café (%)	Cal (%)	7 dias	14 dias	28 dias	Mayor a 28 dias		
	MC										
	ME-1										
	ME-2										
	ME-3										
	ME-4										

**FICHA DE RECOPIACION DE DATOS DE LABORATORIO**

PROYECTO: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO SATIPO, JUNÍN 2024"

AUTOR: HUARANCCA HUACCHA, Aldrin Neil

**6.- RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO**

NORMA APLICADA:	NTP 339.078.2001	MUESTRA	PROPORCION			RESISTENCIA A LA FLEXION (Kgs/cm <sup>2</sup> )				Promedio (Kgs/cm <sup>2</sup> )	GRAFICO DE RESISTENCIA A LA FLEXION (Kgs/cm <sup>2</sup> )
			Cemento (%)	ceniza de biomasa de café (%)	Cal (%)	7 dias	14 dias	28 dias	Mayor a 28 dias		
		MC									
		ME-1									
		ME-2									
		ME-3									
		ME-4									

APellidos y nombres:	FERNANDEZ ROMERO EDSON RONALD
Profesion:	INGENIERO CIVIL
Registro CIP No.:	251537
Email:	cymsacivil@gmail.com
Telefono:	981816890



EDSON R. FERNANDEZ ROMERO  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 251537

## FICHA DE RECOPIACION DE DATOS DE LABORATORIO

PROYECTO: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO SATIPO, JUNÍN 2024"  
 AUTOR: HUARANCCA HUACCHA, Aldrin Neil

### 1.- INFORMACION GENERAL:

UBICACIÓN: SATIPO, JUNIN	
DISTRITO:	SATIPO
PROVINCIA:	SATIPO
REGION:	JUNIN
ALTITUD:	629 m. s. n. m.
LATITUD:	-11.2522200°
LONGITUD:	-74.6386100°

### 2.- INFORMACION GENERAL DE LA CANTERA:

NOMBRE DE CANTERA:	
DISTRITO:	
PROVINCIA:	
REGION:	
ALTITUD:	
LATITUD:	
LONGITUD:	

### 3.- CARACTERIZACION DE AGREGADOS

#### 3.1. Peso unitario (NTP 400.017)

Descripción	Agregado fino			Agregado grueso			Descripción	SUELTO			COMPACTO		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3		M1	M2	M3	M1	M2	M3
Peso del recipiente (gr)							Peso del recipiente (gr)						
Volumen de molde (cm3)							Volumen de molde (cm3)						
Peso de muestra suelta+							Peso de muestra suelta+ recipiente (gr)						
Peso de muestra compactada							Peso de muestra compactada + recipiente (gr)						
Peso unitario suuelto (gr/cm3)							Peso unitario suuelto (gr/cm3)						
Peso unitario compactado							Peso unitario compactado (gr/cm3)						

#### 3.2. Contenido de Humedad (NTP 339.185)

Descripción	Agregado fino			Agregado grueso			Descripción	SUELTO			COMPACTO		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3		M1	M2	M3	M1	M2	M3
Peso de la muestra húmeda + tara							Peso de la muestra húmeda + tara (g)						
Peso de la muestra seca + tara							Peso de la muestra seca + tara (g)						
Peso de la tara (g)							Peso de la tara (g)						
Peso de la muestra húmeda							Peso de la muestra húmeda (g)						
Peso de la muestra seca (g)							Peso de la muestra seca (g)						
Contenido de humedad %							Contenido de humedad %						

#### 3.3. Gravedad Específica y Absorción (NTP 400.022)

Descripción	Agregado fino		Descripción	Agregado grueso	
	M1	M2		M1	M2
Peso Mat. Sat. Sup. Seco			Peso Mat. Sat. Sup. Seco (aire) (g)		
Peso Frasco + agua			Peso Frasco + agua		
Peso Frasco + agua + peso			Peso Frasco + agua + peso Mat. Sat. Sup (aire) (g)		
Peso del Mat. + agua en el			Peso del Mat. + agua en el frasco (g)		
Vol. De masa + vol de vacío			Vol. De masa + vol de vacío		
Peso de Mat. Seco en estufa			Peso de Mat. Seco en estufa (105 °C) (g)		
Vol de masa			Vol de masa		
Peso específico base seca			Peso específico base seca		
Peso específico (SSS)			Peso específico (SSS)		
Peso específico relativo			Peso específico relativo		
% absorción			% absorción		

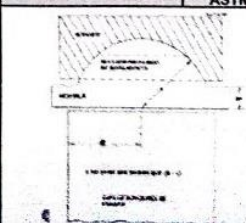
#### 3.4. Análisis granulométrico (NTP 400.012 - ASTM C 136)

TAMIZ	Abertura (mm)	Peso ret. (g)	(%) retenido	(%) retenido acumula	(%) que pasa	Módulo de finura
N° 4	4.760					Tamaño máximo nominal
N° 10	2.000					
N° 20	0.840					
N° 30	0.600					
N° 40	0.420					
N° 60	0.250					
N° 80	0.177					
N° 100	0.149					
N° 200	0.075					
Fondo						

### DISEÑO DE MEZCLAS

CONDICIONES DE DISEÑO			AGREGADO FINO				AGREGADO GRUESO					RESUMEN (cantidad de materiales por m3 de concreto)					
f <sub>c</sub> Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump (pulg)	% AIRE	MF	P.E	C.H	ABSORC	MF	P.E	P.E.C	C.H	ABSORC	Cemento (kgs)	ceniza de biomasa de café (kgs)	Cal (tgs)	Agua (lit)	A.F. (M3)	A.G. (M3)
210																	
290																	
350																	

### RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

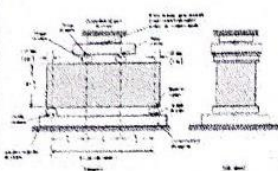
NORMA APLICADA:	NTP 339.034.199 ASTM C39	MUESTRA	PROPORCION			RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kgs/cm <sup>2</sup> )				Promedio (Kgs/cm <sup>2</sup> )	GRAFICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kgs/cm <sup>2</sup> )
			Cemento (%)	ceniza de biomasa de café (%)	Cal (%)	7 días	14 días	28 días	Mayor a 28 días		
	MC										
	ME-1										
	ME-2										
	ME-3										
	ME-4										

**FICHA DE RECOPIACION DE DATOS DE LABORATORIO**

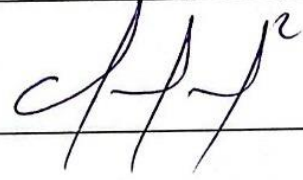
PROYECTO: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO SATIPO, JUNÍN 2024"

AUTOR: HUARANCCA HUACCHA, Aldrin Neil

**6.- RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO**

NORMA APLICADA:	NIP 339.078.2001	MUESTRA	PROPORCION			RESISTENCIA A LA FLEXION (Kgs/cm <sup>2</sup> )				Promedio (Kgs/cm <sup>2</sup> )	GRAFICO DE RESISTENCIA A LA FLEXION (Kgs/cm <sup>2</sup> )
			Cemento (%)	ceniza de biomasa de café (%)	Cal (%)	7 dias	14 dias	28 dias	Mayor a 28 dias		
		MC									
		ME-1									
		ME-2									
		ME-3									
		ME-4									

APELLIDOS Y NOMBRES:	Otaño Rodriguez Alfredo Miguel
PROFESION	Ingeniero Civil
REGISTRO CIP No:	86001
EMAIL:	alf_0116@hotmail.com
TELEFONO:	915 126 167



## ANEXO 4: Formato de Validación por Expertos

### UNIVERSIDAD INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL JUAN SANTOS ATAHUALPA

(CREADO POR LEY N° 29840)

FAULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE POSGRADO

VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR CRITERIO DE JUECES

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellido y nombre del Juez: Torres Arias Percy Omar  
 1.2. Cargo e institución donde labora : Docente en la UNISCJSA  
 1.3. Nombre del instrumento evaluado: Ficha de Recopilación de datos  
 1.4. Autor del instrumento: Huaranca Huaccha Aldrin Neil

#### II. ASPECTO DE LA VALIDACION

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE 1	BAJA 2	REGULAR 3	BUENA 4	MUY BUENA 5
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y comprensible					X
2. OBJETIVIDAD	Permite medir hechos observables					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X	
4. ORGANIZACIÓN	Presentación ordenada					X
5. SUFICIENCIA	Comprende aspectos de las variables en cantidad y calidad suficiente				X	
6. PERTINENCIA	permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados					X
7. CONSISTENCIA	Pretende conseguir datos basados en teorías o modelos teóricos					X
8. COHERENCIA	Entre variables, indicadores y los					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación					X
10. APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente					X
CONTEO TOTAL DE MARCAS					2	8
Realice el conteo en cada una de las categorías de la escala		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de validez} = 1 \times A + 2 \times B + 3 \times C + 4 \times D + 5 \times E = 50$$

$$\frac{48}{50} = 0.96$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique la coeficiencia de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el circulo asociado)

CATEGORÍA	INTERVALO
Desaprobado <input type="radio"/>	[0,00-0,60]
Observado <input type="radio"/>	<0,60-0,70]
Aprobado <input checked="" type="radio"/>	<0,70-1,00]

#### IV. CALIFICACION DE APLICABILIDAD

Aprobado

LUGAR: Chanchamayo 29 de julio del 2024

  
 FIRMA DEL JUEZ

# UNIVERSIDAD INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL JUAN SANTOS ATAHUALPA

(CREADO POR LEY N° 29840)

## FAULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE POSGRADO

### VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR CRITERIO DE JUECES

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellido y nombre del Juez: ..... FERNANDEZ ROMERO EDSON RONALD .....
- 1.2. Cargo e institucion donde labora : ..... DOCENTE .....
- 1.3. Nombre del instrumento evaluado: Ficha de recopilacion de datos de laboratorio
- 1.4. Autor del instrumento: Huaranca Huaccha Aldrin Neil

#### II. ASPECTO DE LA VALIDACION

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE 1	BAJA 2	REGULAR 3	BUENA 4	MUY BUENA 5
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y comprensible				X	
2. OBJETIVIDAD	Permite medir hechos observables					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					X
4. ORGANIZACIÓN	Presentacion ordenada					X
5. SUFICIENCIA	Comprende aspectos de las variables en cantidad y calidad suficiente					X
6. PERTINENCIA	permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados					X
7. CONSISTENCIA	Pretende conseguir datos basados en teorías o modelos teóricos				X	
8. COHERENCIA	Entre variables, indicadores y los					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia repsonde al propósito de la investigación				X	
10. APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente				X	
CONTEO TOTAL DE MARCAS		↓	↓	↓	↓	↓
Realice el conteo en cada una de las categorías de la escala		A	B	C	D	E

**Coefficiente de validez = 1 x A + 2 x B + 3 x C + 4 x D + 5 x E = 50**

$$\frac{46}{50} = 0.92$$

**III. CALIFICACIÓN GLOBAL** (Ubique el coeficiencia de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con una aspa en el circulo asociado)

CATEGORÍA		INTERVALO
Desaprobado	○	[0,00-0,60]
Observado	○	<0,60-0,70]
Aprobado	⊗	<0,70-1,00]

#### IV. CALIFICACION DE APLICABILIDAD

..... Aprobado .....

.....

LUGAR: Chanchamayo 29 de julio del 2024



EDSON R. FERNANDEZ ROMERO  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 25 111 111  
**FIRMA DEL JUEZ**

# UNIVERSIDAD INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL JUAN SANTOS ATAHUALPA

(CREADO POR LEY N° 29840)

FAULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE POSGRADO

VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR CRITERIO DE JUECES

## I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellido y nombre del Juez: Otañe Rodriguez Alfredo Miguel
- 1.2. Cargo e institucion donde labora : DOCENTE DE LA UNISCJSA
- 1.3. Nombre del instrumento evaluado: Ficha de recopilacion de datos de laboratorio
- 1.4. Autor del instrumento: Huaranca Huaccha Aldrin Neil

## II. ASPECTO DE LA VALIDACION

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE 1	BAJA 2	REGULAR 3	BUENA 4	MUY BUENA 5
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y comprensible					X
2. OBJETIVIDAD	Permite medir hechos observables					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					X
4. ORGANIZACIÓN	Presentacion ordenada				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende aspectos de las variables en cantidad y calidad suficiente				X	
6. PERTINENCIA	permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados					X
7. CONSISTENCIA	Pretende conseguir datos basados en teorías o modelos teóricos				X	
8. COHERENCIA	Entre variables, indicadores y los					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia repsonde al propósito de la investigación					X
10. APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente					X
CONTEO TOTAL DE MARCAS						
Realice el conteo en cada una de las categorías de la escala		A	B	C	D	E

Coefficiente de validez =  $1 \times A + 2 \times B + 3 \times C + 4 \times D + 5 \times E = 50$

$\frac{47}{50} = 0.94$

**III. CALIFICACIÓN GLOBAL** (Ubique el coeficiencia de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con una aspa en el circulo asociado)

CATEGORÍA	INTERVALO
Desaprobado <input type="radio"/>	[0,00-0,60]
Observado <input type="radio"/>	<0,60-0,70]
Aprobado <input checked="" type="radio"/>	<0,70-1,00]

## IV. CALIFICACION DE APLICABILIDAD

LUGAR: Chanchamayo 29 de julio del 2024

  
 FIRMA DEL JUEZ

# **ENSAYOS QUIMICOS**

## INFORME DE ENSAYO

IE-2025-3220

### 1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : ALDRIN NEIL HUARANCCA HUACCHA  
1.2 RUC o DNI : 75279921  
1.3 Dirección : JR. HEROES DEL CENEP S/N - RIO NEGRO - SATIPO – JUNIN

### 2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : CENIZA  
2.2 Muestreado por : CLIENTE (c)  
2.3 Número de Muestras : 01  
2.4 Fecha de Recepción : 2025-08-13  
2.5 Periodo de Ensayo : 2025-08-13 al 2025-08-21  
2.6 Fecha de Emisión : 2025-08-22  
2.7 Fecha y Hora de Muestreo : No Precisa  
2.8 N° de cotización : COT-145140-SL25

### 3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Ensayo de Fluorescencia de Rayos X Composición Química por Óxidos	Fluorescencia de Rayos X - FRX

### 4. RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DE MUESTRA: CENIZA DE BIOMASA DE CAFÉ (200 GRAMOS) (c)



DIEGO ROMANO VARGARAY D'ARRIGO  
QUÍMICO  
CQP. 1337

**4.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE ENSAYO FLUORESCENCIA DE RAYOS X**

- Equipo Utilizado: SHIMADZU EDX 7200 espectrómetro de fluorescencia de rayos X
- Barrido elemental del Na a U, expresados en óxidos.
- Límite de detección del equipo es 0.001%.

**Tabla N°1: COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADOS COMO ELEMENTOS**

Código de laboratorio	Componente	Unidad	LCM	Resultado
S-4355	Calcio, Ca	%	0.001	46.434
	Potasio, K	%	0.001	23.157
	Hierro, Fe	%	0.001	11.920
	Magnesio, Mg	%	0.001	4.096
	Silicio, Si	%	0.001	3.189
	Aluminio, Al	%	0.001	3.175
	Fósforo, P	%	0.001	2.210
	Azufre, S	%	0.001	1.633
	Sodio, Na	%	0.001	1.389
	Zinc, Zn	%	0.001	1.014
	Titanio, Ti	%	0.001	0.784
	Manganeso, Mn	%	0.001	0.483
	Estroncio, Sr	%	0.001	0.254
	Cobre, Cu	%	0.001	0.076
	Estaño, Sn	%	0.001	0.061
	Rubidio, Rb	%	0.001	0.054
Vanadio, V	%	0.001	0.051	
Níquel, Ni	%	0.001	0.019	

\*Calcinado a 800°C por 7 minutos

\*Pérdida por calcinación: 24.81%

Nota: Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.

