



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Influencia de la adición de la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional en la ciudad de Huaraz – Áncash, 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Rosales Cueva, Juan Carlos (orcid.org/0000-0002-8242-7205)

**ASESOR:**

Mg. Vildoso Flores, Alejandro (orcid.org/0000-0003-3998-5671)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**HUARAZ – PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

A Dios

Por su bondad y amor sin límites, por la vida y por haber llegado hasta aquí, acompañándome en cada paso que doy y dándome la salud para alcanzar mis metas.

A mis padres

Por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi formación profesional, su constante motivación, sus consejos, sus valores y su paciencia que me hicieron una mejor persona.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, que me bendijo con los dones de la vida, la salud, la sabiduría, la paciencia y la perseverancia.

A mi familia, que me han apoyado siempre e incondicionalmente a lo largo de mi vida, que sin la ayuda de mis padres hubiera sido imposible culminar mi carrera profesional.

¡Gracias!

## Índice de contenido

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras.....	viii
Índice de ecuaciones .....	xi
Resumen.....	xii
Abstract .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA .....	21
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	21
3.2 Variables y operacionalización .....	21
3.3 Población, muestra y muestreo .....	22
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.5 Procedimientos .....	25
3.6 Método de análisis de datos .....	26
3.7 Aspectos éticos.....	27
3.8 Desarrollo de la investigación .....	27
IV. RESULTADOS .....	54
V. DISCUSIÓN.....	74
VI. CONCLUSIONES .....	77
VII. RECOMENDACIONES.....	79
REFERENCIAS .....	80
ANEXOS .....	85

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b>	Las cenizas y su composición.....	10
<b>Tabla 2</b>	Composición química de la alfalfa para diferentes alturas.....	12
<b>Tabla 3</b>	Composición química mineral de la ceniza de la alfalfa para diferentes alturas .....	13
<b>Tabla 4</b>	Ensayos distribuidos del concreto como muestra para la ejecución del proyecto de investigación. ....	23
<b>Tabla 5</b>	Cantidad de materiales por m <sup>3</sup> de concreto .....	38
<b>Tabla 6</b>	Proporciones de concreto .....	39
<b>Tabla 7</b>	Cantidad de materiales para una probeta cilíndrica .....	39
<b>Tabla 8</b>	Cantidad de materiales para una vigueta.....	43
<b>Tabla 9</b>	Obtención de la ceniza de tallos de alfalfa, activación por calcinación. ...	54
<b>Tabla 10</b>	Trabajabilidad del concreto. ....	55
<b>Tabla 11</b>	Peso unitario promedio del concreto. ....	56
<b>Tabla 12</b>	Contenido de aire del concreto.....	57
<b>Tabla 13</b>	Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días. ....	58
<b>Tabla 14</b>	Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días. ....	60
<b>Tabla 15</b>	Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días. ....	61
<b>Tabla 16</b>	Resistencia a la tracción del concreto a los 7 días.....	64
<b>Tabla 17</b>	Resistencia a la tracción del concreto a los 14 días.....	65
<b>Tabla 18</b>	Resistencia a la tracción del concreto a los 28 días.....	67
<b>Tabla 19</b>	Resistencia a flexión del concreto a los 28 días.....	69
<b>Tabla 20</b>	Costo del concreto convencional (C° Patrón) por m <sup>3</sup> . ....	71
<b>Tabla 21</b>	Costo del Concreto Patrón + 0.50%CTA por m <sup>3</sup> .....	71
<b>Tabla 22</b>	Costo del Concreto Patrón + 2.50%CTA por m <sup>3</sup> .....	72
<b>Tabla 23</b>	Costo del Concreto Patrón + 5.00%CTA por m <sup>3</sup> .....	72
<b>Tabla 24</b>	Resumen de costos del concreto por m <sup>3</sup> .....	73
<b>Tabla 25</b>	Prueba de normalidad de la Trabajabilidad del concreto .....	89
<b>Tabla 26</b>	Prueba de homogeneidad de varianzas de la Trabajabilidad del concreto .....	90
<b>Tabla 27</b>	Prueba de ANOVA de un factor para la Trabajabilidad del concreto .....	91
<b>Tabla 28</b>	Prueba de post hoc de Tukey para la Trabajabilidad del concreto .....	91
<b>Tabla 29</b>	Prueba de normalidad del Peso Unitario del concreto .....	94

<b>Tabla 30</b>	Prueba de homogeneidad de varianzas del Peso Unitario del concreto	95
<b>Tabla 31</b>	Prueba de ANOVA de un factor para el Peso Unitario del concreto .....	96
<b>Tabla 32</b>	Prueba de post hoc de Tukey para el Peso Unitario del concreto .....	96
<b>Tabla 33</b>	Prueba de normalidad del Contenido de aire del concreto .....	99
<b>Tabla 34</b>	Prueba de homogeneidad de varianzas del Contenido de aire del concreto .....	100
<b>Tabla 35</b>	Prueba de ANOVA de un factor para el Contenido de aire del concreto .....	100
<b>Tabla 36</b>	Prueba de post hoc de Tukey para el Contenido de aire del concreto	101
<b>Tabla 37</b>	Prueba de normalidad para la Resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días del concreto .....	104
<b>Tabla 38</b>	Prueba de homogeneidad de varianzas de la Resistencia a la compresión del concreto a 7, 14 y 28 días .....	106
<b>Tabla 39</b>	Prueba de ANOVA de un factor para de la Resistencia a la compresión del concreto a 7, 14 y 28 días .....	107
<b>Tabla 40</b>	Prueba de post hoc de Tukey para la Resistencia a la compresión del concreto a 7 días de curado .....	108
<b>Tabla 41</b>	Prueba de post hoc de Tukey para la Resistencia a la compresión del concreto a 14 días de curado .....	109
<b>Tabla 42</b>	Prueba de post hoc de Tukey para la Resistencia a la compresión del concreto a 28 días de curado .....	111
<b>Tabla 43</b>	Prueba de normalidad para la Resistencia a tracción a 7, 14 y 28 días del concreto .....	114
<b>Tabla 44</b>	Prueba de homogeneidad de varianzas de la Resistencia a tracción del concreto a 7, 14 y 28 días .....	115
<b>Tabla 45</b>	Prueba de ANOVA de un factor para de la Resistencia a tracción del concreto a 7, 14 y 28 días .....	116
<b>Tabla 46</b>	Prueba de post hoc de Tukey para la Resistencia a tracción del concreto a 7 días de curado.....	117
<b>Tabla 47</b>	Prueba de post hoc de Tukey para la Resistencia a tracción del concreto a 14 días de curado .....	118
<b>Tabla 48</b>	Prueba de post hoc de Tukey para la Resistencia a tracción del concreto a 28 días de curado .....	120

<b>Tabla 49</b> Prueba de normalidad para la Resistencia a flexión a 28 días del concreto .....	123
<b>Tabla 50</b> Prueba de homogeneidad de varianzas de la Resistencia a flexión del concreto a 28 días .....	124
<b>Tabla 51</b> Prueba de ANOVA de un factor para de la Resistencia a flexión del concreto a 28 días .....	124
<b>Tabla 52</b> Prueba de post hoc de Tukey para la Resistencia a flexión del concreto a 28 días de curado .....	125

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Alfalfa y su cultivo .....	11
<b>Figura 2</b> Ensayo de resistencia promedio en laboratorio. ....	16
<b>Figura 3</b> Dimensiones de los especímenes cilíndricas (probeta). ....	17
<b>Figura 4</b> Esfuerzo indirecto a tracción .....	18
<b>Figura 5</b> Esfuerzo de flexión con carga central en una viga .....	19
<b>Figura 6</b> Reconocimiento del lugar y zona de obtención de la alfalfa. ....	27
<b>Figura 7</b> Corte y obtención de la alfalfa. ....	28
<b>Figura 8</b> Tendido y secado de la alfalfa expuestas al sol.....	28
<b>Figura 9</b> Acumulación, tendido y secado de la alfalfa expuestas al sol .....	29
<b>Figura 10</b> Incineración de la alfalfa seca en horno artesanal.....	29
<b>Figura 11</b> Recojo y acumulación de ceniza de tallos de alfalfa producto de la incineración. ....	30
<b>Figura 12</b> Proceso de acumulación de ceniza de tallos de alfalfa para su activación térmica.....	30
<b>Figura 13</b> Activación térmica de CTA en horno Mufla a temperatura de 600 °C ..	31
<b>Figura 14</b> Acumulación de ceniza de tallos de alfalfa (CTA). ....	31
<b>Figura 15</b> Tamizado y acumulación de la ceniza de tallos de alfalfa.....	32
<b>Figura 16</b> Obtención del agregado fino de la cantera Pariahuanca (Empresa de construcciones e ingeniería “ORIÓN” E.I.R.L.) .....	33
<b>Figura 17</b> Obtención del agregado grueso de la cantera Pariahuanca y su traslado para su almacenamiento .....	33
<b>Figura 18</b> Análisis granulométrico del agregado fino y grueso: cuarteo de la muestra .....	34
<b>Figura 19</b> Lavado de la muestra y secado en horno a 110 °C por 24 horas .....	34
<b>Figura 20</b> Tamizado de los agregados grueso y fino con columna de tamices estándar .....	35
<b>Figura 21</b> Vertido de la muestra del agregado grueso y fino sin compactar en recipiente cilíndrico .....	35
<b>Figura 22</b> Pesado del agregado grueso y fino, secado al horno y compactado. ..	36
<b>Figura 23</b> Muestra de agregado grueso y fino, secado al horno y pesado .....	37
<b>Figura 24</b> Vertido de agregado (piedra chancada y arena) en costalillos .....	40