Tabla N°2: COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADOS COMO ÓXIDOS

Código de laboratorio	Componente	Unidad	LCM	Resultado
S-4355	Óxidos de Calcio, CaO	%	0.001	42.020
	Óxidos de Potasio, K <sub>2</sub> O	%	0.001	19.434
	Óxidos de Hierro, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.001	10.346
	Óxido de Magnesio, MgO	%	0.001	6.438
	Óxido de Aluminio, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.001	5.656
	Óxidos de Silicio, SiO <sub>2</sub>	%	0.001	5.208
	Óxidos de Fósforo, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0.001	3.809
	Óxidos de Azufre, SO <sub>3</sub>	%	0.001	3.010
	Óxido de Sodio, Na <sub>2</sub> O	%	0.001	1.766
	Óxidos de Titanio, TiO <sub>2</sub>	%	0.001	0.802
	Óxidos de Zinc, ZnO	%	0.001	0.747
	Óxidos de Manganeso, MnO	%	0.001	0.379
	Óxidos de Estroncio, SrO	%	0.001	0.177
	Óxidos de Cobre, CuO	%	0.001	0.057
	Óxidos de Vanadio, V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0.001	0.056
	Óxidos de Estaño, SnO <sub>2</sub>	%	0.001	0.046
	Óxidos de Rubidio, Rb <sub>2</sub> O	%	0.001	0.034
Óxidos de Níquel, NiO	%	0.001	0.015	

\*Calcinado a 800°C por 7 minutos

\*Pérdida por calcinación: 24.81%

Nota: Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.

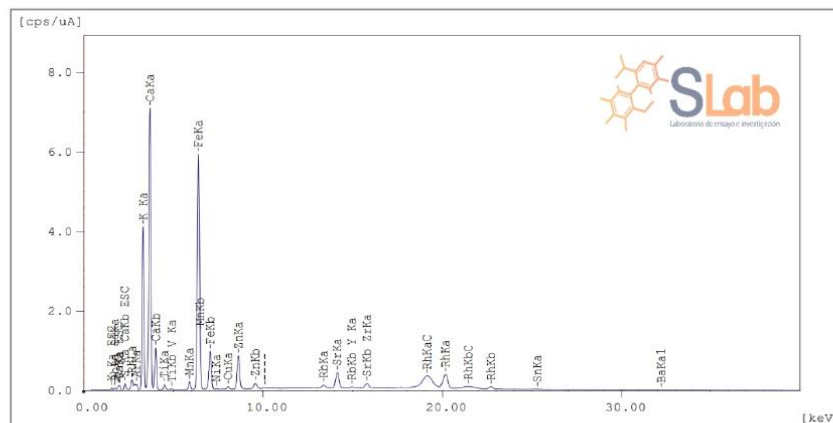


FIGURA N°1: GRÁFICO DE ENERGÍA DE ANÁLISIS

**Leyenda**

(c) Información suministrada por el cliente.

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.



## ANEXO N° 0451 - 2025

EL PRESENTE ANEXO ES EMITIDO POR SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC QUIEN ASEGURA HABER ANALIZADO LA MUESTRA PROPORCIONADA POR NUESTRO CLIENTE A QUIEN SE IDENTIFICA POSTERIORMENTE.

Informe de Ensayo IE-2025-3220

### 1. DATOS DEL CLIENTE

- 1.1 Cliente : ALDRIN NEIL HUARANCCA HUACCHA  
1.2 RUC o DNI : 75279921  
1.3 Dirección : JR. HEROES DEL CENEPa S/N - RIO NEGRO - SATIPO – JUNIN

### 2. DATOS DE LA MUESTRA

- 2.1 Producto : CENIZA  
2.2 Muestreado por : CLIENTE (4)  
2.3 Número de Muestras : 01  
2.4 Fecha de Recepción : 2025-08-13  
2.5 Periodo de Ensayo : 2025-08-13 al 2025-08-21  
2.6 Fecha de Emisión : 2025-08-22  
2.7 Fecha y Hora de Muestreo : No Precisa  
2.8 N° de Cotización : COT-145140-SL25

**SLab**  
Laboratorio de ensayo e investigación

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

**3. REPORTE FOTOGRÁFICO**



**Imagen N°01: MUESTRA S-4355 EN EL EQUIPO**



**Imagen N°02: IMAGEN DEL EQUIPO FRX UTILIZADO**

**FIN DE DOCUMENTO**

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

# **DISEÑO DE MEZCLA**

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

### PESO UNITARIO DEL AGREGADO

MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19

TESISTA	: ALDRIN NEIL HUARANCCA HUACCHA	TÉCNICO	: A.N.H.H.
NOMBRE DE TESIS	: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO"	INGº RESP.	: F.C.C.L
TIPO DE ESTRUCTUR.:	-	FECHA DE MUESTREO	: 10/06/2025
CANTERA	: MANTARI	FECHA DE REALIZACION	: 11/06/2025
UBICACIÓN	: Río Satipo - Altura De Nieva	FECHA DE PRESENTACION	: 14/06/2025

### AGREGADO FINO

### PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
War + Wmolde	gr.	7158	7130	7170	-
Wmolde	gr.	3046	3046	3046	-
War	gr.	4112	4084	4124	-
Volumen	cm <sup>3</sup>	2651	2651	2651	-
Wunitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> )	155.13	154.07	155.58	-
Weso unitario suelto promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	154.93			

### PESO UNITARIO COMPACTADO (VARILLADO)

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
War + Wmolde	(gr)	7651	7583	7638	-
Wmolde	(gr)	3046	3046	3046	-
War	(gr)	4605	4537	4592	-
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	2651	2651	2651	-
Wunitario compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	173.73	171.16	173.24	-
W unitario compactado promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	172.71			

OBS.:



*Francisco Ccama Larico*  
Francisco Ccama Larico  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 62411

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"						
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO						
MTC E 205 - NTP 400.022						
TESISTA	: ALDRIN NEIL HUARANCCA HUACCHA			TÉCNICO	: A.N.H.H.	
NOMBRE DE TESIS	: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO"			INGº RESP.	: F.C.C.L	
TIPO DE ESTRUCTUJ:	:-			FECHA DE MUESTREO	: 10/06/2025	
CANTERA	: MANTARI			FECHA DE REALIZACION	: 11/06/2025	
UBICACIÓN	: Río Satipo - Altura De Nieva			FECHA DE PRESENTACION	: 14/06/2025	
AGREGADO FINO						
DESCRIPCIÓN	Und.	ENSAYO				PROMEDIO
		1	2	3	4	
1 Wpeso de la muestra secada al horno = A	gr.	493.00	486.00	491.00	-	493.33
2 Wpeso de la muestra saturada con superficie con seca = B	gr.	500.00	500	500	-	500.00
3 Wpeso arena saturada dentro del agua + Wpeso de la fiola	gr.	958.00	959.00	960.00	-	959.00
4 Wpeso de la fiola + agua	gr.	649	649	649	-	649.00
5 Wpeso arena saturado dentro del agua = C	gr.	309.00	310.00	311.00	-	310.00
1.- PESO ESPECIFICO DE ARENA :		A	=	493.33	=	2.6 gr/cm3
		B - C	=	190.00	=	
2.- PESO ESPECIFICO DE ARENA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA :		B	=	500.00	=	2.63 gr/cm3
		B - C	=	190.00	=	
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE :		A	=	493.33	=	2.69 gr/cm3
		A - C	=	183.33	=	
OBS.:						



Francisco Ccampa Larico  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 62411

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

## HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

MTC E 215 - NTP 339.185

TESISTA	: ALDRIN NEIL HUARANCCA HUACCHA	TÉCNICO	: A.N.H.H.
NOMBRE DE TESIS	: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO"	INGº RESP.	: F.C.C.L
TIPO DE ESTRUCTURA	: -	FECHA DE MUESTREO	: 10/06/2025
CANTERA	: MANTARI	FECHA DE REALIZACION	: 11/06/2025
UBICACIÓN	: Rio Satipo - Altura De Nieva	FECHA DE PRESENTACION	: 14/06/2025

### AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN	Und.	ENSAYO				PROMEDIO
		1	2	3	4	
W <sub>msh</sub> + W <sub>tara</sub> N°	gr.	155.65	160.22	157.10	-	157.66
W <sub>mss</sub> + W <sub>tara</sub> N°	gr.	147.09	151.29	149.11	-	149.16
W <sub>agua</sub> = W	gr.	8.56	8.93	7.99	-	8.49
W <sub>mss</sub> = A	gr.	113.27	117.42	115.76	-	115.48
W <sub>tara</sub> N°	gr.	33.82	33.87	33.35	-	33.68
Humedad	%	7.6	7.6	6.9	-	7.35

1.- HUMEDAD NATURAL DE LA ARENA :

$$\frac{W}{A} = \frac{8.49}{115.48} = 7.35\%$$

OBS.:



Francisco Ccama Laric  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 62411

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

## ABSORCION DEL AGREGADO FINO

MTC E 205 - NTP 400.022

TESISTA	: ALDRIN NEIL HUARANCCA HUACCHA	TÉCNICO	: A.N.H.H.
NOMBRE DE TESIS	: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO"	INGº RESP.	: F.C.C.L
TIPO DE ESTRUCTUR:	-	FECHA DE MUESTREO	: 10/06/2025
CANTERA	: MANTARI	FECHA DE REALIZACION	: 11/06/2025
UBICACIÓN	: Río Satipo - Altura De Nieva	FECHA DE PRESENTACION	: 14/06/2025

### AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN	Und.	ENSAYO				PROMEDIO
		1	2	3	4	
Wpeso de la muestra secada al horno = A	gr	493.0	496.0	491.0	-	493.3
Wpeso de la muestra saturada con superficie seca = B	gr	500.0	500.0	500.0	-	500.0
Wpeso de la muestra saturado dentro del agua + peso de la fiola	gr	958.0	959.0	960.0	-	959.0
Wpeso de la fiola + agua	gr	649.0	649.0	649.0	-	649.0
Wpeso de la muestra saturada dentro del agua = C	gr	309.0	310.0	311.0	-	310.0

1.- PORCENTAJE DE ABSORCION FINO :

$$\frac{B - A}{A} \times 100 = \frac{6.67}{493.3} \times 100 = 1.35 \%$$

OBS.:



*Francisco Ceama Larico*  
Francisco Ceama Larico  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 62411

**“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”**

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO**  
MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19

TESISTA	: ALDRIN NEIL HUARANCCA HUACCHA	TÉCNICO	: A.N.H.H.
NOMBRE DE TESIS	: "INFLUENCIA DE GENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO"	INGº RESP.	: F.C.C.L
TIPO DE ESTRUCTURA: -		FECHA DE MUESTREO	: 10/06/2025
CANTERA	: MANTARI	FECHA DE REALIZACION	: 11/06/2025
UBICACIÓN	: Río Satipo - Altura De Nieva	FECHA DE PRESENTACION	: 14/06/2025

**AGREGADO GRUESO**

**PESO UNITARIO SUELTO**

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
War + Wmolde	gr.	25448	25424	25137	-
Wmolde	gr.	5660	5660	5660	-
War	gr.	19788	19764	19477	-
Volumen	cm <sup>3</sup>	14065	14065	14065	-
Wunitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> )	140.69	140.52	138.48	-
<b>Weso unitario suelto promedio</b>	<b>(kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>139.90</b>			

**PESO UNITARIO COMPACTADO (VARILLADO)**

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
War + Wmolde	(gr)	28167	28256	28345	-
Wmolde	(gr)	5660	5660	5660	-
War	(gr)	22507	22596	22685	-
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	14065	14065	14065	-
Wunitario compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	160.02	160.65	161.29	-
<b>W unitario compactado promedio</b>	<b>(kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>160.65</b>			

Observaciones:

---



---



---



*Francisco Camacho Larico*  
Francisco Camacho Larico  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 62411

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"						
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO						
MTC E 206 - NTP 400.021						
TESISTA	: ALDRIN NEIL HUARANCCA HUACCHA			TÉCNICO	: A.N.H.H.	
NOMBRE DE TESIS	: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO"			INGº RESP.	: F.C.C.L	
TIPO DE ESTRUCTURA	: -			FECHA DE MUESTREO	: 10/06/2025	
CANTERA	: MANTARI			FECHA DE REALIZACION	: 11/06/2025	
UBICACIÓN	: Río Satipo - Altura De Nieva			FECHA DE PRESENTACION	: 14/06/2025	
AGREGADO GRUESO						
DESCRIPCIÓN	Und.	ENSAYO				PROMEDIO
		1	2	3	4	
1 Wpeso de la muestra secada al horno = A	gr.	5000.00	5000.00	5000.00	-	5000.00
2 Wpeso de la muestra saturada con superficie seca = B	gr.	5052.00	5033	5051	-	5045.33
3 Wpeso piedra saturada dentro del agua + Wpeso de la canastilla	gr.	3980.00	3921.00	3931.00	-	3944.00
4 Wpeso de la canastilla	gr.	834	834	834	-	834.00
5 Wpeso piedra saturado dentro del agua = C	gr.	3146.00	3158.90	3160.20	-	3155.03
1.- Peso específico de Pd :		$\frac{A}{B - C}$	=	$\frac{5000.00}{1890.30}$	=	2.65 gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico SS de Pd :		$\frac{B}{B - C}$	=	$\frac{5045.33}{1890.30}$	=	2.67 gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso específico aparente Pd :		$\frac{A}{A - C}$	=	$\frac{5000.00}{1844.97}$	=	2.71 gr/cm <sup>3</sup>
OBS.:						



Francisco Ccama Larico  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 62411

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

## HUMEDAD NATURAL AGREGADO GRUESO

MTC E 215 - NTP 339.185

TESISTA	: ALDRIN NEIL HUARANCCA HUACCHA	TÉCNICO	: A.N.H.H.
NOMBRE DE TESIS	: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO"	INGº RESP.	: F.C.C.L
TIPO DE ESTRUCTURA:	-	FECHA DE MUESTREO	: 10/06/2025
CANTERA	: MANTARI	FECHA DE REALIZACION	: 11/06/2025
UBICACIÓN	: Río Satipo - Altura De Nieva	FECHA DE PRESENTACION	: 14/06/2025

### AGREGADO GRUESO

DESCRIPCIÓN	Und.	ENSAYO				PROMEDIO
		1	2	3	4	
W <sub>msh</sub> + W <sub>tara</sub> N°	gr.	192.47	194.06	187.47	-	191.33
W <sub>mss</sub> + W <sub>tara</sub> N°	gr.	189.18	190.57	184.60	-	188.12
W <sub>agua</sub> = A	gr.	3.29	3.49	2.87	-	3.22
W <sub>mss</sub> = B	gr.	154.98	156.49	150.74	-	154.07
W <sub>tara</sub> N°	gr.	34.20	34.08	33.86	-	34.05

CONTENIDO DE HUMEDAD :

$$\frac{A}{B} \times 100 = \frac{3.22}{154.07} \times 100 = 2.09 \%$$

OBS.:

---



---



---



---



Francisco Ccama Lari  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 62411

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

## ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

MTG E 206 - NTP 400.021

TESISTA	: ALDRIN NEIL HUARANCCA HUACCHA	TÉCNICO	: A.N.H.H.
NOMBRE DE TESIS	: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO"	INGº RESP.	: F.C.C.I
TIPO DE ESTRUCTURA: -		FECHA DE MUESTREO	: 10/06/2025
CANTERA	: MANTARI	FECHA DE REALIZACION	: 11/06/2025
UBICACIÓN	: Río Satipo - Altura De Nieva	FECHA DE PRESENTACION	: 14/06/2025

### AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN	Und.	ENSAYO				PROMEDIO
		1	2	3	4	
Wpeso de la muestra secada al horno = A	gr.	5000.0	5000.0	5000.0	-	5000.0
Wpeso de la muestra saturada con superficie seca = B	gr.	5052.0	5033.0	5051.0	-	5045.3
Wpeso de la muestra saturado dentro del agua + peso de la canastilla	gr.	3980.0	3921.0	3931.0	-	3944.0
Wpeso de la canastilla	gr.	834.0	834.0	834.0	-	834.0
Wpeso de la muestra saturada dentro del agua = C	gr.	3146.0	3087.0	3097.0	-	3110.0

1.- PORCENTAJE DE ABSORCION :

$$\frac{B - A}{A} \times 100 = \frac{45.33}{5000.0} \times 100 = 0.91 \%$$

OBS.:



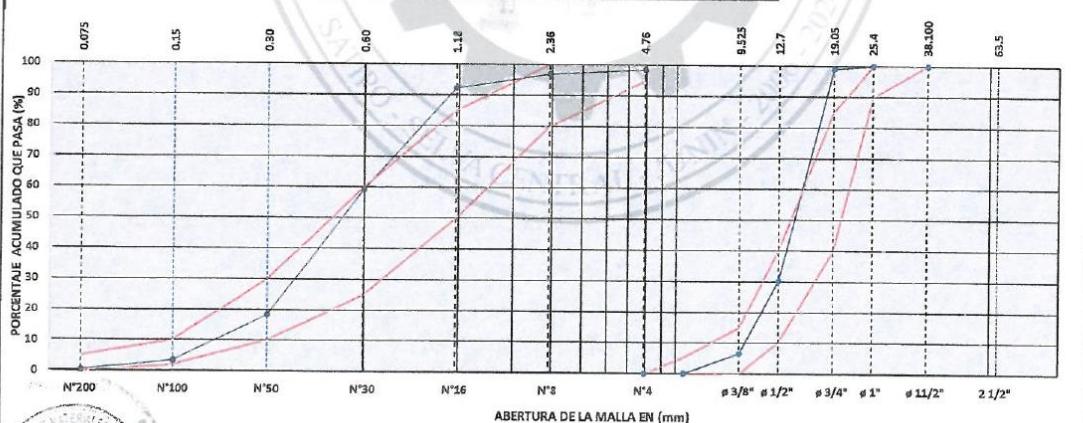
*Francisco Ceama Larico*  
Francisco Ceama Larico  
INGENIERO CIVIL

TESIS	MATERIAL	PROCEDENCIA	FECHA DE MUESTREO :	: 10/06/2025
"INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO"	Agregado Grueso	CANTERA MANTARI	FECHA DE REALIZACION :	: 11/06/2025
	Agregado fino		FECHA DE PRESENTACION:	: 14/06/2025
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS GRUESO Y FINO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	UNIDADES	CLASIFICACIÓN
Díametro Nominal Máximo	-	ø3/4"	PULGADA	Agregado Fino: Muy Gruesa
Modulo De Finura De Los Agregados	2.313	6.944	-	EN EL MATERIAL GRUESO: Diámetro nominal máximo (Dnm), Diámetro del tamiz inmediato superior al que retiene el 15% ó más en forma acumulada, referido al agregado grueso (Piedra Chancada)
Peso Específico (SECO) De Los Agregados	2600.00	2650.00	Kg / m³	
Peso Unitario Compactado De Los Agregados	1777.10	1606.50	Kg / m³	
Peso Unitario Suelto De Los Agregados	1549.30	1399.00	Kg / m³	
Absorción De Los Agregados En Porcentaje ( % )	1.350	0.910	%	
Humedad De Los Agregados En Porcentaje ( % )	7.350	2.090	%	

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO Y FINO

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	AGREGADO GRUESO	% PARCIAL AG. RET. EN C / MALLA	% PARCIAL AG. ACUMUL. RET. EN C / MALLA	% PARCIAL AG. Q. PASA EN C / MALLA	AGREGADO FINO	% PARCIAL AF. RET. EN CADA MALLA	% PARCIAL AF. ACUMUL. RET. EN CADA MALLA	% PARCIAL AF. Q. PASA EN CADA MALLA	HUSO A EMPLEAR A.G. HUSO AG-3 ▼	HUSO ISO ITINTEC "C" A. F.
Ø3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
Ø2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100	-
Ø2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	90 - 100	-
Ø1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	40 - 85	-
Ø1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	10 - 40	-
Ø3/4"	19.05	0.07	0.93	0.93	99.07	0.00	0.00	0.00	100.00	0 - 15	-
Ø1/2"	12.70	5.44	68.98	69.91	30.09	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
Ø3/8"	9.53	1.85	23.53	93.44	6.56	0.00	0.00	0.00	100.00	-	100
Ø1/4"	6.35	0.52	6.56	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	95-100
N°4	4.76	0.00	0.00	100.00	0.00	0.029	1.43	1.43	98.57	-	80-100
N°8	2.36	0.000	0.00	100.00	0.00	0.034	1.67	3.10	96.90	-	50-85
N°16	1.18	0.000	0.00	100.00	0.00	0.093	4.57	7.67	92.33	-	25-60
N°30	0.60	0.000	0.00	100.00	0.00	0.675	33.17	40.84	59.16	-	10-30
N°50	0.30	0.000	0.00	100.00	0.00	0.832	40.88	81.72	18.28	-	2-10
N°100	0.15	0.000	0.00	100.00	0.00	0.302	14.84	96.56	3.44	-	-
N°200	0.075	0.000	0.00	100.00	0.00	0.064	3.14	99.71	0.29	-	-
FONDO	-	0.000	0.00	100.00	0.00	0.006	0.29	100.00	0.00	-	-
		Σ	7.88			Σ	2.035				

GRAFICO DE LA GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO Y FINO



*Lemmsa*  
Francisco Cealpa Larico  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 62411

Laboratorio Ensayo De Materiales Y Mecanica De Suelos Aplicadas (Lemmsa)		
TESISTA	: ALDRIN NEIL HUARANCA HUACCHA	TÉCNICO : A.N.H.H.
NOMBRE DE TESIS	: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO"	INGº RESP. : F.C.C.L
ASESOR	: Dr. MUÑIZ PAUCAR MAYTA, Abel Alberto	FECHA DE MUESTREO : 10/06/2025
CANTERA	: MANTARI	FECHA DE REALIZACION : 11/06/2025
UBICACIÓN	: Río Satipo - Altura De Nieva	FECHA DE PRESENTACION : 14/06/2025

**INFORME N° 01**

DISEÑO DE CONCRETO EMPLEANDO MÉTODO: A. C. I (American Concrete Institute) COMITÉ 2111f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**CARACTERÍSTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS Y AGLOMERANTE**

PROPIEDADES FISICAS	ARENA	PIEDRA	CEMENTO ANDINO BLSA NEGRO	UND	OTRAS CONDICIONES DE DATOS QUE SE TOMA PARA EL DISEÑO DE CONCRETO		
					ELEMENTOS	CANTIDAD	UND
Díametro Nominal Maximo	-	ø3/4"	-	-	Agua (Calculado)	205	Lts
Módulo de finura	2.31	6.944	-	-	Relación de a/c	0.56	-
Pes.especifico seco	2600.00	2650.00	3210	Kg/mt <sup>3</sup>	Cemento	42.50	01 P3
Peso Unit. Compact	1727.10	1606.50	-	Kg/mt <sup>3</sup>	rf	47	%
Peso Unit. Suelto	1549.30	1399.00	-	Kg/mt <sup>3</sup>	rg	53	%
Absorción (%)	1.35	0.91	-	%	Aire atrapado	2.00	%
Humedad (%)	7.35	2.09	-	%	Slamp	4 "	Pulgada

**1.0.- DE LOS MATERIALES**

**1.1 Cemento**

Se utilizó CEMENTO ANDINO blsa negro portland tipo I, proporcionado por el peticionario.

**1.2 Arena Gruesa**

Consiste en una muestra natural de arena zarandeada procedente de la playa - río satipo.

**1.3 Piedra chancada**

Consiste en una muestra de rocas ígneas. Naturales de procedencia de la playa río satipo.

**1.4 Aditivo**

No hubo solicitud en empleo de ningún tipo de aditivo para este diseño, por el peticionario.

**2.0.- PARA EL DISEÑO DE LA MEZCLA FINAL SE EMPLEO EL CEMENTO CEMENTO ANDINO ASTM PORTLAND TIPO I**

**2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Denominación de la calidad del concreto a efectuar es : f'c = 210 Kg / Cm<sup>2</sup>

Asentamiento ó Slamp : 4"

Relación a/c de diseño : 0.56

Aditivo : No se usara ningún aditivo para este diseño de mezcla



Francisco Ceama Larico  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 62411

2.2 CANTIDAD DE MATERIAL SECO POR 01 MT3 DE CONCRETO EN LA OBRA

Cemento	: 367.12 Kg
Arena gruesa	: 816.35 Kg
Piedra	: 920.57 Kg
Agua	: 205.00 Lt

3.0.- CORRECCIONES EN LOS AGREGADOS POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN

3.1 CANTIDAD DE MATERIAL HÚMEDO POR 01 MT3 DE CONCRETO EN LA OBRA

Cemento	: 367.12 Kg
Arena gruesa	: 876.36 Kg
Piedra	: 939.81 Kg
Agua	: 145.16 Lt

3.2 PROPORCIONES APROXIMADAS EN PESO DE OBRA SERA

367.1 / 367.1 : 876.36 / 367.1 : 939.81 / 367.1 : 145.16 / 367.1 : Lts / Kgs

Cemento	: 1.00
Arena gruesa	: 2.39
Piedra	: 2.56
Agua	: 0.40 Lt/Kgs

4.0.- RESULTADO DEL DISEÑO DE CONCRETO EMPLEANDO METODO DEL A. C. I. (American Concrete Institute)

PARA UNA RESISTENCIA CONCRETO REQUERIDO DE :  $f'c = 210 \text{ Kg / Cm}^2$

DOSIFICACIÓN (Cemento, Agua y Materiales) DEL CONCRETO PARA 1.00 MT3, SEGÚN A LA RESISTENCIA SOLICITADO							
INSUMOS	AGREGADOS EN ESTADO SECO			AGREGADOS EN ESTADO HÚMEDO		DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS	
	Peso Seco	Vol.	D.U.S	Pesos húmedos Corregidos	D.U.O	Kilogramo (Kg / Blsa)	Volumen (p3/blsa)
Cemento	367.12	0.11	1.00	367.12	1.00	42.50 Kg	1.0 P3
Arena Guesa	816.35	0.31	2.22	876.36	2.39	101.45 Kg	2.4 P3
Piedra Chancada	920.57	0.35	2.51	939.81	2.56	108.80 Kg	2.6 P3
Agua	205.00	0.21	0.56	145.16	0.40	16.80 Lt	16.8 Lt
A.at (%)	2.000	0.020	-	-	-	-	-
	$\Sigma$	1.00					

NOTAS:

- 1).- Verificar el diseño propuesto, manteniendo un slamp de 3" - 4", según el contenido de la humedad en los agregados a pie, si habría variación en la humedad por precipitación pluvial en el momento, hacer un ajuste en el agua manteniendo el slamp de 3" - 4", según al tipo de vaciado
- 2).- Si habría duda en la dosificación con los agregados, solicitar un personal tecnico del laboratorio de lemmsa para su respectivo mezcla de proporciones de agregados insitu, antes de cualquier tipo de vaciado y calidad de concreto.
- 3).- Tratar de mejorar el agregado fino por mas granulado, por el tipo de vaciado
- 4).- Una vez entregado el informe no se podra efectuar ninguna modificación alguna.
- 5).- El laboratorio lemmsa, entrega solo 01 certificado original, si hay solicitud de otro certificado tendra que abonar otro derecho.



*Francisco*  
Francisco Cejuela Lario  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 62411

# **PERMEABILIDAD Y ABSORCION**



**RUC. 20609900327**

Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964  
 Jr. La Veracidad 7799, Los Olivos 15307  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe  
 Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN	Código	FOR-LAB-CO-015
		Revisión	1
		Aprobado	GCP
		Fecha	21/20/2020

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
 NTC 4483

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>AUTOR</b>	: ALDRIN NEIL HUARACA HUACCHA
<b>TESIS</b>	: INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO
<b>UBICACIÓN</b>	: SATIPO
	Fecha de vaciado : 16/06/2025
	Fecha de emisión: 25/07/2025

$F_c$  : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión Aplicada : 0.5 Mpa  
 Tiempo : 4 días

Probetas	Longitud de la muestra (h)	Area transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima (D)	Coefficiente de permeabilidad (k)	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m <sup>2</sup> )	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
	a/c =						
MC (100%C+0%CC+0%AL) - A	0.30	0.012	345600	1.510	0.027	3.12E-11	3.12E-11

k = coeficiente de permeabilidad en m/s  
 D = profundidad de penetración en m  
 T = tiempo de penetración en segundos  
 h = cabeza de presión en m  
 v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 \cdot v}{2 T h}$$

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
 ENSAYO DE MATERIALES Katherine A. Jordano Rodriguez TEC. DE LABORATORIO	 <b>GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS</b> Gilder Garcia Guzman INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 <b>GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC</b> CONTROL DE CALIDAD José L. López García Técnico de Laboratorio
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

**GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS**

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)



**RUC. 20609900327**

Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964  
 Jr. La Veracidad 7799, Los Olivos 15307  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe  
 Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN	Código	FOR-LAB-CO-015
		Revisión	1
		Aprobado	GCP
		Fecha	21/20/2020

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
 NTC 4483

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>AUTOR</b>	: ALDRIN NEIL HUARACA HUACCHA		
<b>TESIS</b>	: INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO		
<b>UBICACIÓN</b>	: SATIPO	<b>Fecha de vaciado</b>	: 16/06/2025
		<b>Fecha de emisión:</b>	25/07/2025

$F_c$  : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión Aplicada : 0.5 Mpa  
 Tiempo : 4 días

Probetas	Longitud de la muestra (h)	Area transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima (D)	Coefficiente de permeabilidad (k)	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m <sup>2</sup> )	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
	a/c =						
MC (100%C+0%CC+0%AL) - B	0.30	0.012	345600	1.510	0.028	3.36E-11	3.36E-11

k = coeficiente de permeabilidad en m/s  
 D = profundidad de penetración en m  
 T = tiempo de penetración en segundos  
 h = cabeza de presión en m  
 v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 + v}{2 T h}$$

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC

Elaborado por:  ENSAYO DE MATERIALES Katherine A. Toribio Rodriguez TEC. DE LABORATORIO	Revisado por:  GILDER GARCIA GUZMÁN INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD José L. Lopez Garcia Técnico de Laboratorio
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

**GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC**

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)



**RUC. 20609900327**

Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964  
 Jr. La Veracidad 7799, Los Olivos 15307  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe  
 Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN	Código	FOR-LAB-CO-015
		Revisión	1
		Aprobado	GCP
		Fecha	21/20/2020

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
 NTC 4483

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
AUTOR	: ALDRIN NEIL HUARACA HUACCHA		
TESIS	: INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO		
UBICACIÓN	: SATIPO	Fecha de vaciado	: 16/06/2025
		Fecha de emisión:	: 25/07/2025

$F'c$  : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión Aplicada : 0.5 Mpa  
 Tiempo : 4 días

Probetas	Longitud de la muestra (h)	Area transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima (D)	Coefficiente de permeabilidad (k)	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m <sup>2</sup> )	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
	a/c =						
MC (100%C+0%CC+0%AL) - C	0.30	0.012	345600	1.510	0.029	3.60E-11	3.60E-11

k = coeficiente de permeabilidad en m/s  
 D = profundidad de penetración en m  
 T = tiempo de penetración en segundos  
 h = cabeza de presión en m  
 v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 \cdot v}{2 T h}$$

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC

Elaborado por:  Katherine R. Toribio Rodriguez Téc. de Laboratorio	Revisado por:  Gilder Garcia Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por:  José L. López García Técnico de Laboratorio
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

**GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS**

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)



**RUC. 20609900327**

Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964  
 Jr. La Veracidad 7799, Los Olivos 15307  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe  
 Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN	Código	FOR-LAB-CO-015
		Revisión	1
		Aprobado	GCP
		Fecha	21/20/2020

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
 NTC 4483

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>AUTOR</b>	: ALDRIN NEIL HUARACA HUACCHA		
<b>TESIS</b>	: INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO		
<b>UBICACIÓN</b>	: SATIPO	<b>Fecha de vaciado</b>	: 17/06/2025
		<b>Fecha de emisión:</b>	25/07/2025

$F_c$  : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión Aplicada : 0.5 Mpa  
 Tiempo : 4 días

Probetas	Longitud de la muestra (h)	Area transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima (D)	Coefficiente de permeabilidad (k)	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m <sup>2</sup> )	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
a/c =							
ME1 (97%C+1%CC+2%CA) L - A	0.30	0.012	345600	1.500	0.025	2.66E-11	2.66E-11

k = coeficiente de permeabilidad en m/s  
 D = profundidad de penetración en m  
 T = tiempo de penetración en segundos  
 h = cabeza de presión en m  
 v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 \cdot v}{2 T h}$$