<b>Figura 25</b>	Los agregados (piedra chancada y arena) en costalillos son pesados para la preparación de la mezcla .....	40
<b>Figura 26</b>	Mezcla con mezcladora trompito y acumulado en buggy .....	41
<b>Figura 27</b>	Vertido de la mezcla a las probetas cilíndricas y vibración manual .....	41
<b>Figura 28</b>	Probetas elaboradas de concreto patrón con dosificación respectiva..	42
<b>Figura 29</b>	Pesos de ceniza de tallos de alfalfa por cada porcentaje de adición al C° Patrón .....	42
<b>Figura 30</b>	Elaboración de viguetas en moldes según dosificación establecida ....	43
<b>Figura 31</b>	Identificación de viguetas con sus respectivas dosificaciones .....	44
<b>Figura 32</b>	Desencofrado de probetas y viguetas de C° patrón y con adiciones de CTA.....	44
<b>Figura 33</b>	Curado de probetas y viguetas de C° patrón y con adiciones de CTA.	45
<b>Figura 34</b>	Vertido de la mezcla en el cono humedecido.....	45
<b>Figura 35</b>	Vertido de la mezcla con 25 golpes en cada tercio del cono y dejado al ras de la superficie .....	46
<b>Figura 36</b>	Medición del asentamiento del concreto (desplazamiento).....	47
<b>Figura 37</b>	Vertido de mezcla y golpes exteriores con mazo de goma en el contenedor.....	47
<b>Figura 38</b>	Enrasado de la parte superior del contenedor cilindrico.....	48
<b>Figura 39</b>	Pesado del contenedor con la mezcla de concreto fresco .....	48
<b>Figura 40</b>	Probetas de C° Patrón y con adiciones de CTA para ensayo de rotura .....	49
<b>Figura 41</b>	Ensayo de rotura de probetas de C° Patrón y con adiciones de CTA..	50
<b>Figura 42</b>	Identificación de probetas de C° patrón y con adiciones de CTA.....	51
<b>Figura 43</b>	Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral de probetas de C° patrón y con adiciones de CTA.....	51
<b>Figura 44</b>	Toma de dimensiones e identificación de la marca línea recta al medio central de la vigueta .....	52
<b>Figura 45</b>	Colocación de viguetas en la prensa del ensayo de resistencia a flexión .....	52
<b>Figura 46</b>	Ensayo de la resistencia a flexión en viguetas.....	53
<b>Figura 47</b>	Trabajabilidad promedio del concreto según diseño .....	55
<b>Figura 48</b>	Peso unitario promedio del concreto según diseño .....	56

<b>Figura 49</b> Contenido de aire promedio del concreto según diseño. ....	57
<b>Figura 50</b> Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días. ....	59
<b>Figura 51</b> Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días. ....	60
<b>Figura 52</b> Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días. ....	62
<b>Figura 53</b> Resumen de resistencia a la compresión promedio del concreto. ....	63
<b>Figura 54</b> Resistencia a la tracción del concreto a los 7 días. ....	64
<b>Figura 55</b> Resistencia a la tracción del concreto a los 14 días. ....	66
<b>Figura 56</b> Resistencia a la tracción del concreto a los 28 días. ....	67
<b>Figura 57</b> Resumen de resistencia a la tracción promedio del concreto. ....	68
<b>Figura 58</b> Resistencia a flexión del concreto a los 28 días. ....	70
<b>Figura 59</b> Resumen de costos del concreto por m3. ....	73
<b>Figura 60</b> Gráfico de Medias de la Trabajabilidad del concreto. ....	92
<b>Figura 61</b> Gráfico de Medias del Peso Unitario del concreto. ....	97
<b>Figura 62</b> Gráfico de Medias del Contenido de aire del concreto. ....	102
<b>Figura 63</b> Gráfico de Medias de la Resistencia a la compresión del concreto a 7 días de curado. ....	108
<b>Figura 64</b> Gráfico de Medias de la Resistencia a la compresión del concreto a 14 días de curado. ....	110
<b>Figura 65</b> Gráfico de Medias de la Resistencia a la compresión del concreto a 28 días de curado. ....	111
<b>Figura 66</b> Gráfico de Medias de la Resistencia a la compresión del concreto a 7 días de curado. ....	118
<b>Figura 67</b> Gráfico de Medias de la Resistencia a tracción del concreto a 14 días de curado. ....	119
<b>Figura 68</b> Gráfico de Medias de la Resistencia a tracción del concreto a 28 días de curado. ....	120
<b>Figura 69</b> Gráfico de Medias de la Resistencia a flexión del concreto a 28 días de curado. ....	126

## Índice de ecuaciones

<b>Ecuación 1</b> Peso unitario del concreto. ....	15
<b>Ecuación 2</b> Resistencia a la compresión del concreto .....	17
<b>Ecuación 3</b> Área transversal del espécimen del concreto .....	17
<b>Ecuación 4</b> Resistencia a la tracción del concreto .....	18
<b>Ecuación 5</b> Resistencia a la flexión del concreto .....	19

## Resumen

El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar la influencia de la adición de la ceniza de tallos de alfalfa (CTA) en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional en la ciudad de Huaraz – Ancash. El estudio es de tipo aplicada, de diseño cuasi experimental, de nivel explicativo y enfoque cuantitativo. Para la evaluación la muestra estuvo constituido por 72 especímenes de cilíndricas y 12 viguetas con dimensiones de 15x30 cm y 15x15x50cm respectivamente. El diseño de mezcla se ha dado según el método ACI 211.1 para establecer como diseño C° Patrón y con adiciones de 0.50%, 2.50% y 5.00% de ceniza de tallos de alfalfa como diseños experimentales. Se planteó la hipótesis que, la adición de la ceniza de tallos de alfalfa influye en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional en la ciudad de Huaraz – Ancash. Para definir el porcentaje más óptimo se realizó el análisis inferencial de las propiedades físicas y mecánicas del concreto con Diseño Patrón y Diseño Patrón + 0.50%, 2.50% y 5.00%CTA donde se obtuvieron como resultados óptimos para: la Trabajabilidad, el diseño C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 0.50%CTA con un valor promedio de 3.90 pulg; el Peso unitario, el diseño C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 0.50%CTA con un valor promedio de 2,546.70  $\text{kg/m}^3$  y el Contenido de aire, el diseño C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 0.50%CTA con un valor promedio de 1.73%. Los resultados óptimos de la resistencia a compresión, tracción y flexión para los 28 días son: el diseño C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 0.50%CTA con un valor promedio de 363.84  $\text{kg/cm}^2$ , el diseño C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 2.50%CTA con un valor promedio de 33.39  $\text{kg/cm}^2$  y el diseño C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 0.50%CTA con un valor promedio de 5.36 MPa respectivamente. Asimismo, el costo económico para la elaboración del concreto por metro cubico es el diseño C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 0.50%CTA. Por lo tanto, la adición de 0.50% de ceniza de tallos de alfalfa (CTA) es el diseño favorable para mejorar las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional.

**Palabras clave:** Alfalfa, ceniza, concreto, compresión, tracción, flexión.

## Abstract

The objective of this research work was to evaluate the influence of the addition of alfalfa stem ash (CTA) on the physical-mechanical properties of conventional concrete in the city of Huaraz - Ancash. The study is of an applied type, quasi-experimental design, explanatory level and quantitative approach. For the evaluation, the sample consisted of 72 cylindrical specimens and 12 joists with dimensions of 15x30 cm and 15x15x50cm respectively. The mix design has been given according to the ACI 211.1 method to establish C° as the standard design and with additions of 0.50%, 2.50% and 5.00% alfalfa stem ash as experimental designs. The hypothesis was raised that the addition of alfalfa stem ash influences the physical - mechanical properties of conventional concrete in the city of Huaraz - Ancash. To define the most optimal percentage, the inferential analysis of the physical and mechanical properties of the concrete with Pattern Design and Pattern Design + 0.50%, 2.50% and 5.00% CTA was carried out, where optimal results were obtained for: Workability, C° design Pattern ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50% CTA with an average value of 3.90 in; the Unit Weight, the C° Standard design ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50% CTA with an average value of 2,546.70 kg/m<sup>3</sup> and the Air Content, the C° Standard design ( $f'c=210$  kg /cm<sup>2</sup>) + 0.50% CTA with an average value of 1.73%. The optimal results of the resistance to compression, traction and flexion for the 28 days are: the C° Pattern design ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50% CTA with an average value of 363.84 kg/cm<sup>2</sup>, the C design ° Pattern ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 2.50% CTA with an average value of 33.39 kg/cm<sup>2</sup> and design C° Pattern ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50% CTA with an average value of 5.36 MPa respectively. Likewise, the economic cost for the preparation of concrete per cubic meter is the C° Pattern design ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50% CTA. Therefore, the addition of 0.50% alfalfa stem ash (CTA) is the favorable design to improve the physical-mechanical properties of conventional concrete.