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
 ENSAYO DE MATERIALES Katherine R. Toribio Rodriguez TEG. DE LABORATORIO	 <b>GEOCONTROL PERU</b> SAC Y SERVICIOS Gilder Garcia Guzman INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	<b>GEOCONTROL PERU</b> SAC Y SERVICIOS CONTROL DE CALIDAD José L. Lopez Garcia Técnico de Laboratorio
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

**GEOCONTROL PERU SAC Y SERVICIOS**

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)



**RUC. 20609900327**

Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964  
 Jr. La Veracidad 7799, Los Olivos 15307  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe  
 Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN	Código	FOR-LAB-CO-015
		Revisión	1
		Aprobado	GCP
		Fecha	21/20/2020

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
 NTC 4483

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>AUTOR</b>	: ALDRIN NEIL HUARACA HUACCHA		
<b>TESIS</b>	: INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO		
<b>UBICACIÓN</b>	: SATIPO	<b>Fecha de vaciado</b>	: 17/06/2025
		<b>Fecha de emisión</b>	: 25/07/2025

$F_c$  : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión Aplicada : 0.5 Mpa  
 Tiempo : 4 días

Probetas	Longitud de la muestra (h)	Area transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima (D)	Coefficiente de permeabilidad (k)	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m <sup>2</sup> )	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
a/c =							
ME1 (97%C+1%CC+2%CAL) - B	0.30	0.012	345600	1.500	0.026	2.88E-11	2.88E-11

k = coeficiente de permeabilidad en m/s  
 D = profundidad de penetración en m  
 T = tiempo de penetración en segundos  
 h = cabeza de presión en m  
 v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 \cdot v}{2 T h}$$

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC

<b>Elaborado por:</b>  ENSAYO DE MATERIALES Katherine R. Toribio Rodriguez T.E.C. DE LABORATORIO	<b>Revisado por:</b>  Gilder Garcia Guzman INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	<b>Aprobado por:</b>  CONTROL DE CALIDAD José L. Lopez Garcia Técnico de Laboratorio
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad GEOCONTROL PERU</b>

**GEOCONTROL PERU SAC Y SERVICIOS**

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)



**RUC. 20609900327**

Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964  
 Jr. La Veracidad 7799, Los Olivos 15307  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe  
 Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN	Código	FOR-LAB-CO-016
		Revisión	1
		Aprobado	GCP
		Fecha	21/20/2020

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
 NTC 4483

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>AUTOR</b>	: ALDRIN NEIL HUARACA HUACCHA		
<b>TESIS</b>	: INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO		
<b>UBICACIÓN</b>	: SATIPO	<b>Fecha de vaciado</b>	: 17/06/2025
		<b>Fecha de emisión:</b>	25/07/2025

$F_c$  : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión Aplicada : 0.5 Mpa  
 Tiempo : 4 días

Probetas	Longitud de la muestra (h)	Area transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima (D)	Coefficiente de permeabilidad (k)	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m <sup>2</sup> )	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
	a/c =						
ME1 (97%C+1%CC+2%CA) L - C	0.30	0.012	345600	1.500	0.029	3.58E-11	3.58E-11

k = coeficiente de permeabilidad en m/s  
 D = profundidad de penetración en m  
 T = tiempo de penetración en segundos  
 h = cabeza de presión en m  
 v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 \cdot v}{2 T h}$$

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC

	<b>Revisado por:</b>  <b>Gilder Gareza Guzmán</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	<b>Aprobado por:</b>  <b>CONTROL DE CALIDAD</b> José L. López García Técnico de Laboratorio
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

**GEOCONTROL PERU SAC Y SERVICIOS**

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)



**RUC. 20609900327**

Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964  
 Jr. La Veracidad 7799, Los Olivos 15307  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe  
 Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN	Código	FOR-LAB-CO-015
		Revisión	1
		Aprobado	GCP
		Fecha	21/20/2020

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
 NTC 4483

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
AUTOR	: ALDRIN NEIL HUARACA HUACCHA		
TESIS	: INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO		
UBICACIÓN	: SATIPO	Fecha de vaciado	: 19/06/2025
		Fecha de emisión:	: 25/07/2025

$F_c$  : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión Aplicada : 0.5 Mpa  
 Tiempo : 4 días

Probetas	Longitud de la muestra (h)	Area transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima (D)	Coefficiente de permeabilidad (k)	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m <sup>2</sup> )	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
	a/c =						
ME2 (95%C+2%CC+3%CA L) - A	0.30	0.012	345600	1.510	0.016	1.10E-11	1.10E-11

k = coeficiente de permeabilidad en m/s  
 D = profundidad de penetración en m  
 T = tiempo de penetración en segundos  
 h = cabeza de presión en m  
 v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 + v}{2 T h}$$

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción comercial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC

	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		 <b>Gilder Garcia Guzmán</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 <b>José L. López García</b> Técnico de Laboratorio
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU	

**GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS**

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)



**RUC. 20609900327**

Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964  
 Jr. La Veracidad 7799, Los Olivos 15307  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe  
 Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN	Código	FOR-LAB-CO-015
		Revisión	1
		Aprobado	GCP
		Fecha	21/20/2020

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
 NTC 4483

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>AUTOR</b>	: ALDRIN NEIL HUARACA HUACCHA		
<b>TESIS</b>	: INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO		
<b>UBICACIÓN</b>	: SATIPO	<i>Fecha de vaciado</i> : 19/06/2025	<i>Fecha de emisión:</i> 25/07/2025

*F<sub>c</sub>* : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
*Presión Aplicada* : 0.5 Mpa  
*Tiempo* : 4 días

Probetas	Longitud de la muestra (h)	Area transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima (D)	Coefficiente de permeabilidad (k)	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m <sup>2</sup> )	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
a/c =							
ME2 (95%C+2%CC+3%CA L) - B	0.30	0.012	345600	1.510	0.017	1.24E-11	1.24E-11

k = coeficiente de permeabilidad en m/s  
 D = profundidad de penetración en m  
 T = tiempo de penetración en segundos  
 h = cabeza de presión en m  
 v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 \cdot v}{2.7 \cdot h}$$

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC

<b>Elaborado por:</b>  ENSAYO DE MATERIALES Katherine R. Toribio Rodriguez TECNICO DE LABORATORIO	<b>Revisado por:</b>  GILDER GARCÍA GUZMÁN INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	<b>Aprobado por:</b>  CONTROL DE CALIDAD José L. López García Técnico de Laboratorio
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

**GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS**

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)



**RUC. 20609900327**

Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964  
 Jr. La Veracidad 7799, Los Olivos 15307  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe  
 Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN	Código	FOR-LAB-CO-015
		Revisión	1
		Aprobado	GCP
		Fecha	21/20/2020

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
 NTC 4483

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>AUTOR</b>	: ALDRIN NEIL HUARACA HUACCHA		
<b>TESIS</b>	: INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO		
<b>UBICACIÓN</b>	: SATIPO	<i>Fecha de vaciado</i> : 19/06/2025	<i>Fecha de emisión</i> : 25/07/2025

$F_c$  : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión Aplicada : 0.5 Mpa  
 Tiempo : 4 días

Probetas	Longitud de la muestra (h)	Area transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima (D)	Coefficiente de permeabilidad (k)	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m <sup>2</sup> )	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
a/c =							
ME2 (95%C+2%CC+3%CA L) - C	0.30	0.012	345600	1.510	0.018	1.39E-11	1.39E-11

k = coeficiente de permeabilidad en m/s  
 D = profundidad de penetración en m  
 T = tiempo de penetración en segundos  
 h = cabeza de presión en m  
 v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 + v}{2 T h}$$

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC

<b>Elaborado por:</b>  <b>ENSAYO DE MATERIALES</b> <i>Arbente R. Toribio Rodriguez</i> TEG. DE LABORATORIO	<b>Revisado por:</b>  <b>Gilder García Guzmán</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	<b>Aprobado por:</b>  <b>GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC</b> CONTROL DE CALIDAD José L. López García Técnico de Laboratorio
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

**GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC**

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)



**RUC. 20609900327**

Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964  
 Jr. La Veracidad 7799, Los Olivos 15307  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe  
 Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN	Código	FOR-LAB-CO-015
		Revisión	1
		Aprobado	GCP
		Fecha	21/20/2020

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
 NTC 4483

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>AUTOR</b>	: ALDRIN NEIL HUARACA HUACCHA		
<b>TESIS</b>	: INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO		
<b>UBICACIÓN</b>	: SATIPO	<i>Fecha de vaciado</i> : 20/06/2025	<i>Fecha de emisión:</i> 25/07/2025

$F_c$  : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión Aplicada : 0.5 Mpa  
 Tiempo : 4 días

Probetas	Longitud de la muestra (h)	Area transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima (D)	Coefficiente de permeabilidad (k)	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m <sup>2</sup> )	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
a/c =							
ME3 (93%C+3%CC+4%CA L) - A	0.30	0.012	345600	1.500	0.027	3.10E-11	3.10E-11

k = coeficiente de permeabilidad en m/s  
 D = profundidad de penetración en m  
 T = tiempo de penetración en segundos  
 h = cabeza de presión en m  
 v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 \cdot v}{2 T h}$$

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
	 <b>GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS</b> <b>Gilder García Guzmán</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 <b>GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS</b> CONTROL DE CALIDAD <b>José L. López García</b> Técnico de Laboratorio
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

**GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS**

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)



**RUC. 20609900327**

Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964  
 Jr. La Veracidad 7799, Los Olivos 15307  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe  
 Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN	Código	FOR-LAB-CO-015
		Revisión	1
		Aprobado	GCP
		Fecha	21/20/2020

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
 NTC 4483

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>AUTOR</b>	: ALDRIN NEIL HUARACA HUACCHA		
<b>TESIS</b>	: INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO		
<b>UBICACIÓN</b>	: SATIPO	<b>Fecha de vaciado</b>	: 20/06/2025
		<b>Fecha de emisión:</b>	25/07/2025

$F_c$  : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión Aplicada : 0.5 Mpa  
 Tiempo : 4 días

Probetas	Longitud de la muestra (h)	Area transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima (D)	Coefficiente de permeabilidad (k)	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m <sup>2</sup> )	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
	a/c =						
ME3 (93%C+3%CC+4%CAL) - B	0.30	0.012	345600	1.500	0.028	3.34E-11	3.34E-11

k = coeficiente de permeabilidad en m/s  
 D = profundidad de penetración en m  
 T = tiempo de penetración en segundos  
 h = cabeza de presión en m  
 v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 \cdot v}{2 T h}$$

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
 Katherine A. Toribio Rodriguez Téc. de Laboratorio	 Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 CONTROL DE CALIDAD José L. López García Técnico de Laboratorio Control de Calidad GEOCONTROL PERU
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

**GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC**

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)



**RUC. 20609900327**

Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964  
 Jr. La Veracidad 7799, Los Olivos 15307  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe  
 Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN	Código	FOR-LAB-CO-015
		Revisión	1
		Aprobado	GCP
		Fecha	21/20/2020

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
 NTC 4483

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>AUTOR</b>	: ALDRIN NEIL HUARACA HUACCHA
<b>TESIS</b>	: INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO
<b>UBICACIÓN</b>	: SATIPO
	Fecha de vaciado : 20/06/2025
	Fecha de emisión: 25/07/2025

$F_c$  : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión Aplicada : 0.5 Mpa  
 Tiempo : 4 días





Probetas	Longitud de la muestra (h)	Area transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima (D)	Coefficiente de permeabilidad (k)	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m <sup>2</sup> )	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
	a/c =						
ME3 (93%C+3%CC+4%CA L) - C	0.30	0.012	345600	1.500	0.025	2.66E-11	2.66E-11

k = coeficiente de permeabilidad en m/s  
 D = profundidad de penetración en m  
 T = tiempo de penetración en segundos  
 h = cabeza de presión en m  
 v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 \cdot v}{2 T h}$$

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC

<b>Elaborado por:</b>  <b>ENSAYO DE MATERIALES</b> Katherine R. Toribio Rodríguez TEC. DE LABORATORIO <b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Revisado por:</b>   <b>Gilder García Guzmán</b> INGENIERO CIVIL CIP-15-249344- <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Aprobado por:</b>   <b>CONTROL DE CALIDAD</b> José L. López García <b>Control de Calidad GEOCONTROL PERU</b>
--	---	--

**GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS**

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)



**RUC. 20609900327**

Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964  
 Jr. La Veracidad 7799, Los Olivos 15307  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe  
 Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN	Código	FOR-LAB-CO-015
		Revisión	1
		Aprobado	GCP
		Fecha	21/20/2020

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
 NTC 4483

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
AUTOR	: ALDRIN NEIL HUARACA HUACCHA
TESIS	: INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO
UBICACIÓN	: SATIPO
	Fecha de vaciado : 21/06/2025
	Fecha de emisión: 25/07/2025

F<sub>c</sub> : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión Aplicada : 0.5 Mpa  
 Tiempo : 4 días

Probetas	Longitud de la muestra (h)	Area transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima (D)	Coefficiente de permeabilidad (k)	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m <sup>2</sup> )	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
a/c =							
ME4 (91%C+4%CC+5%CA L) - A	0.30	0.012	345600	1.510	0.028	3.36E-11	3.36E-11

k = coeficiente de permeabilidad en m/s  
 D = profundidad de penetración en m  
 T = tiempo de penetración en segundos  
 h = cabeza de presión en m  
 v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 \cdot v}{2 T h}$$

**OBSERVACIONES:**

\* Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>ENSAYO DE MATERIALES</b> Katherine R. Toribio Rodríguez TEG. DE LABORATORIO	 <b>GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C.</b> Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 <b>GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C.</b> CONTROL DE CALIDAD José L. López García Técnico de Laboratorio
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

**GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C.**

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)



**RUC. 20609900327**

Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964  
 Jr. La Veracidad 7799, Los Olivos 15307  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe  
 Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN	Código	FOR-LAB-CO-015
		Revisión	1
		Aprobado	GCP
		Fecha	21/20/2020

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
 NTC 4483

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
AUTOR	: ALDRIN NEIL HUARACA HUACCHA		
TESIS	: INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO		
UBICACIÓN	: SATIPO	Fecha de vaciado	: 21/06/2025
		Fecha de emisión:	: 25/07/2025

$F_c$  : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión Aplicada : 0.5 Mpa  
 Tiempo : 4 días

Probetas	Longitud de la muestra (h)	Area transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima (D)	Coefficiente de permeabilidad (k)	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m <sup>2</sup> )	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
a/c =							
ME4 (91%C+4%CC+5%CA L) - B	0.30	0.012	345600	1.510	0.027	3.12E-11	3.12E-11

k = coeficiente de permeabilidad en m/s  
 D = profundidad de penetración en m  
 T = tiempo de penetración en segundos  
 h = cabeza de presión en m  
 v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 \cdot v}{2 T h}$$

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <b>Gilder Garcia Guzman</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 <b>José L. López García</b> TÉCNICO DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

**GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC**

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)



**RUC. 20609900327**

Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964  
 Jr. La Veracidad 7799, Los Olivos 15307  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe  
 Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN</b>	Código	FOR-LAB-CO-015
		Revisión	1
		Aprobado	GCP
		Fecha	21/20/2020

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
 NTC 4483

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>AUTOR</b>	: ALDRIN NEIL HUARACA HUACCHA
<b>TESIS</b>	: INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO
<b>UBICACIÓN</b>	: SATIPO
	Fecha de vaciado : 21/06/2025
	Fecha de emisión: 25/07/2025

$F_c$  : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión Aplicada : 0.5 Mpa  
 Tiempo : 4 días


Probetas	Longitud de la muestra (h)	Area transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima (D)	Coefficiente de permeabilidad (k)	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m <sup>2</sup> )	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
a/c =							
ME4 (91% C + 4% CC + 5% CA L) - C	0.30	0.012	345600	1.510	0.0276	3.27E-11	3.27E-11

k = coeficiente de permeabilidad en m/s  
 D = profundidad de penetración en m  
 T = tiempo de penetración en segundos  
 h = cabeza de presión en m  
 v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 + v}{2 T h}$$

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC

<b>Elaborado por:</b>  <b>ENSAYO DE MATERIALES</b> Katherine R. Toribio Rodriguez T.E.C. DE LABORATORIO	<b>Revisado por:</b>  <b>GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS</b> Gilder Garcia Guzman INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	<b>Aprobado por:</b>  <b>GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS</b> CONTROL DE CALIDAD Jose L. Lopez Garcia Técnico de Laboratorio
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

**GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS**

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)



**RUC. 20609900327**

Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964  
 Jr. La Veracidad 7799, Los Olivos 15307  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe  
 Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO METODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO
-------------------------------------	---

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
 ASTM C642 / NTP 339.187

TESIS	"INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO"
SOLICITANTE	ALDRIN NEIL HUARACA HUACCHA

Tipo de muestra	: Concreto endurecido
Diseño (f'c)	: 210 kg/cm2
fecha de emisión	: 25/07/2025

IDENTIFICACIÓN	RESULTADOS	ABSORCIÓN DESPUÉS DE LA INMERSIÓN	ABSORCIÓN DESPUÉS DE LA INMERSIÓN Y EBULLICIÓN	DENSIDAD APARENTE, SECA (g/cm <sup>3</sup> )	DENSIDAD APARENTE, DESPUÉS DE LA INMERSIÓN (g/cm <sup>3</sup> )	DENSIDAD APARENTE, DESPUÉS DE LA INMERSIÓN Y EBULLICIÓN (g/cm <sup>3</sup> )	DENSIDAD APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )	VOLUMEN DEL ESPACIO POROSO PERMEABLE VACÍOS
MC (100%C+0%CC+0%CAL)		7.4%	7.6%	2.113	2.270	2.272	2.912	15.9%
		7.4%	7.5%	2.100	2.255	2.257	2.491	15.7%
		6.3%	6.5%	2.138	2.273	2.276	2.481	13.3%
ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)		6.7%	6.9%	2.138	2.282	2.285	2.508	14.8%
		6.5%	6.7%	2.147	2.288	2.291	2.507	14.4%
		7.3%	7.5%	2.138	2.294	2.297	2.543	15.9%
ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)		6.9%	7.0%	2.154	2.302	2.306	2.539	15.2%
		6.6%	6.7%	2.147	2.289	2.291	2.509	14.4%
		6.9%	7.0%	2.259	2.414	2.416	2.685	15.6%
ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)		7.1%	7.1%	2.141	2.292	2.294	2.528	15.3%
		6.8%	7.0%	2.186	2.335	2.338	2.578	15.2%
		6.8%	6.9%	2.124	2.268	2.269	2.486	14.6%
ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)		6.9%	7.0%	2.112	2.258	2.261	2.482	14.9%
		7.8%	7.7%	2.111	2.270	2.273	2.519	16.2%
		6.5%	6.6%	2.128	2.283	2.287	2.475	14.1%

OBSERVACIONES:

\* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin autorización escrita del área de calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS

 Elaborado por: <b>Catherine R. Turbio Rodriguez</b> TEG DE LABORATORIO Jefe de Laboratorio	Revisado por:  <b>Gilder Guzmán</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 199741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  <b>José López García</b> CONTROL DE CALIDAD Técnico de Laboratorio Control de Calidad GEOCONTROL PERU
---	---	---

**GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS**

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)

# **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

## CERTIFICADO N° 261 LEMMSA

### INFORME N° 01

**TESISTA** : ALDRIN NEIL HUARANCCA HUACCHA  
**ASESOR** : Dr. MUÑIZ PAUCAR MAYTA, Abel Alberto  
**DEL** : Laboratorio Ensayo De Materiales ( LEMMSA )  
**NOMBRE DE TESIS** : "INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO"  
**ASUNTO** : Ensayo De Resistencia a la Compresión Diametral  
**1.0 DE LA MUESTRA** : Moldes De Probetas Cilíndricas Standart  
**2.0 DEL EQUIPO** : Prensa marca PERUTEST - STYE - 2000  
**3.0 NORMAS DE ENSAYO** : NTP 339-034 - ASTM C-39, C-617  
**4.0 RESULTADOS** : En El Cuadro Sinóptico Siguiente

N°	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE OBTEN.	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	DIAM. (cm)	AREA (cm2)	CARGA ROT. ( KN. )	CARGA ROT. ( Kg )	RESIST. COMPR. (kg/cm2)	PORCENT. (%) DE ROTURA
1	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	16/06/2025	23/06/2025	7	15.00	176.71	298.01	30388.08	171.96	81.89%
2	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	16/06/2025	23/06/2025	7	15.00	176.71	310.22	31633.13	179.01	85.24%
3	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	16/06/2025	23/06/2025	7	15.00	176.71	294.64	30044.44	170.02	80.96%
4	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	17/06/2025	24/06/2025	7	15.00	176.71	333.85	34042.68	192.64	91.73%
5	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	17/06/2025	24/06/2025	7	15.00	176.71	336.73	34336.36	194.3	92.52%
6	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	17/06/2025	24/06/2025	7	15.00	176.71	348.98	35585.49	201.37	95.89%
7	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	19/06/2025	26/06/2025	7	15.00	176.71	386.06	39366.54	222.77	106.08%
8	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	19/06/2025	26/06/2025	7	15.00	176.71	379.03	38649.69	218.71	104.15%
9	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	19/06/2025	26/06/2025	7	15.00	176.71	381.99	38951.52	220.42	104.96%
10	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	20/06/2025	27/06/2025	7	15.00	176.71	307.24	31329.26	177.29	84.42%
11	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	20/06/2025	27/06/2025	7	15.00	176.71	309.66	31576.03	178.68	85.09%
12	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	20/06/2025	27/06/2025	7	15.00	176.71	315.13	32133.81	181.84	86.59%
13	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	21/06/2025	28/06/2025	7	15.00	176.71	290.06	29577.42	167.37	79.70%
14	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	21/06/2025	28/06/2025	7	15.00	176.71	297.94	30380.94	171.92	81.87%
15	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	21/06/2025	28/06/2025	7	15.00	176.71	292.11	29786.46	168.56	80.27%

5. OBSERVACIONES : La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación ha sido proporcionadas por el solicitante.

ING. RESP. : F.CC.L.

**NOTAS:**

- 1).- Una vez entregado el informe no se podrá efectuar ninguna modificación alguna.
- 2).- El laboratorio lemmsa, entrega solo 01 certificado original, si hay solicitud de otro certificado tendrá que abonar otro derecho por duplicado.



## CERTIFICADO N° 262 LEMMSA

### INFORME N° 02

TESISTA : ALDRIN NEIL HUARANCCA HUACCHA  
 ASESOR : Dr. MUÑIZ PAUCARMAYTA, Abel Alberto  
 DEL : Laboratorio Ensayo De Materiales ( LEMMSA )  
 NOMBRE DE TESIS : "INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO"  
 ASUNTO : Ensayo De Resistencia a la Compresión Diametral  
 1.0 DE LA MUESTRA : Moldes De Probetas Cilíndricas Standart  
 2.0 DEL EQUIPO : Prensa marca PERUTEST - STYE - 2000  
 3.0 NORMAS DE ENSAYO : NTP 339-034 - ASTM C-39, C-617  
 4.0 RESULTADOS : En El Cuadro Sinóptico Siguiente

N°	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE OBTEN.	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	DIAM. (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA ROT. (KN.)	CARGA ROT. (Kg)	RESIST. COMPR. (kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENT. (%) DE ROTURA
1	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	16/06/2025	30/06/2025	14	15.00	176.71	335.42	34202.78	193.55	92.17%
2	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	16/06/2025	30/06/2025	14	15.00	176.71	330.62	33713.32	190.78	90.85%
3	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	16/06/2025	30/06/2025	14	15.00	176.71	340.48	34718.75	196.47	93.56%
4	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	17/06/2025	01/07/2025	14	15.00	176.71	359.67	36675.55	207.54	98.83%
5	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	17/06/2025	01/07/2025	14	15.00	176.71	361.50	36862.16	208.6	99.33%
6	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	17/06/2025	01/07/2025	14	15.00	176.71	372.14	37947.12	214.74	102.26%
7	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	19/06/2025	03/07/2025	14	15.00	176.71	430.45	43892.99	248.38	118.28%
8	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	19/06/2025	03/07/2025	14	15.00	176.71	421.52	42982.39	243.23	115.82%
9	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	19/06/2025	03/07/2025	14	15.00	176.71	423.62	43196.53	244.44	116.40%
10	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	20/06/2025	04/07/2025	14	15.00	176.71	368.99	37625.91	212.92	101.39%
11	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	20/06/2025	04/07/2025	14	15.00	176.71	375.55	38294.83	216.7	103.19%
12	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	20/06/2025	04/07/2025	14	15.00	176.71	359.61	36669.43	207.51	98.81%
13	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	21/06/2025	05/07/2025	14	15.00	176.71	325.00	33140.25	187.54	89.30%
14	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	21/06/2025	05/07/2025	14	15.00	176.71	329.39	33587.9	190.07	90.51%
15	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	21/06/2025	05/07/2025	14	15.00	176.71	330.12	33662.34	190.49	90.71%

5. OBSERVACIONES : La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación ha sido proporcionadas por el solicitante.

ING. RESP. : F.C.C.L.

NOTAS:

- 1).- Una vez entregado el informe no se podrá efectuar ninguna modificación alguna.
- 2).- El laboratorio lemmsa, entrega solo 01 certificado original, si hay solicitud de otro certificado tendra que abonar otro derecho por duplicado.



*Francisco Ceama Larico*  
 Francisco Ceama Larico  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 62411

## CERTIFICADO N° 263 LEMMSA

### INFORME N° 03

TESISTA : ALDRIN NEIL HUARANCCA HUACCHA  
 ASESOR : Dr. MUÑIZ PAUCARMAYTA, Abel Alberto  
 DEL : Laboratorio Ensayo De Materiales ( LEMMSA )  
 NOMBRE DE TESIS : "INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO"  
 ASUNTO : Ensayo De Resistencia a la Compresión Diametral  
 1.0 DE LA MUESTRA : Moldes De Probetas Cilíndricas Standart  
 2.0 DEL EQUIPO : Prensa marca PERUTEST - STYE - 2000  
 3.0 NORMAS DE ENSAYO : NTP 339-034 - ASTM C-39, C-617  
 4.0 RESULTADOS : En El Cuadro Sinóptico Siguiente

N°	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE OBTEN.	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	DIAM. (cm)	AREA (cm2)	CARGA ROT. (KN.)	CARGA ROT. (Kg)	RESIST. COMPR. (kg/cm2)	PORCENT. (%) DE ROTURA
1	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	16/06/2025	14/07/2025	28	15.00	176.71	380.34	38783.27	219.47	104.51%
2	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	16/06/2025	14/07/2025	28	15.00	176.71	384.01	39157.5	221.59	105.52%
3	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	16/06/2025	14/07/2025	28	15.00	176.71	389.22	39688.76	224.59	106.95%
4	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	17/06/2025	15/07/2025	28	15.00	176.71	428.41	43684.97	247.21	117.72%
5	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	17/06/2025	15/07/2025	28	15.00	176.71	433.23	44176.46	249.99	119.04%
6	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	17/06/2025	15/07/2025	28	15.00	176.71	425.66	43404.55	245.62	116.96%
7	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	19/06/2025	17/07/2025	28	15.00	176.71	437.37	44598.62	252.38	120.18%
8	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	19/06/2025	17/07/2025	28	15.00	176.71	441.68	45038.11	254.86	121.36%
9	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	19/06/2025	17/07/2025	28	15.00	176.71	453.16	46208.73	261.49	124.52%
10	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	20/06/2025	18/07/2025	28	15.00	176.71	392.90	40064.01	226.72	107.96%
11	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	20/06/2025	18/07/2025	28	15.00	176.71	394.16	40192.5	227.44	108.30%
12	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	20/06/2025	18/07/2025	28	15.00	176.71	386.17	39377.75	222.83	106.11%
13	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	21/06/2025	19/07/2025	28	15.00	176.71	377.64	38507.95	217.91	103.77%
14	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	21/06/2025	19/07/2025	28	15.00	176.71	383.95	39151.38	221.55	105.50%
15	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	21/06/2025	19/07/2025	28	15.00	176.71	369.75	37703.41	213.36	101.60%

5. OBSERVACIONES : La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación ha sido proporcionadas por el solicitante.

ING. RESP. : F.C.C.L

NOTAS:

- 1).- Una vez entregado el informe no se podrá efectuar ninguna modificación alguna.
- 2).- El laboratorio lemmsa, entrega solo 01 certificado original, si hay solicitud de otro certificado tendra que abonar otro derecho por duplicado.



Francisco Ccama Larico  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 62411

# **RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

## CERTIFICADO N° 264 - LEMMSA

### INFORME N° 01

**TESISTA** : ALDRIN NEIL HUARANCCA HUACCHA  
**ASESOR** : Dr. MUÑOZ PAUCARMAYTA, Abel Alberto  
**DEL** : Laboratorio Ensayo De Materiales ( LEMMSA )  
**NOMBRE DE TESIS** : "INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO"  
**ASUNTO** : Ensayo De Resistencia a la Flexión De Concreto en Vigas  
**1.0 DE LA MUESTRA** : Molde De Vigueta De Flexión Standart  
**2.0 DEL EQUIPO** : Prensa marca PERUTEST - STYE - 2000  
**3.0 NORMAS DE ENSAYO** : NTP 339-078 - ASTM C-78, C-293  
**4.0 RESULTADOS** : En El Cuadro Sinóptico Siguiente

N°	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE OBTEN.	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	LONGITUD PROM. DE LA VIGA (L) (cm)	ANCHO PROM. DE LA VIGA (A) (cm)	ALTURA PROM. DE LA VIGA (H) (cm)	CARGA ROT. (KN.)	CARGA ROT. (Kg)	RESIST. FLEXIÓN. (kg/cm2)	ZONA DE FRACTURA
1	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	23/06/2025	30/06/2025	7	45.00	50.30	15.25	15.00	23.60	2406.492	31.56	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
2	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	23/06/2025	30/06/2025	7	45.00	50.40	15.30	15.10	23.72	2418.7284	31.20	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
3	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	23/06/2025	30/06/2025	7	45.00	50.30	15.25	15.10	23.83	2429.9451	31.45	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
4	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	25/06/2025	02/07/2025	7	45.00	50.20	15.30	15.10	24.72	2520.6984	32.52	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
5	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	25/06/2025	02/07/2025	7	45.00	50.30	15.25	15.00	24.03	2450.3391	32.14	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
6	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	25/06/2025	02/07/2025	7	45.00	50.40	15.30	15.10	24.37	2485.0089	32.05	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
7	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	26/06/2025	03/07/2025	7	45.00	50.10	15.15	15.10	25.10	2559.447	33.34	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
8	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	26/06/2025	03/07/2025	7	45.00	50.40	15.20	15.15	24.98	2547.2106	32.86	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
9	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	26/06/2025	03/07/2025	7	45.00	50.20	15.10	15.20	25.77	2627.7669	33.89	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
10	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	27/06/2025	04/07/2025	7	45.00	50.05	15.05	15.20	23.98	2445.2406	31.65	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
11	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	27/06/2025	04/07/2025	7	45.00	50.50	15.00	15.15	24.09	2456.4573	32.11	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
12	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	27/06/2025	04/07/2025	7	45.00	50.30	15.05	15.00	23.45	2391.1965	31.78	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
13	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	28/06/2025	05/07/2025	7	45.00	50.40	15.25	15.25	23.92	2439.1224	30.95	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
14	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	28/06/2025	05/07/2025	7	45.00	50.40	15.10	15.10	23.10	2355.507	30.79	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
15	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	28/06/2025	05/07/2025	7	45.00	50.30	15.15	15.20	23.82	2428.9254	31.23	DENTRO DEL TERCIO MEDIO

**5. OBSERVACIONES** : La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación ha sido proporcionadas por el solicitante.

ING. RESP. : F.CC.L.

**NOTAS:**

- 1).- Una vez entregado el informe no se podrá efectuar ninguna modificación alguna.
- 2).- El laboratorio Lemmsa, entrega solo 01 certificado original, si hay solicitud de otro certificado tendrá que abonar otro derecho por duplicado.