**Keywords:** Alfalfa, ash, concrete, compression, traction, flexion.

## I. INTRODUCCIÓN

En el **contexto internacional**, actualmente el concreto se considera como material de construcción comúnmente usado que satisface las necesidades de una población creciente en cuanto a infraestructuras en el medio que lo rodea. Sin embargo, el uso del concreto convencional muchas veces viene siendo substituida por aditivos químicos, en las construcciones. Es así como el avance día a día de búsqueda de formas o métodos para mejorar las propiedades del concreto resultan imprescindibles diversas alternativas aditivas naturales como la ceniza vegetal que pueden ser utilizadas en diversas construcciones, es por ello actualmente se busca soluciones enfocadas al uso de la materia prima como solución y aplicación en la fabricación de cemento, con características propias puzolánicas como Silica ( $\text{SiO}_2$ ) y Alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) (BAUTISTA RUIZ, et al. 2017). Asimismo las cenizas volantes, tienen un gran potencial como aditivos en la producción de cemento, principalmente por la presencia de aluminosilicatos amorfos propios de este tipo de cenizas. Reacciona eficazmente con hidróxido de calcio  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (BAUTISTA RUIZ, et al., 2017).

A **nivel nacional**, el concreto requiere investigaciones que comprendan las formas de mejorar sus propiedades y que estas puedan ser utilizados en las construcciones desde viviendas de albañilería confinada hasta estructuras más complejas y resistentes. La alfalfa, con nombre científico *Medicago sativa*, es uno de los tipos de leguminosas más cultivados e importantes y son materia prima de alimentación para animales mayores como bovinos; y menores como cuyes, conejos, cerdos, etc., en términos de la cantidad de alimento que se obtiene en un campo y en términos de su valor nutricional (BAZAN R., et al., 2017). En el 2012, el IV CENAGRO indica que la alfalfa es el tercer cultivo permanente y ocupa la mayor superficie cultivada con 152 300 hectáreas (MINAM, 2019). El peru cuenta con 202 840 productores que siembran alfalfa. De este número, 136 296 son hombres y 66 544 son mujeres y se encuentra alrededor con una media de 0,8 ha/productor. Por consiguiente siendo este cultivo como uno de los mas predominantes en el Perú se hace necesario investigar el comportamiento del concreto convencional extraendo la ceniza de este cultivo y utilizarlo como aditivo natural en la dosificación del mismo. Cuando se quema el cultivo vegetal es importante conocer el porcentaje de

composición de ceniza ya que, puede ser utilizada como insumo en la dosificación del concreto. Los residuos agrícolas en su composición poseen en sus cenizas elevadas cantidades de Óxido de silicio, de aluminios, de Potasio (K<sub>2</sub>O), etc. (HUAQUISTO & QUENTA, 2018).

A **nivel regional**, la construcción tiene un índice de crecimiento acelerado en la población y se puede evidenciar en las diversas construcciones que se realizan día a día usando el concreto convencional. Se puede evidenciar en el país, ciertas regiones como la costa de Ancash, específicamente en la ciudad de Chimbote, estudios realizados con sustitución de cenizas de cultivos vegetales en el concreto y ensayadas en laboratorio, han demostrado que, tienen un efecto positivo en esfuerzos a compresión y flexión para elementos estructurales. (PRIALE, 2003, citado por GARCIA & QUITO, 2021). Sin embargo en el callejón de Huaylas, en la provincia de Huaraz, no es común encontrar construcciones con concretos con aditivos naturales con cenizas vegetales o desechos de estos que al entrar en combustión se genera la ceniza que adicionado a diferentes porcentajes en proporción de volumen de cemento estas tienden a variar sus propiedades del concreto. Con la extracción de la ceniza de alfalfa, buscaremos que éste sea un aditivo la cual permita mejorar sus propiedades del concreto.

En consecuencia, se expone el **problema general**: ¿Cómo influye la adición de la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022? Asimismo, se formulan los **problemas específicos**: **PE1**. ¿Cómo se obtiene la ceniza de tallos de alfalfa en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022? **PE2**. ¿Cómo influye la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades físicas del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022? **PE3**. ¿Cómo influye la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades mecánicas del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022? **PE4**. ¿Cómo influyen los costos en la elaboración del concreto convencional, con adición de la ceniza de tallos de alfalfa en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022?

El proyecto tiene como **justificación teórica** contribuir como una solución alternativa como aditivo natural e incrementar las propiedades del concreto convencional contribuyendo alcanzar nuevos aportes y conocimientos. La **Justificación técnica**, de acuerdo a los antecedentes indagados en investigaciones similares, dan como resultado que adiciones de cenizas vegetales producto de la combustión, en proporciones pequeñas en el diseño de mezclas optimizan y e incrementan el esfuerzo a la compresión notoriamente y esfuerzo a la flexión mínimamente. Así también como el asentamiento que es regulada apropiadamente, mejorando en una infraestructura su calidad de la misma. En particular, la alfalfa en su composición química mineral es rica en calcio (Ca) componente similar al del cemento. La **Justificación social** de la presente investigación, permitirá plantear nuevas alternativas de aditivos naturales para su uso en el concreto que estará al alcance de la población usuaria donde predominan el cultivo de alfalfa. Su **Justificación económica** es viable económicamente por que busca economizar costos para la elaboración del concreto convencional cuando son usados en porcentajes mínimas en adición del cemento con el uso de la ceniza de tallos de alfalfa en proporciones pequeñas debido a que este cultivo, es uno de los más predominantes a nivel nacional y es cultivada a gran escala, conocidos también como plantas forrajeras, y, por último, la **Justificación ambiental** permite que los cultivos forrajeros, como la alfalfa, se cultiven a mayor escala, lo que permite otros usos, como en la construcción y no solo en el sector agropecuario, aplicándola en diversos proyectos de infraestructura.

Se tiene como **objetivo general**: Evaluar la influencia de la adición de la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022. Siendo los **objetivos específicos**: **OE1**. Determinar el proceso de obtención de la ceniza de tallos de alfalfa en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022. **OE2**. Determinar la influencia de la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades físicas del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022. **OE3**. Determinar la influencia de la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades mecánicas del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022. **OE4**. Analizar la influencia de los costos en la elaboración del concreto convencional, con

adición de la ceniza de tallos de alfalfa en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Áncash, 2022.

La **hipótesis general**: La adición de la ceniza de tallos de alfalfa influye en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022. Las **hipótesis específicas** serán: **HE1**. El proceso de obtención de la ceniza de tallos de alfalfa es factible para en el concreto convencional en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022. **HE2**. No Influye la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades físicas del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022. **HE3**. No Influye la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades mecánicas del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022. **HE4**. Influye el costo en la elaboración del concreto convencional, con adición de la ceniza de tallos de alfalfa en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Áncash, 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Este trabajo de investigación emplea una variedad de estudios indagados, que se describen a continuación. En un **contexto internacional**, BAUTISTA, et al. (2017) en su artículo desarrollado presentan una caracterización sobre cenizas volantes (CV), en donde usan la metodología de fluorescencia y difracción de rayos X; obteniéndose en su composición componentes de silicio, aluminio y hierro en proporciones pequeñas, así diferencias en forma, tamaño y composición de los inquemados de carbón. Como conclusión llegaron que las cenizas volantes son componentes puzolánicos ácidos en su aspecto químico y que éstas cumplen requisitos para que puedan ser utilizados como componentes para la elaboración del cemento.

CARDONA (2021) en su informe final de monografía manifiesta que su objetivo es analizar mecánicamente el concreto hidráulico con adicción de ceniza de la semilla del aguacate como aditivo, en la metodología se estableció la dosificación y mezcla del concreto como muestra patrón en el estudio realizado, empleando una relación de volúmenes de 2:2:1 entre la grava, la arena y el cemento, además se pesó para poder tener una idea establecida de la cantidad y esto también ayudó para hallar la cantidad de aditivo agregado en las muestras. Para obtener la ceniza de la semilla del aguacate, primero, se procedió a deshidratar la semilla para retirar sus propiedades orgánicas. Después de estar completamente deshidratada, se ingresó a la máquina los ángeles para reducir el tamaño de sus partículas al mínimo permitido. El material que se obtuvo después de ingresarla en la máquina los ángeles, se incineró hasta obtener la ceniza. Se agregó la ceniza a la mezcla patrón como aditivo. Se realizaron varias muestras con porcentajes del 0,5% a 10% como adición de la ceniza de semilla de aguacate respecto al peso de cemento. En las pruebas pertinentes se siguieron los lineamientos establecidos en las normas INVE del 2007, a las muestras al cabo de 7, 21 y 28 días de curado. En los resultados se observó que inclusiones del 1,5% de aditivo mostraron los mejores resultados en su capacidad portante. A pesar de esto, el valor no es un valor óptimo debido a que no se creó un modelo matemático que permita optimizar dicho resultado, ni se realizaron experimentos adicionales con valores cercanos al 1,5% de aditivo. Se concluye que el concreto muestra un comportamiento ambiguo con relación al

aditivo, debido a que los ensayos realizados en las probetas cilíndricas han arrojado incrementos de esfuerzos con porcentaje de 1.5% de aditivo, pero disminuye considerablemente conforme aumenta la proporción de la ceniza, asimismo, se muestra que las características físicas tienen una mejora. En un rango de aditivo (ceniza) de 1% - 1,5% se consiguió mejorar los esfuerzos a compresión y flexión. A mayor porcentaje de ceniza al límite obtenido en los resultados perjudica las propiedades del concreto, a tal punto que hace perder completamente su funcionalidad.