  
 Francisco Ceama Larico  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 62411

## CERTIFICADO N° 265 - LEMMSA

### INFORME N° 02

**TESISTA** : ALDRIN NEIL HUARANCCA HUACCHA  
**ASESOR** : Dr. MUÑOZ PAUCARMAYTA, Abel Alberto  
**DEL** : Laboratorio Ensayo De Materiales ( LEMMSA )  
**NOMBRE DE TESIS** : "INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO"  
**ASUNTO** : Ensayo De Resistencia a la Flexion De Concreto en Vigas  
**1.0 DE LA MUESTRA** : Moldes De Vigueta De Flexión Standart  
**2.0 DEL EQUIPO** : Prensa marca PERUTEST - STYE - 2000  
**3.0 NORMAS DE ENSAYO** : NTP 339-078 - ASTM C-78, C-293  
**4.0 RESULTADOS** : En El Cuadro Sinóptico Siguiente

N°	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE OBTEN.	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	LONGITUD PROM. DE LA VIGA (L) (cm)	ANCHO PROM. DE LA VIGA (A) (cm)	ALTURA PROM. DE LA VIGA (H) (cm)	CARGA ROT. (KN.)	CARGA ROT. (Kg)	RESIST. FLEXIÓN. (kg/cm2)	ZONA DE FRACTURA
1	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	23/06/2025	07/07/2025	14	45.00	50.20	14.95	15.05	24.86	2534.974	33.69	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
2	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	23/06/2025	07/07/2025	14	45.00	50.30	15.10	15.10	24.65	2513.561	32.85	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
3	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	23/06/2025	07/07/2025	14	45.00	50.10	15.15	15.20	25.26	2575.762	33.11	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
4	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	25/06/2025	09/07/2025	14	45.00	50.20	15.25	15.05	26.01	2652.24	34.55	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
5	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	25/06/2025	09/07/2025	14	45.00	50.30	15.10	15.20	26.22	2673.653	34.49	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
6	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	25/06/2025	09/07/2025	14	45.00	50.10	15.05	15.15	25.56	2606.353	33.95	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
7	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	26/06/2025	10/07/2025	14	45.00	50.10	15.05	15.00	25.97	2648.161	35.19	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
8	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	26/06/2025	10/07/2025	14	45.00	50.20	15.10	15.10	26.23	2674.673	34.96	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
9	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	26/06/2025	10/07/2025	14	45.00	50.00	15.15	15.05	26.30	2681.811	35.17	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
10	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	27/06/2025	11/07/2025	14	45.00	50.40	15.15	15.25	25.92	2643.062	33.76	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
11	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	27/06/2025	11/07/2025	14	45.00	50.20	15.10	15.00	24.47	2495.206	33.05	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
12	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	27/06/2025	11/07/2025	14	45.00	50.15	15.05	15.10	25.16	2565.565	33.64	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
13	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	28/06/2025	12/07/2025	14	45.00	50.25	15.05	15.15	24.44	2492.147	32.47	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
14	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	28/06/2025	12/07/2025	14	45.00	50.10	15.10	15.05	24.67	2515.6	33.10	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
15	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	28/06/2025	12/07/2025	14	45.00	50.15	15.00	15.10	24.46	2494.186	32.82	DENTRO DEL TERCIO MEDIO

5. OBSERVACIONES : La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación ha sido proporcionadas por el solicitante.

ING. RESP. : F.C.C.L.

NOTAS:

- 1).- Una vez entregado el informe no se podrá efectuar ninguna modificación alguna.
- 2).- El laboratorio lemmsa, entrega solo 02 certificado original, si hay solicitud de otro certificado tendra que abonar otro derecho. por duplicado.



Francisco Ccama Larico  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 62411

## CERTIFICADO N° 266 - LEMMSA

### INFORME N° 03

**TESISTA** : ALDRIN NEIL HUARANCCA HUACCHA  
**ASESOR** : Dr. MUÑOZ PAUCARMAYTA, Abel Alberto  
**DEL** : Laboratorio Ensayo De Materiales ( LEMMSA )  
**NOMBRE DE TESIS** : "INFLUENCIA DE CENIZAS DE BIOMASA DE CAFÉ Y CAL EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO HIDRAULICO EN SATIPO"  
**ASUNTO** : Ensayo De Resistencia a la Flexion De Concreto en Vigas  
**1.0 DE LA MUESTRA** : Moldes De Vigueta De Flexión Standart  
**2.0 DEL EQUIPO** : Prensa marca PERUTEST - STYE - 2000  
**3.0 NORMAS DE ENSAYO** : NTP 339-078 - ASTM C-78, C-293  
**4.0 RESULTADOS** : En El Cuadro Sinóptico Siguiente

N°	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE OBTEN.	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	LONGITUD PROM. DE LA VIGA (L) (cm)	ANCHO PROM. DE LA VIGA (A) (cm)	ALTURA PROM. DE LA VIGA (H) (cm)	CARGA ROT. (KN.)	CARGA ROT. (Kg)	RESIST. FLEXIÓN. (kg/cm2)	ZONA DE FRACTURA
1	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	23/06/2025	21/07/2025	28	45.00	50.20	15.15	15.00	26.33	2684.8701	35.44	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
2	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	23/06/2025	21/07/2025	28	45.00	50.30	15.35	15.00	26.40	2692.008	35.08	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
3	MC (100%C+0%CC+0%CAL)	23/06/2025	21/07/2025	28	45.00	50.15	15.20	15.00	26.31	2682.8307	35.30	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
4	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	25/06/2025	23/07/2025	28	45.00	50.10	15.05	15.05	27.16	2769.5052	36.56	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
5	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	25/06/2025	23/07/2025	28	45.00	50.40	15.10	15.00	26.86	2738.9142	36.28	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
6	ME1 (97%C+1%CC+2%CAL)	25/06/2025	23/07/2025	28	45.00	50.30	15.15	15.10	27.20	2773.584	36.13	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
7	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	26/06/2025	24/07/2025	28	45.00	50.45	14.95	15.25	28.66	2922.4602	37.83	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
8	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	26/06/2025	24/07/2025	28	45.00	50.40	15.00	15.30	28.30	2885.751	36.98	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
9	ME2 (95%C+2%CC+3%CAL)	26/06/2025	24/07/2025	28	45.00	50.10	15.15	15.20	28.66	2922.4602	37.57	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
10	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	27/06/2025	25/07/2025	28	45.00	50.40	15.05	15.25	27.43	2797.0371	35.96	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
11	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	27/06/2025	25/07/2025	28	45.00	50.30	15.00	15.00	26.98	2751.1506	36.68	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
12	ME3 (93%C+3%CC+4%CAL)	27/06/2025	25/07/2025	28	45.00	50.20	15.10	15.10	27.06	2759.3082	36.06	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
13	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	28/06/2025	26/07/2025	28	45.00	50.35	15.00	15.40	27.16	2769.5052	35.03	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
14	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	28/06/2025	26/07/2025	28	45.00	50.30	15.10	15.25	26.80	2732.796	35.02	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
15	ME4 (91%C+4%CC+5%CAL)	28/06/2025	26/07/2025	28	45.00	50.25	15.05	15.15	26.31	2682.8307	34.95	DENTRO DEL TERCIO MEDIO

5. OBSERVACIONES : La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación ha sido proporcionadas por el solicitante.

ING. RESP. : F.C.C.L.






NOTAS:

- Una vez entregado el informe no se podrá efectuar ninguna modificación alguna.
- El laboratorio lemmsa, entrega solo 01 certificado original, si hay solicitud de otro certificado tendrá que abonar otro derecho por duplicado.



  
 Francisco Ceama Larico  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 62411

## ANEXO 6: Certificados de Calibración

 Laboratorio PP	<b>Punto de Precisión SAC</b> <b>LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado Registro N° LC - 033
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-931-2024</b>		
Página: 1 de 3		
<b>Expediente</b> :	321-2024	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
<b>Fecha de Emisión</b> :	2024-09-06	
<b>1. Solicitante</b> :	<b>GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C.</b>	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  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 PRECISIÓN 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.
<b>Dirección</b> :	JR. VERACIDAD NRO. 7798 URB. PRO - LOS OLIVOS - LIMA	
<b>2. Instrumento de Medición</b> :	<b>BALANZA</b>	
<b>Marca</b> :	<b>OHAUS</b>	
<b>Modelo</b> :	<b>TAJ4001</b>	
<b>Número de Serie</b> :	<b>B208712620</b>	
<b>Alcance de Indicación</b> :	<b>4 000 g</b>	
<b>División de Escala de Verificación ( e )</b> :	<b>0,1 g</b>	
<b>División de Escala Real ( d )</b> :	<b>0,1 g</b>	
<b>Procedencia</b> :	<b>CHINA</b>	
<b>Identificación</b> :	<b>NO INDICA</b>	
<b>Tipo</b> :	<b>ELECTRÓNICA</b>	
<b>Ubicación</b> :	<b>LABORATORIO</b>	
<b>Fecha de Calibración</b> :	<b>2024-09-05</b>	
<b>3. Método de Calibración</b>	La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y Clase II del SNM-INDECOPI.	
<b>4. Lugar de Calibración</b>	LABORATORIO de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. JR. VERACIDAD NRO. 7798 URB. PRO - LOS OLIVOS - LIMA	
	 Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631	
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02		
Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106		
www.puntodeprecision.com E-mail: ventas@puntodeprecision.com.pe / puntodeprecision@hotmail.com		
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.		



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-931-2024

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	21,3	22,0
Humedad Relativa	63,0	64,0

**6. Trazabilidad**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	0885-MPES-C-2024

**7. Observaciones**

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 3 995,1 g para una carga de 4 000,0 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 18 °C a 25 °C.

El laboratorio no se hace responsable por la información suministrada por el cliente.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 22,0			Final 22,0		
	Carga L1= 2 000,00 g			Carga L2= 4 000,01 g		
	l (g)	Δl (g)	E (g)	l (g)	Δl (g)	E (g)
1	1 999,9	0,03	-0,08	3 999,9	0,02	-0,08
2	1 999,9	0,04	-0,09	3 999,9	0,04	-0,10
3	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,06	-0,02
4	2 000,0	0,06	-0,01	3 999,9	0,03	-0,09
5	2 000,0	0,07	-0,02	3 999,9	0,02	-0,08
6	2 000,0	0,05	0,00	3 999,9	0,04	-0,10
7	2 000,0	0,09	-0,04	4 000,0	0,06	-0,02
8	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,08	-0,04
9	1 999,9	0,03	-0,08	4 000,0	0,09	-0,05
10	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,07	-0,03
Diferencia Máxima			0,09			0,08
Error máximo permitido ±	0,3 g			± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

www.puntodeprecision.com E-mail: ventas@puntodeprecision.com.pe / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-931-2024  
 Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>o</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E <sub>o</sub> (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1,00	1,0	0,08	-0,03	1 300,00	1 299,9	0,03	-0,08	-0,05
2		1,0	0,06	-0,01		1 300,0	0,05	0,00	0,01
3		1,0	0,09	-0,04		1 300,0	0,07	-0,02	0,02
4		1,0	0,05	0,00		1 299,9	0,04	-0,09	-0,09
5		1,0	0,07	-0,02		1 299,9	0,03	-0,08	-0,06
Error máximo permitido : ± 0,2 g									

(\*) valor entre 0 y 10 e

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1,00	1,0	0,06	-0,01						
5,00	5,1	0,08	0,07	0,08	5,1	0,09	0,06	0,07	0,1
50,00	50,0	0,05	0,00	0,01	50,1	0,08	0,07	0,08	0,1
100,00	100,0	0,08	-0,03	-0,02	100,1	0,09	0,06	0,07	0,1
500,00	500,0	0,07	-0,02	-0,01	500,0	0,06	-0,01	0,00	0,1
700,00	700,0	0,05	0,00	0,01	700,0	0,07	-0,02	-0,01	0,2
1 000,00	1 000,0	0,08	-0,03	-0,02	1 000,0	0,05	0,00	0,01	0,2
1 500,00	1 500,0	0,06	-0,01	0,00	1 500,0	0,08	-0,03	-0,02	0,2
2 000,00	2 000,0	0,07	-0,02	-0,01	2 000,0	0,06	-0,01	0,00	0,2
3 000,00	3 000,0	0,05	0,00	0,01	3 000,0	0,07	-0,02	-0,01	0,3
4 000,01	4 000,0	0,08	-0,04	-0,03	4 000,0	0,08	-0,04	-0,03	0,3

e.m.p.: error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R + 4,78 \times 10^{-8} \times R$$

**Incertidumbre**

$$U_R = 2 \sqrt{3,42 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 7,50 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza    ΔL: Carga incrementada    E: Error encontrado    E<sub>o</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R : en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106  
 www.puntodeprecision.com E-mail: ventas@puntodeprecision.com.pe / puntodeprecision@hotmail.com  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-930-2024**

Página: 1 de 3

**Expediente** : 321-2024  
**Fecha de Emisión** : 2024-09-06

**1. Solicitante** : GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C.

**Dirección** : JR. VERACIDAD NRO. 7798 URB. PRO - LOS OLIVOS - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : BALANZA

**Marca** : OHAUS

**Modelo** : R21PE30ZH

**Número de Serie** : 8354770501

**Alcance de Indicación** : 30 kg

**División de Escala de Verificación ( e )** : 10 g

**División de Escala Real ( d )** : 1 g

**Procedencia** : NO INDICA

**Identificación** : NO INDICA

**Tipo** : ELECTRÓNICA

**Ubicación** : LABORATORIO

**Fecha de Calibración** : 2024-09-05

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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 PRECISIÓN 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. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII del INACAL-DM.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C.  
JR. VERACIDAD NRO. 7798 URB. PRO - LOS OLIVOS - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

[www.puntodeprecision.com](http://www.puntodeprecision.com) E-mail: [ventas@puntodeprecision.com.pe](mailto:ventas@puntodeprecision.com.pe) / [puntodeprecision@hotmail.com](mailto:puntodeprecision@hotmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N°LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-930-2024

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	21,5	21,9
Humedad Relativa	66,0	68,0

**6. Trazabilidad**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	0885-MPES-C-2024
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0778-2023
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-257-2023
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-254-2023

**7. Observaciones**

No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 18 °C a 25 °C.

El laboratorio no se hace responsable por la información suministrada por el cliente.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	21,5			21,6		
	Carga L1= 15,000 kg			Carga L2= 30,000 kg		
	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)
1	15,000	0,8	-0,3	29,999	0,4	-0,9
2	15,000	0,6	-0,1	29,999	0,3	-0,8
3	15,000	0,7	-0,2	29,999	0,2	-0,7
4	15,000	0,5	0,0	30,000	0,6	-0,1
5	15,000	0,8	-0,3	30,000	0,8	-0,3
6	15,000	0,5	0,0	30,000	0,5	0,0
7	15,000	0,8	-0,3	30,000	0,7	-0,2
8	15,000	0,6	-0,1	30,000	0,9	-0,4
9	15,001	0,7	0,8	30,000	0,6	-0,1
10	15,000	0,8	-0,3	30,000	0,8	-0,3
Diferencia Máxima			1,1			0,9
Error máximo permitido ±	20 g			± 30 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

www.puntodeprecision.com E-mail: ventas@puntodeprecision.com.pe / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-930-2024  
 Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (kg)	l (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (kg)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	0,1000	0,100	0,5	0,0	10,0000	10,000	0,7	-0,2	-0,2
2		0,100	0,8	-0,3		10,000	0,5	0,0	0,3
3		0,100	0,6	-0,1		10,000	0,8	-0,3	-0,2
4		0,100	0,7	-0,2		10,000	0,6	-0,1	0,1
5		0,100	0,5	0,0		9,999	0,9	-1,4	-1,4

Temp. (°C) Inicial: 21,6 Final: 21,8

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 20 g

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
0,1000	0,100	0,7	-0,2						
0,2000	0,200	0,5	0,0	0,2	0,200	0,6	-0,1	0,1	10
0,5000	0,500	0,9	-0,4	-0,2	0,500	0,5	0,0	0,2	10
2,0000	2,000	0,6	-0,1	0,1	2,000	0,8	-0,3	-0,1	10
5,0000	5,000	0,8	-0,3	-0,1	4,999	0,3	-0,8	-0,6	10
7,0000	7,000	0,5	0,0	0,2	7,000	0,7	-0,2	0,0	20
10,0000	10,000	0,7	-0,2	0,0	10,000	0,5	0,0	0,2	20
15,0000	15,000	0,6	-0,1	0,1	15,000	0,8	-0,3	-0,1	20
20,0000	20,000	0,8	-0,3	-0,1	19,999	0,3	-0,8	-0,6	20
25,0000	25,000	0,5	0,0	0,2	25,000	0,8	-0,3	-0,1	30
30,0000	30,000	0,7	-0,2	0,0	30,000	0,7	-0,2	0,0	30

e.m.p.: error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R - 3,35 \times 10^{-6} \times R$$

**Incertidumbre**

$$U_R = 2 \sqrt{2,98 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 1,90 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106  
 www.puntodeprecision.com E-mail: ventas@puntodeprecision.com.pe / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-641-2024

Página 1 de 5

**Expediente** : 321-2024  
**Fecha de emisión** : 2024-09-06

**1. Solicitante** : GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C.

**Dirección** : JR. VERACIDAD NRO. 7798 URB. PRO - LOS OLIVOS - LIMA

**2. Instrumento de medición** : MEDIO ISOTERMO (HORNO)

**Marca** : PERUTEST  
**Modelo** : NO INDICA  
**Número de Serie** : PT-H136  
**Procedencia** : NO INDICA  
**Código de Identificación** : NO INDICA

**Tipo de Indicador del Ind.** : DIGITAL  
**Alcance del Indicador** : NO INDICA  
**Resolución del Indicador** : 0,1 °C  
**Marca del Indicador** : AUTCOMP  
**Modelo del Indicador** : TCD  
**Serie del Indicador** : NO INDICA

**Tipo de indicador del selc.** : DIGITAL  
**Alcance del Selector** : NO INDICA  
**División de Escala** : 0,1 °C  
**Clase** : NO INDICA

**Punto de calibración** : 110 °C ± 5 °C  
**Fecha de calibración** : 2024-09-05

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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 PRECISIÓN 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.