REDÓN & MARTÍNEZ (2019) mencionan en su investigación respectiva titulado Concreto híbrido durables y sustentables, su objetivo son investigar la ceniza volante activada y su viabilidad como alternativa durable, sustentable y económica. Su metodología consistió en el sustituto del cemento por ceniza volante activada. Los resultados obtenidos para resistencia a compresión, la mezcla MA alcanzó valores mayores a 45 MPa en 7 días, mientras que las MB y MC en 28 días. Por tanto se concluye que, las mezclas con sustitución de 50 y 65% de ceniza volante activada permite conseguir hormigón de larga duración planteado en la presente investigación.

Como **antecedentes nacionales** tenemos a: MOLOCHO & RODRÍGUEZ (2020) manifiestan que el fin de su trabajo de investigación es determinar los esfuerzos ensayados a compresión y su consecuencia con incorporaciones de ceniza y cascaras del producto del café en Moyobamba, 2020; se empleó como tipo y diseño de investigación, aplicada y experimental respectivamente. Las muestras son especímenes cilíndricas sin y con complemento de cenizas y cascaras del producto del café trabajados con tres (3) de éstas para diferentes edades, que posteriormente han sido complementadas con porcentajes de 5, 10 y 15% de ceniza y las cascaras del producto del café (respecto al peso del agregado fino). Por tal motivo, cada grupo se trabajó con inclusión de ceniza, cascarilla del producto del café y ambos, evaluando un total de 90 especímenes cilíndricos mediante ensayos de laboratorio para esfuerzos de compresión.

Por tanto, el incremento del material ceniza, incrementa los esfuerzos evaluados con el 5% de la misma, mientras que las cascarillas de café en los porcentajes evaluados indican lo contrario. Asimismo, la trabajabilidad del concreto con

adiciones de ceniza aumenta la resistencia a compresión en porcentajes menores y a edades mayores cuando el concreto endurece.

RABANAL (2021) en su tesis menciona que el propósito del estudio fue evaluar el impacto de la ceniza de tara (CT) en concreto para pavimentación. Metodológicamente indica que ésta es aplicada y cuasi experimental de diseño, además es cuantitativa. Se ha trabajado con una muestra de 72 probetas cilíndricas y conformadas por un total de 80 probetas cilíndricas como población de estudio, en ellas se han evaluado dichas probetas con incorporaciones de ceniza de tara en proporciones de 1, 2 y 3% dando como resultado las mejoras en trabajabilidad del concreto y un asentamiento de 3" (pulg) para una proporción de 3% de ceniza de tara, observándose incremento en la resistencia a compresión y a tracción, ambos de forma significativa en su evaluación. Por tanto, los autores concluyen que a mayor porcentaje de las proporciones evaluadas, se obtienen esfuerzos mayores de la misma.

HUACHO & RONCEROS (2021) muestran como objetivo el análisis de la influencia al adicionar cenizas de Stipa lchu en la resistencia a compresión del concreto  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ . La metodología consistió en realizar especímenes cilíndricos de concreto patrón como diseño de  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$  y especímenes con adiciones de 2, 4, 7 y 8% de cenizas de Stipa lchu, calcinados a  $600 \text{ }^\circ\text{C}$  en un periodo de dos horas. Se realizó ensayos de rotura a edades de 7, 14 y 28 días según normativa; asimismo, se realizó la composición química de la ceniza de Stipa lchu. Los resultados obtenidos muestran que el porcentaje más óptimo se presentan con la dosificación de 4% de adición de ceniza de Stipa lchu para elementos de zapatas y columnas. De la misma manera, se obtuvieron como resultados el dióxido de silicio y trióxido de aluminio favorables en su composición química de la ceniza, concluyéndose así que éstos incrementan la resistencia a compresión del concreto.

En el **ambito regional** tenemos a: GARCIA & QUITO (2021) en su tesis establecieron que el fin de la misma ha sido analizar cómo las cenizas de carbón vegetal afectan el concreto y sus características, Huaraz – 2021. La investigación posee una metodología experimental como diseño, debido a que se han realizado ensayos de laboratorio de esfuerzos a compresión y tracción de acuerdo a las normativas existentes. Se realizó especímenes cilíndricos de concreto sin y con

adición de ceniza vegetal en proporciones de 2.5%, 7.5% y 15%. Los resultados obtenidos indican que con 2.5% de sustitución incrementan los esfuerzos a la compresión, pero no en tracción y tampoco mejoró la trabajabilidad. Por ello, se ha concluido que al 2.5% de sustitución de ceniza mejora los esfuerzos a compresión, inversamente a esfuerzos a tracción y trabajabilidad.

YÁNAC (2021) indica que el esfuerzo a compresión del concreto con cenizas de eucalipto como sustituto en proporciones de 2, 3 y 5% del cemento fue el fin del estudio. La metodología tuvo lugar a un diseño cuasi experimental, aplicada y cuantitativa como su enfoque. La población y muestra de trabajo ha consistido en 36 cilíndricas y han sido evaluados a 7, 14 y 28 días. Se obtuvieron resultados de mejora a la edad de 28 días con la sustitución de 2%, 3% y 5% de ceniza de eucalipto, concluyéndose de la investigación que el concreto incrementa minimamente con un 5% de reposición de cenizas, el esfuerzo evaluado.

CAURURO & CUENCA (2021) manifiestan en su trabajo de investigación que su objetivo fue, observar la variabilidad del concreto convencional incorporándose las proporciones de 2, 5 y 7% de ceniza cáscara papa (CCP). Metodológicamente la investigación se ha desarrollado por ser aplicada y experimental por su diseño, donde se ha determinado ensayos a flexión con incorporaciones de CCP en un 2%, 5% y 7% de CCP. Se ha realizado la investigación con 36 muestras divididas en 9 viguetas, éstas mismas fragmentadas para ensayos a 7 días, 14 días y 28 días. Los resultados logrados con adición de la CCP mejoran el esfuerzo a la flexión siendo el más significativo a los 28 días la adición de 2%, 5% y 7% de CCP y mostrando un aumento del 53.94%, 54.92% y 54.96% todo respecto al concreto patrón sin adición de la CCP. Concluyéndose en la investigación que las CCP incrementan los esfuerzos a la flexión del concreto.

MACEDO & PINEDA (2021) mencionan en su tesis de investigación que el fin de la misma es analizar esfuerzos que se producen en el concreto con aditivo natural de ceniza de Eucalyptus Globulus y su influencia con CH. Metodológicamente fue aplicada y experimental como su diseño. Los especímenes cilíndricas empleados fueron de 36 vigas sometidas a ensayos de resistencia a flexión sin y con sustitución del 10%, 20% y 30% respecto al peso del cemento. Se determinó que para la edad de 28 días disminuyó el esfuerzo a flexión en los especímenes de vigas por lo cual

se concluyó que, para esfuerzos de flexión las cenizas evaluadas, así como la cáscara de huevo, no mejoran las características planteadas en los objetivos de dicha investigación.

Como **artículo científico** se tiene a HUAQUISTO & QUENTA (2018) destacan en su artículo científico que su finalidad es evaluar el esfuerzo del concreto con adición de ceniza vegetal. En la parte metodológica, los especímenes de concreto se han elaborado con ciertas proporciones de ceniza en su dosificación, y han sido comparadas sin la adición de la misma. En dicho artículo, los autores mediante su análisis, muestran datos de esfuerzos similares al concreto sin adiciones de cenizas. Finalmente la investigación determinó que las cenizas incorporadas en pequeñas proporciones menores del 5% de ceniza, hacen que los objetivos planteados sean logrados satisfactoriamente.

SALAS ET AL. (2013) indicate in their scientific article that the objective is to evaluate the mechanical properties and durability of concrete with partial replacement of the cement by rice husk ash (RHA) and metakaolin (MK). The experimental design methodology has consisted in the use of two types of rice husk ash (RHA); the first, by thermal process and the second by a thermochemical process. The metakaolin was the product of a thermal process at 700 °C in a period of two hours (Colombian kaolin), later compressive strength and concrete durability tests were carried out. As standard concrete was used without addition and silica fume. As a result, a positive effect was obtained on the mechanical properties and durability of the concrete, and it was concluded that the partial replacement of cement by rice husk ash (RHA) and metakaolin (MK) is viable for use in engineering and contributes sustainably to the environment.

Como **bases teóricas** este proyecto de investigación presenta que: La ceniza es el color gris pálido que queda después de la combustión completa y generalmente se compone de sales alcalinas, silicio y óxidos metálicos (1). Se producen residuos de dos clases, entre las cuales se tiene: ceniza volante que es un producto sólido finamente dividido resultado de un proceso llevado a cabo en una central eléctrica, que entra a través del gas y se filtra en el horno (2). Por otro lado, la ceniza de hogar y escorias domésticas son aquellas que caen al suelo por influencia de la gravedad con diferentes granulometrías (3). El uso más importante es la adición de éstas para hacer mezclas de concreto, seguido de otros usos y así sucesivamente.

Químicamente, la ceniza varía dependiendo del proceso de combustión que tenga y del tipo de carbón residual que presenta. Sus componentes principales están dados por óxidos de: sílice, aluminio, hierro, cal, carbón sin quemar y una pequeña cantidad (alrededor del 5% en peso) de: Magnesio, azufre y alcalinidad (sodio y potasio) así como otros oligoelementos (3).

Composición media de óxidos en cenizas, crudo calcinado (cenizas y calizas) y clinker (ver Tabla 1). El crudo calcinado, “viene a ser las cenizas obtenidas por combustión del carbón agregando un 10 % de Carbonato de Calcio” (3). El Clinker conocido como un producto granular obtenido de la quema de piedra caliza y arcilla, utilizado en la fabricación de cemento (1).

**Tabla 1**

*Las cenizas y su composición*

Oxidos	Cenizas (%)	Crudo calcinado (%)	Clinker (%)
CaO	10.2	60-69	65
SiO <sub>2</sub>	50.1	18-24	20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.9	1-8	7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.7	1-8	3
MgO	1.6	<5%	1.6
SO <sub>3</sub>	0.6	<5%	1.9

*Fuente:* Caballero & Médico, 2013.

De la Tabla 1 se puede concluir que la ceniza puede proporcionar la sílice requerida para la formulación de las materias primas de calcinación (ceniza y caliza) y puede ser utilizada como agregado para moler clínker para producir cemento Portland puzolánico. Las clasificamos como cenizas silíceas según su composición química. Este es el mismo que se puede utilizar en la industria del cemento (3).

La alfalfa conocido con nombre científico de *Medicago sativa*, es un cultivo forrajero perenne con buen potencial de rendimiento, la vida de campo es de aproximadamente 3 años y tiene un alto rendimiento por año. Ver Figura 1.

Según Bagavathiannan y Van Acker, 2009, como se citó en (4) manifiestan que la alfalfa se describe como "una pequeña especie de arbusto herbáceo perenne con una raíz pivotante profunda". La primera hoja es una sola hoja simple. Después de eso, se alternan hojas trifoliadas y pinnadas en el tallo. Los tallos son erectos y alcanzan 1 m por encima de la copa.

### **Figura 1**

#### *Alfalfa y su cultivo*



*Fuente:* FEDNA, 2022.

El proceso de extracción de cenizas de los tallos de alfalfa. La ceniza de tallo de alfalfa se obtiene quemando materia prima de alfalfa a altas temperaturas (500 – 600°C) y se denomina ceniza casera o escoria. Las propiedades físicas de las cenizas o escorias domésticas consisten en partículas angulares con una estructura

superficial altamente porosa y rugosa. Son de tamaños variables de agregados finos. En general, es un material bien seleccionado con predominio del tamaño de la escoria. La química de las cenizas domésticas tienen componentes similares a las cenizas volantes. Son silíceos y se pueden clasificar como calcáreos (5).

El **contenido mineral** de la alfalfa se determina por una medida de cenizas y puede ser alta, que van desde 6 a 15% de la materia seca (MS) del tejido vegetal (6). “La ceniza es una medida del total de minerales inorgánicos en el forraje, así como de la contaminación del suelo” (6). Las cenizas pueden contener minerales a partir de compuestos orgánicos, por ejemplo P a partir del ácido fítico. Minerales específicos como: P, K, S, Mg, Ca, S, Se y Mn, a menudo se miden por separado, al igual que los micronutrientes Mo, Se y Mn (6).

En la Tabla 2, se muestran los principales componentes de la alfalfa, a diferentes alturas, expresados en porcentajes (%).

**Tabla 2**

*Composición química de la alfalfa para diferentes alturas*

Componentes (%)	ALFALFA		
	Altura (cm)		
	0 - 30	30 - 60	60- 90
M-S (Materia Seca)	17.18	20.58	26.96
P-C (Proteína Cruda)	24.67	21.43	18.18
ENN (Extra no Nit)	38.74	40.16	43.86
M-G (Materia Grasa)	3.09	2.52	2.42
F-C (Fibra Cruda)	21.34	25.41	26.29
CEN (Cenizas)	12.09	10.61	9.25
P (Fósforo)	0.27	0.25	0.20
Ca (Calcio)	1.32	1.29	1.14

*Fuente:* Larach et al., 1976.

Las cenizas van decayendo a medida que la planta se desarrolla (...). El contenido de calcio, al igual que todos los constituyentes minerales, va decayendo a medida que la planta se desarrolla” (7).

La Tabla 3 muestra la riqueza mineral o composición mineral de la ceniza de alfalfa.

**Tabla 3**

*Composición química mineral de la ceniza de la alfalfa para diferentes alturas*

Componestes Minerales (%)	ALFALFA		
	Altura (cm)		
	0 - 30	30 - 60	60- 90
P (Fósforo)	0.27	0.25	0.20
Ca (Calcio)	1.32	1.29	1.14
Mg (Magnesio)	0.27	0.27	0.21
K (Potasio)	3.71	3.15	2.60
Na (Sodio)*	160.66	86.72	61.40
Fe (Hierro)*	13.26	12.09	10.27
Mn (Manganeso)*	4.36	4.69	3.32
Cu (Cobre)*	1.47	1.42	1.13

*Fuente:* Larach et al., 1976.

NOTA: \* Resultados expresados en mg por 100 g de Materia Seca.

Las adiciones de cenizas independientemente del tipo que tengan éstos, al concreto fresco y endurecido puede proporcionar varias ventajas técnicas en la mezcla (8).

**Concreto;** pasta compuesta por agregados gruesos y finos, cemento portland, agua y aire en porcentaje menor a 1% (9). Como característica resaltante del concreto es: fácil de vaciar, es flexible en casi cualquier forma, posee grandes esfuerzos a compresión y grandes resistencias cuando éstas sean sometidas.

Está compuesto del cemento portland, obtenidas de moliendas de clinker en rangos y/o proporciones según las normativas estandarizadas, que si se agregan productos con semejantes características éstas deben incluirse conjuntamente con el clinker y molerse hasta obtener el material característico (10).

Las características resaltantes del cemento Portland son de color gris claro, más o menos verde, producido en sacos con pesos y volúmenes estandarizados. Según su clasificación existe cinco tipos basados en la normativa ASTM C 150 (9).

**Agregados;** también denominados áridos, son materiales inertes, granulares, que se pueden encontrar en la naturaleza en su estado natural que al ser combinado con materiales componentes del concreto, forman éstos un elemento compacto sólido, denominado concreto (11).

Agregado fino: son aglomerados de degradación que son retenidos por un tamiz estándar de 75  $\mu\text{m}$  (N° 200) (12). Las especificaciones y limitaciones son establecidas según normativa existente y conforme a su clasificación que estas tengan.

Agregado grueso; agregado estabilizado en la malla N° 4. Las especificaciones y limitaciones son establecidas según normativa existente.

Módulo fineza (MF); medida promedio de partículas obtenidas por análisis granulométrico. Son calculados mediante sumatorias de mallas normadas, aquellos porcentajes retenidos y acumulados, los cuales son divididos en 100 (9).

Módulo fineza combinado (Mc); cuando se combinan arena y grava, los pasos para determinar son: calculos de MFy factores de combinación del fino y grueso, que resulta de la sumatoriaa de la combinación de valores antes mencionados sobre la los mismos valores dados por el MF especificado (9).

En los agregados, el tamaño máximo se determina por el tamiz superior inmediato al tamiz el cual retiene el 15% al realizar el tamizaje a través de ella (9).

**Agua;** componente natural y líquido elemento vital de un ser vivo, que por su naturaleza debe asemejarse a ser potable para su aplicación de la misma.

**Propiedades físicas del concreto;** tiene dos fases principales, cuando está fresco y cuando se endurece (13). Las características principales cuando están frescas o en las primeras etapas son la flexibilidad y la consistencia.

**Trabajabilidad;** Es la capacidad de mezclar, colocar, compactar y terminar el concreto premezclado sin segregación ni exudación durante el proceso. No existen pruebas que cuantifiquen esta propiedad y comúnmente se estima con pruebas de consistencia (9). Por otro lado, ésta se evidencia claramente y se mide su fluidez, asimismo, indica si el concreto premezclado puede fluir hacia el encofrado (14).

**Consistencia;** es la humedad existente en la muestra analizada (9). La prueba utilizada es de consistencia del concreto, también llamada prueba de asentamiento. Por ello, para determinar la trabajabilidad, se hace uso del método convencional también conocido como prueba “Slump” o Cono de Abrams, el cual define la variación altitudinal o revenimiento del concreto (Cruces, 2018, como se citó en (15)).

El asentamiento y su determinación se da de acuerdo con la normativa peruana existente el cual indica el proceso para su realización, ésta introduciendo el concreto fresco en un elemento tronco cónico y comprimiéndole por una serie de golpes en tres partes (9). Se retira el elemento tronco cónico hacia arriba y se mide el desplazamiento que sufre por gravedad de la misma según lo especificado en la NTP 339.035 y ASTM C143.

Los tipos más comunes de consistencia de acuerdo a su asentamiento en estado fresco del concreto son: Seca, Plástica y Fluida, éstas indican la trabajabilidad como: Poco trabajable, trabajable y muy trabajable, respectivamente (9).