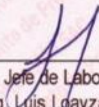
#### 3. Método de calibración

La calibración se realizó según la PC-018 "Procedimiento de calibración para medios isotermicos usando aire como medio conductor".

#### 4. Lugar de calibración

JR. VERACIDAD NRO. 7798 URB. PRO - LOS OLIVOS - LIMA



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



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-641-2024

Página 2 de 5

### 5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	21,6	21,9
Humedad relativa (%hr)	69,0	67,0

### 6. Trazabilidad

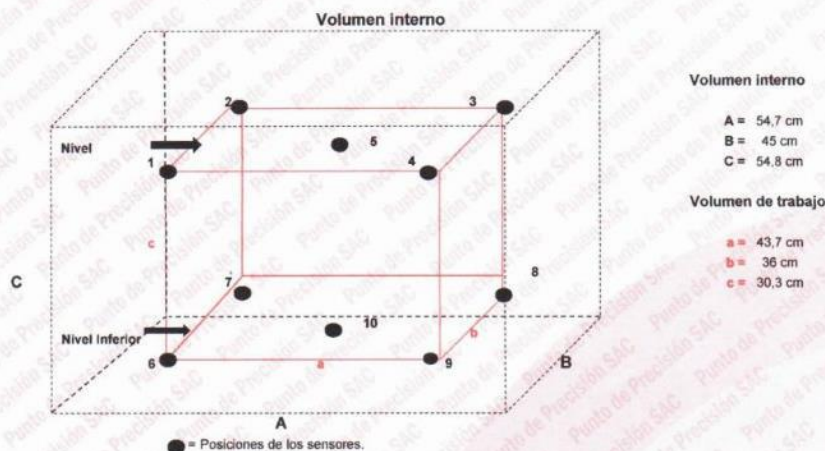
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Patrón utilizado	N° de Certificado	Trazabilidad
Termómetro digital de 12 sensores termopares tipo T con una incertidumbre en el orden de 0,108 °C a 0,121 °C.	0227-LT-2024	CADENT

### 7. Observaciones

- La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada apartir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.
- Se colocó una etiqueta adherido al instrumento de medición con la indicación "CALIBRADO".
- La carga para La prueba consistió en tazón de acero.
- Se seleccionó el selector del equipo en 110 °C, para obtener una temperatura de trabajo aproximada a 110 °C.

### 8. Ubicación dentro del volumen interno del equipo



A, B, C = Dimensiones del volumen interno del equipo.

a, b, c = Aproximadamente 1/10 a 1/4 de las paredes de las dimensiones del volumen interno.

Los sensores ubicados en las posiciones 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Distancia de la pared inferior del equipo al nivel inferior: 9,5 cm

Distancia de la pared superior del equipo al nivel superior: 15 cm



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



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-641-2024  
Página 3 de 5

### 9. Resultados de la calibración

Temperaturas registradas en el punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

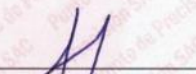
Tiempo hh:mm	Indicador del equipo (°C)	Temperaturas convencionalmente verdaderas expresadas en °C										T. prom. °C	ΔT. °C
		Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8	Posición 9	Posición 10		
00:00	110,0	108,0	111,4	107,7	106,5	110,9	113,5	111,3	113,0	106,5	111,9	110,1	7,0
00:02	110,1	107,9	111,4	107,6	105,1	110,9	113,4	111,4	112,9	106,6	112,2	109,9	8,3
00:04	110,0	107,6	111,2	107,4	105,2	110,7	113,0	111,0	112,7	106,1	111,8	109,7	7,8
00:06	110,0	107,5	111,3	107,7	105,5	110,7	113,1	111,1	112,6	105,5	111,7	109,7	7,6
00:08	110,4	107,8	111,5	107,7	105,4	110,9	113,4	111,2	112,9	106,7	112,1	110,0	8,0
00:10	110,0	107,9	111,5	107,8	105,2	110,9	113,4	111,4	112,9	106,3	112,1	109,9	8,2
00:12	110,0	107,8	111,4	107,7	105,3	110,9	113,0	111,3	112,8	106,2	112,2	109,9	7,7
00:14	110,4	107,9	111,4	107,8	105,4	110,9	113,2	111,3	112,7	106,5	111,9	109,9	7,8
00:16	110,1	107,6	111,3	107,6	105,2	110,8	113,2	111,1	112,7	106,3	111,8	109,8	8,0
00:18	110,0	107,8	111,4	107,8	105,0	110,9	113,5	111,4	112,8	106,8	111,9	109,9	8,5
00:20	110,0	108,0	111,4	107,7	106,5	110,9	113,5	111,3	113,0	106,5	111,9	110,1	7,0
00:22	110,1	107,9	111,4	107,6	105,1	110,9	113,4	111,4	112,9	106,6	112,2	109,9	8,3
00:24	110,0	107,6	111,2	107,4	105,2	110,7	113,0	111,0	112,7	106,1	111,8	109,7	7,8
00:26	110,4	107,5	111,3	107,7	105,5	110,7	113,1	111,1	112,6	105,5	111,7	109,7	7,6
00:28	110,0	107,8	111,5	107,7	105,4	110,9	113,4	111,2	112,9	106,7	112,1	110,0	8,0
00:30	110,4	107,9	111,5	107,8	105,2	110,9	113,4	111,4	112,9	106,3	112,1	109,9	8,2
00:32	110,0	107,8	111,4	107,7	105,3	110,9	113,0	111,3	112,8	106,2	112,2	109,9	7,7
00:34	110,0	107,9	111,4	107,8	105,4	110,9	113,2	111,3	112,7	106,5	111,9	109,9	7,8
00:36	110,0	107,6	111,3	107,6	105,2	110,8	113,2	111,1	112,7	106,3	111,8	109,8	8,0
00:38	110,0	107,8	111,4	107,8	105,0	110,9	113,5	111,4	112,8	106,8	111,9	109,9	8,5
00:40	110,4	108,0	111,4	107,7	106,5	110,9	113,5	111,3	113,0	106,5	111,9	110,1	7,0
00:42	110,1	107,9	111,4	107,6	105,1	110,9	113,4	111,4	112,9	106,6	112,2	109,9	8,3
00:44	110,0	107,6	111,2	107,4	105,2	110,7	113,0	111,0	112,7	106,1	111,8	109,7	7,8
00:46	110,0	107,5	111,3	107,7	105,5	110,7	113,1	111,1	112,6	105,5	111,7	109,7	7,6
00:48	110,0	107,8	111,5	107,7	105,4	110,9	113,4	111,2	112,9	106,7	112,1	110,0	8,0
00:50	110,0	107,9	111,5	107,8	105,2	110,9	113,4	111,4	112,9	106,3	112,1	109,9	8,2
00:52	110,4	107,8	111,4	107,7	105,3	110,9	113,0	111,3	112,8	106,2	112,2	109,9	7,7
00:54	110,0	107,9	111,4	107,8	105,4	110,9	113,2	111,3	112,7	106,5	111,9	109,9	7,8
00:56	110,1	107,6	111,3	107,6	105,2	110,8	113,2	111,1	112,7	106,3	111,8	109,8	8,0
00:58	110,4	107,8	111,4	107,8	105,0	110,9	113,5	111,4	112,8	106,8	111,9	109,9	8,5
01:00	110,1	107,8	111,4	107,8	105,0	110,9	113,5	111,4	112,8	106,8	111,9	109,9	8,5

T. Promedio	107,8	111,4	107,7	105,4	110,8	113,3	111,3	112,8	106,4	112,0	Temperatura promedio general (°C)
T. Máximo	108,0	111,5	107,8	106,5	110,9	113,5	111,4	113,0	106,8	112,2	
T. Mínimo	107,5	111,2	107,4	105,0	110,7	113,0	111,0	112,6	105,5	111,7	
DTT	0,5	0,3	0,4	1,5	0,2	0,5	0,4	0,4	1,3	0,4	

Tabla de resumen de resultados

Magnitudes obtenidas	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura registrada durante la calibración	113,5	0,2
Mínima temperatura registrada durante la calibración	105,0	0,5
Desviación de temperatura en el tiempo (DTT)	1,5	0,1
Desviación de temperatura en el espacio (DTE)	7,9	0,1
Estabilidad (±)	0,75	0,04
Uniformidad	8,5	0,6



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



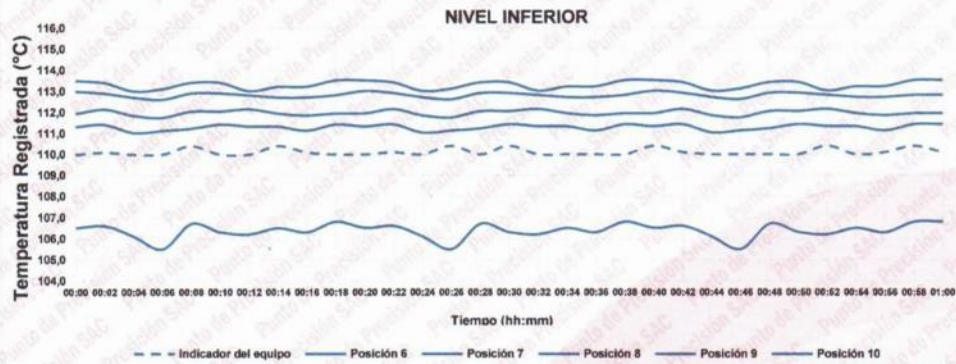
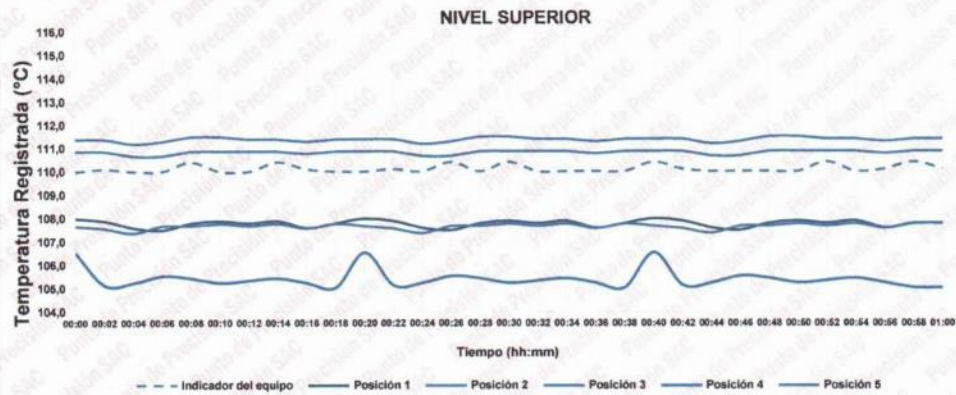
# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-641-2024  
Página 4 de 5

### 10. Gráfico de resultados durante la calibración del equipo

TEMPERATURA DE TRABAJO  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



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



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

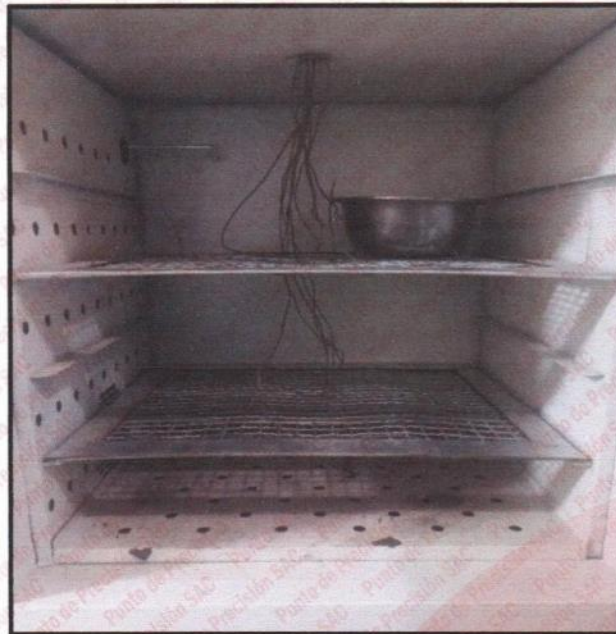
## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-641-2024  
Página 5 de 5

### Nomenclatura


T. prom	: Temperatura promedio de los sensores por cada intervalo.
$\Delta T$ .	: Diferencia entre máxima y mínima temperaturas en cada intervalo de tiempo.
T. Promedio	: Promedio de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Máximo	: La máxima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Mínimo	: La mínima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
DTT	: Desviación de temperatura en el tiempo.

### Fotografía interna del equipo.



FIN DEL DOCUMENTO



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



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-187-2025

Página : 1 de 2

Expediente : 058-2025  
Fecha de emisión : 2025-01-29

1. Solicitante : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Descripción del Equipo : TRANSDUCTOR DE PRESIÓN

Alcance de Escala : 0 kPa a 800 kPa  
División de Escala : 0,1 kPa

Marca de Transductor : KELLER  
Modelo de Transductor : PA-21Y/81554.55  
Serie de Transductor : 222155.1360 03/17  
Código de Identificación : CHN1

Marca de Indicador : ASUS  
Modelo de Indicador : X543MA-GQ571T  
Serie de Indicador : K5N0GR02N156194  
Código de Identificación : MYE-LAB-TRX-01.11

3. Lugar y fecha de Calibración  
CAL LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA  
27 de enero de 2025

4. Método de Calibración  
Se utilizó el método de comparación directa, según el procedimiento de calibración PC-004.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
MANOVACUÓMETRO	KELLER	LFP-079-2024	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	29,8	29,8
Humedad %	59,0	59,0

7. Observaciones

Los resultados se muestran en la siguiente página del presente documento.

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.

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.

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.



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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: ventas@puntodeprecision.com.pe / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-187-2025

Página : 2 de 2

### Resultados

PRESIÓN INDICADA MANÓMETRO A CALIBRAR	PRESIÓN INDICADA MANÓMETRO PATRÓN		ERROR		
	ASCENSO	DESCENSO	DE INDICACIÓN		DE HISTÉRESIS
			ASCENSO	DESCENSO	
(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
50	49,0	48,7	1,0	1,3	-0,3
100	98,6	98,1	1,4	1,9	-0,5
200	199,2	198,6	0,8	1,4	-0,6
300	300,0	299,3	0,0	0,7	-0,7
400	400,4	399,8	-0,4	0,2	-0,6
500	496,6	496,2	3,4	3,8	-0,4
600	595,8	595,4	4,2	4,6	-0,4
700	694,8	694,7	5,2	5,3	-0,1
800	792,4	792,4	7,6	7,6	0,0

MÁXIMO ERROR DE INDICACIÓN:	4,6	kPa
MÁXIMO ERROR DE HISTÉRESIS:	-0,7	kPa
La incertidumbre de la medición es de	0,05	kPa

FIN DEL DOCUMENTO



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



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 010 - 2025

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 7

- Expediente** 0150-2025
- Solicitante** POMALLANQUI LAURA NOEMI
- Dirección** JR. FRANCISCO IRAZOLA 1299 S72674941 JUNIN SATIPO SATIPO
- Equipo** HORNO DE SECADO  
**Marca** PERUTEST  
**Modelo** PT-H76  
**N° de serie** 0204  
**Procedencia** Perú  
**Identificación** No indica  
**Ubicación** No indica

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.