**Segregación;** esta propiedad consiste en la descomposición en sus componentes, los cuales se apartan los agregados gruesos de la pasta fresca del concreto. La separación indica que cuanto mas húmedo sea más riesgosa es ésta, y cuanto menos húmeda sea (más seco), menor será el riesgo (9).

**Exudación,** aquella donde las partículas gruesas del concreto se asientan una vez colocado en el encofrado en un elemento estructural o no estructural, y como resultado, parte del agua sube sobre ella (9). Se produce por una dosificación insuficiente, exceso de humedad en ella, el uso de aditivos y la temperatura, con temperaturas más altas que conducen a tasas de lixiviación más altas.

**Peso unitario;** conocido también como Densidad unitaria, se da en estado fresco según NTP 339.046 y ASTM C138, y, se determina por la siguiente ecuación:

#### **Ecuación 1**

*Peso unitario del concreto*

$$D = PU = \frac{M_c - M_m}{V_m} \quad (1)$$

Donde:

$M_c$  = masa del recipiente de medida lleno de copncreto en Kg

$M_m$  = masa del recipiente de medida en Kg

$V_m$  = volumen del recipiente de medida en m3

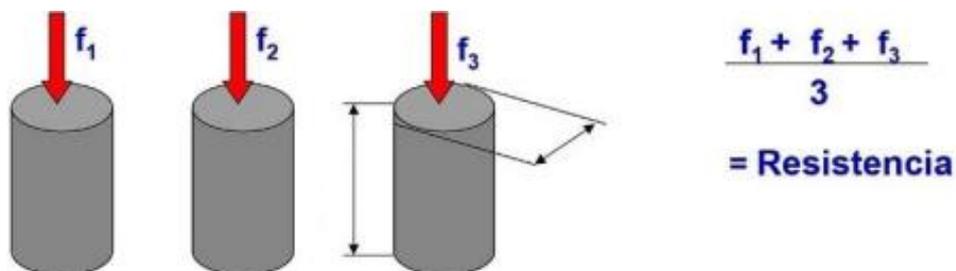
El contenido de aire se determina según la norma NTP 339.046 (método gavimétrico) y según la norma NTP 339.083 (método de presión) y norma ASTM C231 que representa la cantidad de aire existente en el concreto.

**Propiedades mecánicas del concreto;** se toman muestras de especímenes cilíndricos durante la mezcla y se dejan endurecer para realizar pruebas o comprobar la resistencia (9). “La resistencia de un concreto, normalmente aumenta con la edad. Este aumento se produce muy rápidamente durante los primeros días posteriores a su colocación, resultando más gradual al transcurrir el tiempo” (11)

Según ACI 318-11S, “un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de al menos dos probetas de 150 mm por 300 mm o de al menos tres probetas de 100 mm por 200 mm ensayadas a 28 días de edad”, y, deben ser ensayadas en el laboratorio para obtener diferentes esfuerzos a cual son sometidos éstas (16). Ver Figura 2.

**Figura 2**

*Ensayo de resistencia promedio en laboratorio*



*Fuente:* Herrera & Polo, 2017.

“La **resistencia a la compresión** es la carga máxima para una unidad de área soportada por una muestra antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura)”

(9). El concreto alcanza una resistencia de compresión de ( $f'_c$ ) después de 28 días después del vertido y curado. Su unidad de medida es  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

Según el método ASTM C39 (8) y la norma NTP 339.034, las muestras son evaluadas en especímenes cilíndricos aplicándose sobre ella, una carga. Su determinación está dado por la Ecuación 2:

### Ecuación 2

*Resistencia a la compresión del concreto*

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (2)$$

### Ecuación 3

*Área transversal del espécimen del concreto*

$$A = \frac{\pi \phi^2}{4} \quad (3)$$

Donde:

$f'_c$  = resistencia a la compresión en  $\text{Kg}/\text{cm}^2$

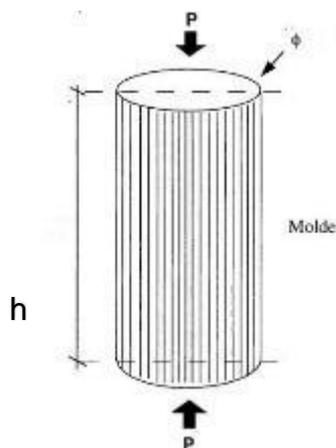
$P$  = carga máxima aplicada en  $\text{kg}$

$A$  = área transversal del espécimen cilíndrico en  $\text{cm}^2$

$\phi$  = diámetro del espécimen cilíndrico en  $\text{cm}$

### Figura 3

*Dimensiones de los especímenes cilíndricos (probeta)*



Fuente: Abanto, 2009.

Las dimensiones de los especímenes o muestras cilíndricas (probetas) estará dado por:  $h = 30 \text{ cm}$  y  $\phi = 15 \text{ cm}$ , (ver Figura 3).

“En los ensayos de **tracción indirecta**, las roturas de las muestras de concreto se presentan debido a una fuerza axial o carga de compresión o flexocompresión produciéndose una serie de tensiones que terminan por fisurar la muestra o probeta” (MQI, 2019, como se citó en (15)), ver Figura 4.

Los esfuerzos a tracción son determinados en especímenes cilíndricas con dimensiones estandarizadas de acuerdo a las especificaciones del ASTM C496 (8), y norma NTP 339.084.

La resistencia a tracción indirecta es determinado según la ecuación siguiente:

#### **Ecuación 4**

*Resistencia a la tracción del concreto*

$$R_t = \frac{2P}{\pi L \phi} \quad (4)$$

Donde:

$R_t$  = resistencia a la tracción indirecta en  $\text{Kg/cm}^2$

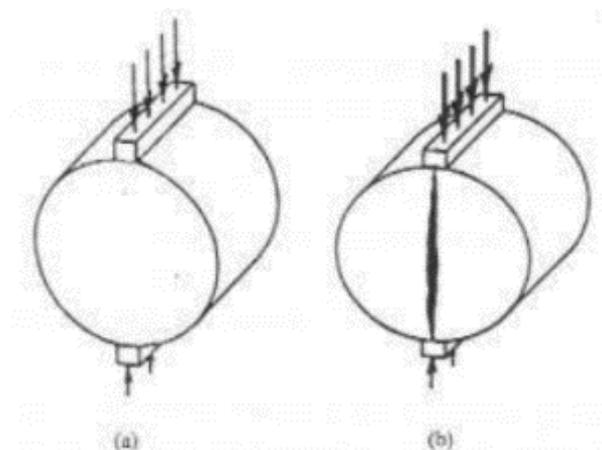
$P$  = carga máxima aplicada en  $\text{kg}$

$L$  = longitud del espécimen en  $\text{cm}$

$\phi$  = diámetro del espécimen cilíndrica en  $\text{cm}$

#### **Figura 4**

*Esfuerzo indirecto a tracción*



Fuente: Rabanal, 2021.

“**Resistencia a flexión** consiste en la determinación de la resistencia a la flexión de un espécimen de concreto por medio uso de una viga simple cargada en el punto central” (17), como se observa en la Figura 5. Los ensayos son realizados en viguetas de dimensiones estandarizadas de 15 cm de ancho, 15 cm de alto y 60 cm de largo según especificaciones del ASTM C78 (8) y de la norma NTP 339.079.

Se determina el esfuerzo a flexión en la viga de acuerdo a la ecuación siguiente:

**Ecuación 5**

*Resistencia a la flexión del concreto*

$$R_f = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (5)$$

Donde:

*R<sub>f</sub>* = resistencia a la flexión en Kg/cm<sup>2</sup>

*P* = carga máxima aplicada en kg

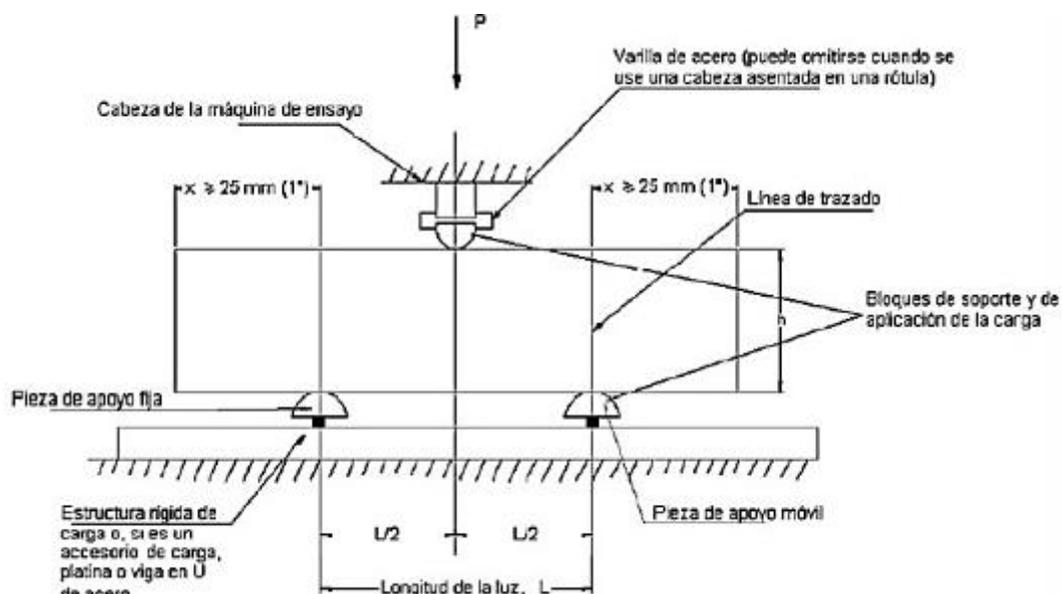
*L* = longitud del espécimen viga en cm

*b* = ancho promedio del espécimen viga en cm

*d* = altura promedio del espécimen viga en cm

**Figura 5**

*Esfuerzo de flexión con carga central en una viga*



Fuente: Herrera & Polo, 2017.