PERUTEST 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Dispositivo de control	Instrumento de medición
Intervalo de indicación	0 °C a 200 °C	0 °C a 200 °C
Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	Digital	Digital

- Fecha de calibración** 2025-01-06

Fecha de Emisión **Jefe de Laboratorio**

2025-01-10

  
JOSE-ALEJANDRO FLORES MINAYA



Revisión 00

RT03-F01

☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lofe 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
📌 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 010 - 2025

Página 2 de 7

### 6. Método de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

### 7. Lugar de calibración

Avenida Chillón lote 50 b - Comas - Lima

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.0 °C	21.0 °C
Humedad relativa	56 %	58 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
SAT	Termómetro digital con 10 sensores tipo K ( CH01 al CH10) con incertidumbre en el orden de 0,10 °C a 0,12 °C	LT-0417-2023

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALBRADO**.
- La periodicidad de la calibración deénde del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
- Antes de la calibración no se realizo algún tipo de ajuste.
- La tensión eléctrica del equipo es 227 VAC
- La carga para la medición consistió de 2 recipientes conteniendo muestras.



Revisión 00

RT03-F01

☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perufest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perufest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 010 - 2025

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 7

### 11. Resultados de la medición

Temperatura ambiental promedio 21.0 °C  
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas  
El controlador se seteo en 110 °C

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo min	Term. del equipo °C	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom °C	T <sub>máx</sub> - T <sub>mín</sub> °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	110.5	110.4	112.3	111.6	110.6	112.4	111.8	114.0	111.9	112.9	111.8	3.6
02	110.0	110.5	110.5	112.3	111.7	110.7	112.6	111.9	113.9	111.9	113.3	111.9	3.4
04	110.0	110.8	110.8	112.5	111.2	110.6	112.8	112.3	114.0	111.9	113.2	112.0	3.3
06	110.0	110.7	110.7	112.7	111.7	110.5	113.0	111.9	113.7	112.2	113.4	112.0	3.1
08	110.0	110.7	110.7	112.7	112.2	111.2	112.5	111.8	113.8	113.3	113.2	112.2	3.1
10	110.0	110.9	110.9	112.2	111.3	110.9	112.6	111.8	113.7	113.4	113.5	112.1	2.8
12	110.0	111.2	111.2	112.3	111.6	110.7	112.7	111.3	113.6	113.4	113.8	112.2	3.1
14	110.0	110.7	110.7	112.5	111.7	110.2	112.8	111.4	113.3	112.2	113.2	111.9	3.0
16	110.0	110.8	110.8	112.8	111.8	110.6	112.8	111.7	113.9	112.1	113.5	112.1	3.2
18	110.0	110.9	110.9	112.9	111.6	110.5	112.4	111.8	113.7	112.3	113.6	112.0	3.1
20	110.0	110.9	110.9	112.7	111.7	110.6	112.3	111.3	114.0	112.1	113.3	112.0	3.3
22	110.0	111.2	111.2	112.7	111.8	110.2	111.8	111.4	113.7	112.3	114.1	112.0	3.9
24	110.0	110.2	110.2	112.9	112.2	110.4	112.8	111.7	113.8	112.3	113.1	111.9	3.6
26	110.0	110.6	110.6	113.0	111.8	110.7	112.8	111.8	113.6	112.3	112.8	112.0	3.0
28	110.0	110.7	110.7	112.7	111.5	110.6	112.4	111.9	113.7	112.1	113.1	111.9	3.0
30	110.0	110.3	110.3	112.5	111.7	110.0	113.1	111.4	113.4	111.8	113.0	111.7	3.3
32	110.0	110.5	110.5	113.0	111.3	110.9	113.4	111.8	113.6	111.9	113.1	112.0	3.1
34	110.0	110.7	110.7	113.2	111.7	110.8	112.6	112.0	113.7	112.3	113.1	112.1	3.0
36	110.0	110.3	110.3	113.3	111.4	110.6	113.0	111.9	114.0	111.9	113.5	112.0	3.7
38	110.0	110.6	110.6	113.2	111.2	110.2	113.1	112.0	113.2	111.8	112.8	111.9	2.9
40	110.0	110.7	110.7	112.9	111.7	110.4	112.8	111.8	113.7	111.6	113.1	111.9	3.2
42	110.0	110.5	110.5	112.7	111.6	110.5	113.3	111.9	114.0	112.2	113.2	112.0	3.5
44	110.0	110.7	110.7	112.1	111.7	110.5	113.4	111.3	113.3	112.1	113.4	111.9	2.9
46	110.0	112.6	112.6	113.0	111.4	110.2	112.6	111.7	113.7	111.7	113.5	112.3	3.4
48	110.0	111.2	111.2	112.3	111.7	110.5	112.8	111.8	114.3	111.9	113.4	112.1	3.7
50	110.0	111.3	111.3	112.5	111.4	110.6	112.3	112.0	113.5	111.8	113.5	112.0	2.9
52	110.0	110.9	110.9	112.3	111.2	110.2	112.5	111.7	114.0	112.1	113.2	111.9	3.7
54	110.0	110.8	110.8	112.5	111.7	110.1	112.4	111.5	113.7	111.7	113.4	111.8	3.5
56	110.0	110.6	110.6	112.9	111.8	110.2	112.6	111.8	114.6	112.0	113.5	112.0	4.3
58	110.0	110.5	110.5	112.3	111.2	110.8	113.0	111.5	113.5	112.1	113.6	111.9	3.1
60	110.0	110.2	110.2	112.5	111.4	110.1	112.8	111.7	113.4	111.6	114.1	111.8	4.0
T. PROM		110.7	110.7	112.6	111.6	110.5	112.7	111.7	113.7	112.2	113.3	112.0	
Temp. máxima		112.6	112.6	113.3	112.2	111.2	113.4	112.3	114.6	113.4	114.1		
Temp. mínima		110.2	110.2	112.1	111.2	110.0	111.8	111.3	113.2	111.6	112.8		
DTT		2.4	2.4	1.2	1.0	1.2	1.6	1.0	1.4	1.8	1.3		

Revisión 00



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 010 - 2025

Página 4 de 7

PARÁMETROS	Valor °C	Incertidumbre °C
Máxima Temperatura medida	114.6	0.5
Mínima Temperatura medida	110	0.4
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2.4	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	3.2	0.3
Estabilidad medida	1.2	0.05
Uniformidad medida	4.3	0.4

- T. PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T. prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
T<sub>MAX</sub> : Temperatura máxima.  
T<sub>MIN</sub> : Temperatura mínima.  
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.



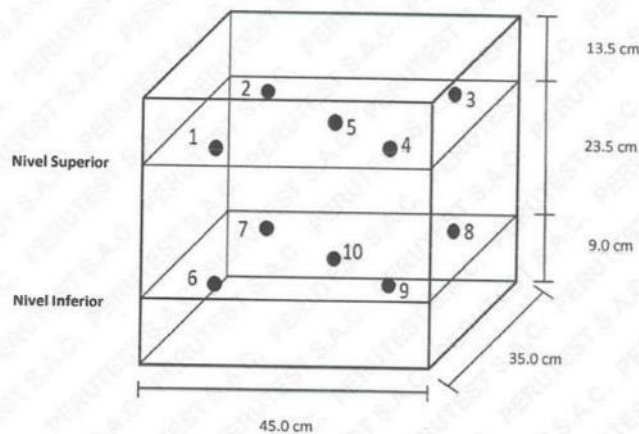
Revisión 00

RT03-F01

☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC

**DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DEL EQUIPO**



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 1.5 cm por encima de carga

Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1.5 cm por debajo de la parrilla inferior

Los sensores del 1 al 4 y 6 al 9 están ubicados 4.5 cm de las paredes laterales y a 4.5 cm del frente y fondo del equipo.

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.





# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

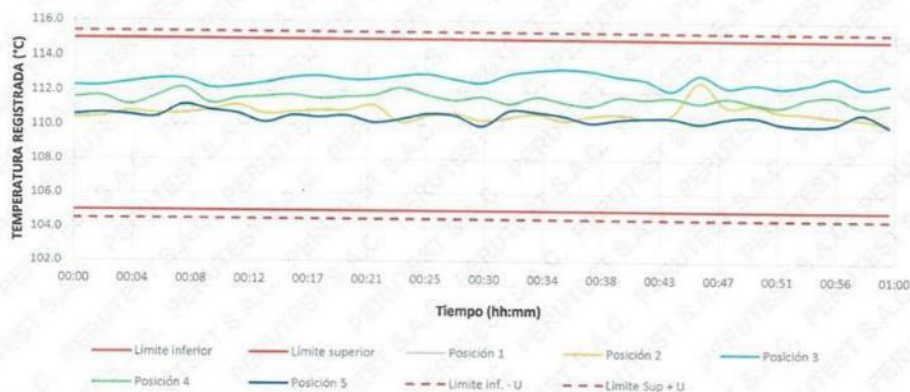
Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 010 - 2025

Página 6 de 7

### TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C

#### NIVEL SUPERIOR



#### NIVEL INFERIOR



Revisión 00



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 010 - 2025

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 7 de 7

### FOTOGRAFIA INTERNA DEL EQUIPO



FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe)  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE FABRICACION ACCESORIO PARA VIGUETA DE FLEXION

MANUFACTURADO POR

**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS DE LABORATORIO

Rodillos diámetro	38 mm
Rodillos largos	160 mm
Rodillos	4 unidades
Distancia entre rodillos Sup.	100 mm o 150 mm
Distancia entre rodillos Inf.	300 mm o 450 mm
Vigas de concreto	100 x 100 x 400 -500 mm
Vigas de concreto	150 x 150 x 750 mm
Ancho	310 mm
Serie	0127

**El accesorio para vigueta de flexión para concreto ha sido  
Fabricado examinado y ensayado en nuestros talleres de  
acuerdo con las especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo: ASTM C78 / ASTM C-293

Lima, 14 de abril del 2025.

Aprobado:

PERUTEST S.A.C.

ALEJANDRO FLORES MINAYA  
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD



### VENTAS

913 028 622 / 908 931 391

### SOPORTE TECNICO

913 028 621 / 913 028 623 / 913 028 624

www.perutest.com.pe

Av. Tamborillo 935 Ex Fundo Chacra Cerro - Comas - Lima

ventas@perutest.com.pe / ventas2@perutest.com.pe

PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE FABRICACION MOLDE METALICO PARA VIGUETA

MANUFACTURADO POR

**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS DE LABORATORIO

Largo	20"
Altura	6"
Ancho	6"
Espesor	2.70 mm
Serie	0185

El molde metálico para vigueta para concreto ha sido  
Fabricado examinado y ensayado en nuestros talleres de  
acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM C78 / ASTM C-293

Lima, 14 de abril del 2025.

Aprobado:

PERUTEST S.A.C.

ALEJANDRO FLORES MINAYA  
INGENIERO DE CALIDAD



### VENTAS

☎ 913 028 622 / 908 931 391

### SOPORTE TECNICO

☎ 913 028 621 / 913 028 623 / 913 028 624

🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Tamborillo 935 Ex Fundo Chacra Cerro - Comas - Lima

✉ ventas@perutest.com.pe / ventas2@perutest.com.pe

📌 PERUTEST SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 080 - 2025

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0120-2025
2. Solicitante	POMALLANQUI LAURA NOEMI
3. Dirección	JR. FRANCISCO IRAZOLA NRO 1299 S72674941 - SATIPO - JUNIN - JUNIN
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO
Capacidad	2000 kN
Marca	PERUTEST
Modelo	STYE-2000
Número de Serie	210533
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	MC
Modelo	STYLE-2000
Número de Serie	210533
Resolución	0.01 / 0.1 kN (*)
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2025-01-30

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.

CALIBRATEC 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión  
2025-01-30

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### CA - LF - 080 - 2025

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

#### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

#### 7. Lugar de calibración

En el laboratorio de Fuerza de CALIBRATEC S.A.C.  
Avenida Chillón Lote 50 B - Comas - Lima

#### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.0 °C	21.0 °C
Humedad Relativa	62 % HR	62 % HR

#### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE 038-21A
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

#### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 080 - 2025

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	%	$F_1$ (kN)	$F_2$ (kN)	$F_3$ (kN)	$F_{promedio}$ (kN)
10	100	100.0	99.0	100.0	99.8
20	200	199.0	200.5	201.3	200.2
30	300	298.8	300.4	299.3	299.7
40	400	397.4	399.4	398.8	398.6
50	500	495.8	501.8	502.4	500.5
60	600	597.1	597.4	597.9	597.7
70	700	696.1	696.7	695.7	696.6
80	800	798.9	799.1	799.5	799.1
90	900	898.6	900.1	896.6	898.5
100	1000	1001.0	1002.9	1000.5	1001.3
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
100	0.21	1.00	-1.30	0.10	0.81
200	-0.08	1.15	0.25	0.05	0.75
300	0.12	0.53	0.07	0.03	0.63
400	0.34	0.50	0.10	0.03	0.61
500	-0.11	1.31	-0.06	0.02	0.85
600	0.39	0.13	-0.18	0.02	0.58
700	0.49	0.14	-0.14	0.01	0.59
800	0.11	0.07	0.02	0.01	0.58
900	0.17	0.38	0.16	0.01	0.60
1000	-0.13	0.25	0.20	0.01	0.58

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ ) 0.00 %



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

☎ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
☎ comercial@calibratec.com.pe  
☎ CALIBRATEC SAC

## ANEXO 7: Panel Fotográfico



Foto 1: Extracción y calcinado de la biomasa de café



Foto 2: Compra de Agregados en la cantara MATARI – Satipo



Foto 3: Tamizado de la cenizas de biomasa de café por la malla #200



Foto 4: Granulometría de agregado fino (arena gruesa)



Foto 5: Granulometría de agregado grueso (piedra chancada)



Foto 6: Secado de muestras en horno eléctrico, para calcular el contenido de humedad



Foto 7: Dosificación de cemento, cenizas de biomasa de café y cal.



Foto 8: Mesclado de agregados en la mezcladora de concreto.



Foto 9: Realización de la prueba de SLUMB.



Foto 10: Realización de las probetas de concreto.



Foto 11: Realización de las viguetas de concreto.

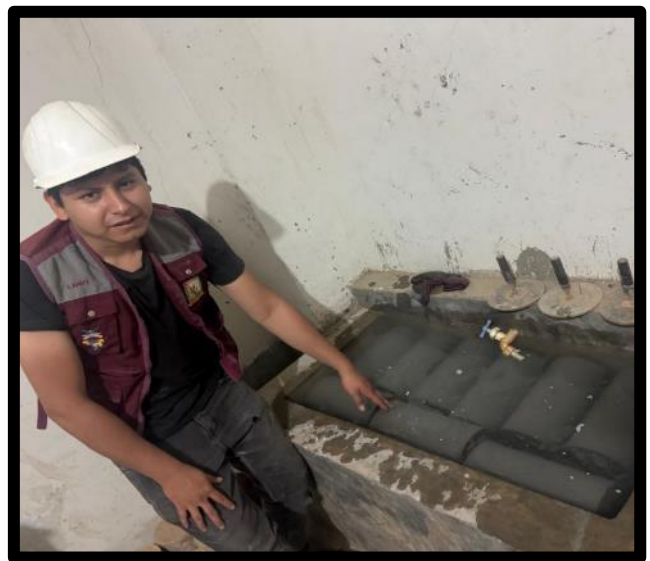


Foto 12: Curado de probetas y viguetas de concreto.



Foto 13: secado al horno los discos de concreto por no menos de 24 horas.



Foto 14: Ensayo a la permeabilidad del concreto con el equipo de transductor de presión.



Foto 15: Rotura de vigueta de concreto.



Foto 16: Rotura de vigueta de concreto.



Foto 17: Rotura de probetas de concreto.



Foto 18: Rotura de probetas de concreto.