El concreto convencional ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) es elaborado siguiendo el procedimiento establecido por el ACI 211 y a su vez, se adicionan porcentajes de ceniza de tallos de alfalfa a lo establecido anteriormente.

La presente investigación considera como **enfoques conceptuales** a:

Resistencia a compresión; es determinada mediante ensayos de laboratorio en especímenes cilíndricos aplicándose sobre ella una carga puntual sobre el área transversal de la misma a una edad de 28 días. Sus unidades están dadas por  $\text{kg/cm}^2$  y es indicada por el proyectista de la estructura en la memoria de cálculo como base para el cálculo del diseño y refuerzo de los distintos elementos de la obra (11).

Resistencia a la tracción: son esfuerzos que sometidos a ensayos de laboratorio, resultan bajos, los cuales al igual que la resistencia a compresión son usados en los diseños estructurales. Se tiene dificultad para obtener este tipo de ensayo debido a que existen complicaciones de ensamblar el espécimen y la incertidumbre de las tensiones secundarias causadas por la herramienta que sujeta el espécimen (11).

Resistencia a la flexión; también conocido como módulo de ruptura es determinado a 28 días en especímenes de vigas. Sus unidades están dadas por  $\text{kg/cm}^2$ . Estos valores son superiores a esfuerzos de tracción e inferior a compresión (11).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** Aplicada, porque se emplearán conocimientos ya establecidos y procesos ya descritos y comprobadas.

**Diseño de investigación:** Experimental, “nos permite manejar intencionalmente la variable independiente que produce efecto en la variable dependiente, con la finalidad de medir sus efectos en la investigación” (18). Es Cuasi experimental, porque “identifican un grupo de comparación lo más parecido posible al grupo de tratamiento en cuanto a las características de referencia (previas a la intervención)” (19). Por consiguiente, será cuasi experimental como diseño.

**Nivel de investigación:** En este estudio, es explicativo por que trata de explicar causas de la pregunta de investigación. Existe una dependencia entre la variable independiente (ceniza) y dependiente (propiedades físico-mecánicas).

**Enfoque de investigación:** Cuantitativo, porque “permite examinar los datos de la investigación de forma numérica, utilizando la recolección de datos para probar la hipótesis” (18).

#### 3.2 Variables y operacionalización

**Variables de estudio:**

**Variable Independiente:** Ceniza de tallos de alfalfa (CTA).

**Definición conceptual:** Mediante quema del cultivo de alfalfa o la calcinación de la misma, se pueden extraer la ceniza de los tallos de alfalfa las cuales poseen en su composición gran cantidad de calcio entre otros componentes minerales.

**Definición operacional:** La adición de cenizas de tallos de alfalfa con diferentes dosificaciones permitirá incrementar ciertas propiedades del concreto.

**Dimensión:** Dosificación.

**Indicadores:** 0.00%, 0.50%, 2.50%, y 5.00% de ceniza de tallos de alfalfa.

**Escala de medición:** De razón.

**Variable Dependiente:** Propiedades físico - mecánicas del concreto.

**Definición conceptual:** El comportamiento en estado fresco y las resistencias en estado endurecido como se describen en el marco teórico de la presente investigación.

**Definición operacional:** Se ven reflejados con la adición de la ceniza de tallos de alfalfa como variable independiente, y éste se verán reflejados en las características propias del concreto como variable dependiente.

**Dimensión:** Propiedades físicas y mecánicas.

**Indicadores:** Consistencia, trabajabilidad y asentamiento; Peso unitario; Contenido de aire; Resistencia a la compresión, tracción y flexión.

**Escala de medición:** De razón.

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

Constituido por probetas de concreto convencional ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) y con incorporaciones de ceniza de tallos de alfalfa en la ciudad de Huaraz. La población constará de 72 probetas y 12 viguetas de concreto de acuerdo a las especificaciones establecidas en las normas vigentes.

#### **Criterios de inclusión**

“Es la delimitación de la población, considerando todos sus aspectos, propiedades y características de la población en estudio” (20). Por ello, se realizará con áridos Cantera Pariahuanca, distrito Pariahuanca, provincia Carhuaz.

#### **Criterios de exclusión**

“Constituye la delimitación en la población excluyendo aspectos, características y propiedades de la población de estudio” (20). Por ello, no

se utilizarán cenizas resultados de diferentes cultivos que no sean las cenizas de tallos de alfalfa.

### Muestra

“Es una parte representativa de la población del cual se recolectan los datos, es decir es un subconjunto de la población” (18). Siendo la presente investigación cuasi experimental, se tendrá que la muestra será equivalente a la población de estudio.

Serán ensayados tres (3) muestras para cada edad de fraguado para su posterior análisis y evaluación de la variable dependiente.

En Tabla 4 se observa, la muestra propuesta en la presente investigación dado por:

**Tabla 4**

*Ensayos distribuidos del concreto como muestra para la ejecución del proyecto de investigación*

Ensayos	C° Patrón			Dosificaciones de CTA									Sub Total	Total
				0.50%			2.50%			5.00%				
	7d	14d	28d	7d	14d	28d	7d	14d	28d	7d	14d	28d		
Compresión	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36	72
Tracción	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36	
Flexión	-	-	3	-	-	3	-	-	3	-	-	3	12	12
Asentamiento		1			1			1			1		4	4
Peso Unitario		1			1			1			1		4	4
Contenido de Aire		1			1			1			1		4	4

*Fuente:* Elaboración propia.

Se ensayará el Asentamiento conforme a la norma NTP 339.035 (MTC E 705), Peso Unitario ASTM C138 y norma NTP 339.046, y, Contenido de aire según la norma NTP 339.046 (método gavimétrico), norma NTP 339.081-2011 según corresponda.

## **Muestreo**

“Es el proceso por el cual se extrae la muestra en un determinado trabajo de investigación” (18). La presente investigación es no probabilística, porque tendrá un diseño de mezclas. La muestra podrá fijarse a voluntad propia.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnica de investigación**

“Las técnicas de recolección de datos comprenden procedimientos y actividades que le permiten al investigador obtener información necesaria para dar respuesta a su pregunta de investigación” (21).

La presente investigación empleará la observación directa en la obtención y procesamiento de datos, análisis, variaciones y efectos de la muestra con y sin adición de la ceniza de tallos de alfalfa.

#### **Observación directa**

“Consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías” (22).

#### **Instrumentos de recolección de datos**

“Es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente” (22). Por lo tanto, en este estudio se utilizó como instrumento una ficha y/o un formato estandarizado de registro para datos del laboratorio sobre el concreto con o sin tratamiento posterior con adición de ceniza de tallo alfalfa.

#### **Validez**

La validez, “es la capacidad de un instrumento que mide aquello que está destinado a medir” (18). Se validarán por especialistas (03) y concedores del tema con amplia experiencia y éstas, demostrarán la confiabilidad de la presente investigación.

## **Confiabilidad**

“Se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales” (22).

Estará defendida y amparada por certificados de los equipos de laboratorio, bajo la supervisión y asesoramiento de un especialista en la materia.

## **3.5 Procedimientos**

La presente investigación en su ejecución realizó las siguientes actividades en dos fases: de campo y de gabinete.

### **a. Fase de campo**

Primera fase de estudio que consistió en la recolección de datos en la zona de estudio. En primer lugar, se realizó la ubicación y extracción de tallos de alfalfa para posteriormente realizar la combustión y obtener la ceniza de los tallos de alfalfa, seguidamente se extrajeron de la cantera los áridos ubicadas al margen del río Santa en el distrito de Pariahuanca a 20 km de la ciudad de Huaraz (ver Anexo 7.2), para su análisis y ensayos en el laboratorio.

### **b. Fase de Gabinete**

Posterior al trabajo de campo, se realizó los trabajos en el laboratorio:

- Se tamizó las cenizas de tallos de alfalfa que serán utilizados posteriormente como adición al cemento Portland Tipo I en los porcentajes con 0.50%, 2.50% y 5.00% en peso.
- Se determinó las características físicas de los agregados grueso y fino tales como:
  - El tamaño de partícula se determinó por análisis granulométrico de agregado grueso y fino según NTP 400.012.
  - El contenido de humedad del agregado grueso y fino se determinó de acuerdo a la NTP 339.185 ASTM C-566.
  - El peso unitario de agregado grueso y fino se determinó de acuerdo a la NTP 400.017 ASTM C-29.

- La gravedad específica del agregado grueso y fino se determinó de acuerdo con la NTP 400.021 Y NTP 400.022 respectivamente.
- La elaboración del concreto convencional (C° Patrón) se realizó según AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI 211), y, con adición porcentual de 0.50%, 2.50% y 5.00% de ceniza de tallos de alfalfa con respecto al peso del cemento, su respectivo curado y almacenado adecuado.
- Posteriormente se realizaron ensayos de esfuerzos a compresión, tracción y flexión para diferentes edades de curado conforme a las normativas peruanas existentes.
- Finalmente se procesarán y se analizarán toda la data recopilada en laboratorio en formatos estandarizados, hojas de cálculo, tablas y cuadros, y se compararán con estándares de las NTP.

### **Diseño de mezcla de concreto**

Serán realizados con la data obtenida previamente en fase de campo y gabinete, con los ensayos de laboratorio según el método ACI 211 (16).

Se ha planteado elaborar especímenes cilíndricas y viguetas con su respectiva dosificación (concreto patrón). De igual manera se calculará las dosificaciones de ceniza de tallos de alfalfa con respecto al peso del cemento.

### **3.6 Método de análisis de datos**

Se analizarán la data de los ensayos de laboratorio como se ha descrito anteriormente, en hojas de cálculo, tablas, cuadros, gráficas estadísticas para evaluarlas como variable dependiente respecto a la independiente, se interpretará los resultados, mediante el cual se llegarán a formar las conclusiones respectivas dando respuesta al problema general y específicos, y, comprobándose las hipótesis planteadas en la presente investigación.

### 3.7 Aspectos éticos

La investigación desarrollada refleja la dedicación, el esfuerzo que se ha dedicado y que conlleva para la adecuada ejecución del proyecto de investigación, siendo veras y auténtico. Se ha tenido la ayuda de referencias bibliográficas de diversos autores, citándose debidamente de acuerdo a la norma ISO 690 con valores y principios características propias del investigador.

### 3.8 Desarrollo de la investigación

#### 3.8.1 Desarrollo del objetivo 1

Determinar el proceso de obtención de la ceniza de tallos de alfalfa en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

#### **Obtención de la ceniza de tallos de alfalfa (CTA)**

1. Reconocimiento del lugar y la zona de los cultivos de alfalfa para la obtención de la materia prima en fresco.

Se obtuvo en el barrio Huanlla, distrito de Jangas, provincia de Huaraz (ver Anexo 6.1). Por existir varias áreas con cobertura de alfalfa en diferentes etapas de crecimiento, se consideró las áreas de alfalfa que están aptos para el corte cuando los rebrotes basales empiezan a crecer (ver Figura 6).

#### **Figura 6**

*Reconocimiento del lugar y zona de obtención de la alfalfa*



2. Corte de la alfalfa, recolección y acumulación en fardos de aproximadamente 50 kg de alfalfa fresco (ver Figura 7) para su traslado al lugar de secado y acumulación.

Se han recolectado 10 fardos de alfalfa, 2 fardos por día durante cinco días seguidos.

### **Figura 7**

*Corte y obtención de la alfalfa*



3. Tendido y secado de la alfalfa expuestas al sol (ver Figura 8) durante cinco días consecutivos para su posterior acumulación en seco. Este proceso se realizó durante una semana, acumulándose lo secado suficientemente para el proceso de quemado. El lugar de acopio (ver Anexo 6.1) para el tendido y secado de la alfalfa se realizó en la vivienda del investigador (ver Figura 9).

### **Figura 8**

*Tendido y secado de la alfalfa expuestas al sol*



## Figura 9

*Acumulación, tendido y secado de la alfalfa expuestas al sol*



4. Incineración de la alfalfa seca en horno artesanal (ver Figura 10) sobre una plancha metálica (calamina) para cuidar la limpieza exhaustiva de la ceniza y su posterior recolección (ver Figura 11). El proceso se realizó tres veces en un periodo de aproximadamente tres a cuatro horas.

## Figura 10

*Incineración de la alfalfa seca en horno artesanal*



5. Recojo y acumulación de la ceniza de tallos de alfalfa producto de la incineración y/o quema (ver Figura 12) recolectándose 15.00 Kg de ceniza de tallos de alfalfa producto de tres procesos de incineración, para posteriormente ser trasladado a la ciudad de Huaraz para la

activación térmica y obtener la ceniza de tallos de alfalfa propiamente dicha.

**Figura 11**

*Recojo y acumulación de ceniza de tallos de alfalfa producto de la incineración*



**Figura 12**

*Proceso de acumulación de ceniza de tallos de alfalfa para su activación térmica*



6. Activación térmica de la ceniza de tallos de alfalfa en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Aguas de la universidad nacional Santiago Antúñez de Mayolo en la ciudad de Huaraz (ver Anexo 4.1), en el horno mufla a una temperatura de  $600^{\circ}\text{C}$  (ver Figura 13). Este proceso se realizó durante una semana en cantidades de aproximadamente de 2.50 a 3.00 Kg de ceniza, en dos ocasiones por día y acumularse para su posterior uso (ver Figura 14). Asimismo, con la Espectrometría de

Absorción Atómica se determinó los principales minerales de la composición química de la ceniza, resultando como principal elemento mineral el Ca (Calcio) (ver Anexo 4.2).

**Figura 13**

*Activación térmica de CTA en horno Mufla a temperatura de 600 °C*



**Figura 14**

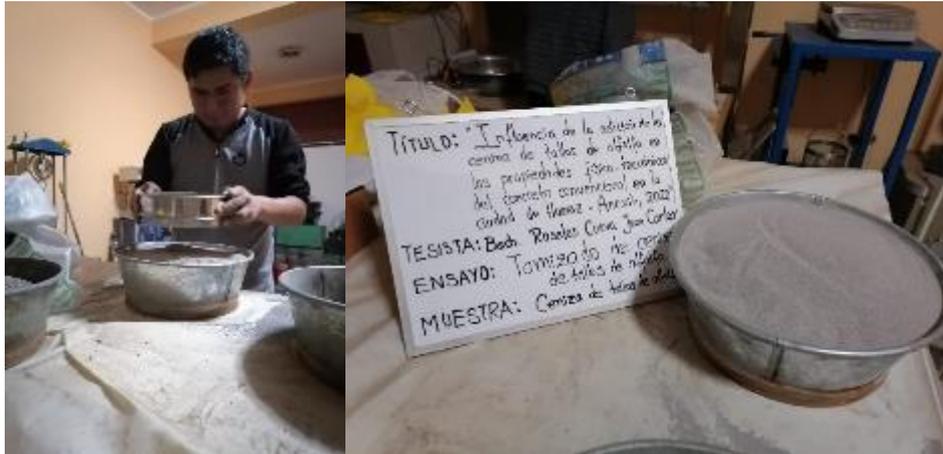
*Acumulación de ceniza de tallos de alfalfa (CTA)*



7. La ceniza de tallos de alfalfa (CTA) activada se tamizó con las mallas N° 50, 100 y 200 siendo ésta la más óptima y habiéndose obtenido aproximadamente 5.10 kg para ser utilizado como adición en proporción respecto al peso del cemento en el Laboratorio Geestruct en la ciudad de Huaraz (ver Figura 15).

**Figura 15**

*Tamizado y acumulación de la ceniza de tallos de alfalfa*



### **3.8.2 Desarrollo del objetivo 2**

Determinar la influencia de la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades físicas del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

#### **a. Obtención de los materiales para la elaboración del concreto**

1. Se ha obtenido de la Cantera Pariahuanca (Empresa de construcciones e ingeniería “ORIÓN” E.I.R.L., del distrito de Pariahuanca de la provincia de Carhuaz (ver Figura 16, Figura 17) (ver Anexo 6.1) los materiales por ser contiguo al lugar de la obtención de la materia prima de la alfalfa y por tener buenas referencias de la cantera en mención.
2. El cemento es portland tipo I.
3. Agua potable apta para consumo humano, o en su defecto agua entubado.

## Figura 16

*Obtención del agregado fino de la cantera Pariahuanca (Empresa de construcciones e ingeniería "ORIÓN" E.I.R.L.)*



## Figura 17

*Obtención del agregado grueso de la cantera Pariahuanca y su traslado para su almacenamiento*



### **b. Análisis de los materiales.**

#### **1. Análisis granulométrico del agregado grueso y fino.**

Se realizó el análisis granulométrico del agregado grueso y fino de acuerdo a la NTP 400.012 desarrollándose las siguientes actividades:

- Vertido de la muestra sobre una superficie plana y limpia (ver Figura 18).

## Figura 18

*Análisis granulométrico del agregado fino y grueso: cuarteo de la muestra*



- Cuarteo de la muestra, se toma las partes de los lados opuestos y se pesa. Se lava la muestra para posteriormente secarlo en horno a 110 °C por 24 horas (ver Figura 19).
- Se retira la muestra, y se pesa para ser tamizado.
- Los tamices normalizados se colocan verticalmente de mayor a menor en forma descendente y se realiza el agitado manual (ver Figura 20) o también en una tamizadora mecánica.
- Los tamices son separados y se pesara el material retenido en cada malla.
- Se anotan todos los datos y se procesan tanto para el agregado grueso (ver Anexo 4.5) y fino (ver Anexo 4.6).

## Figura 19

*Lavado de la muestra y secado en horno a 110 °C por 24 horas*



## Figura 20

*Tamizado de los agregados grueso y fino con columna de tamices estándar*



## 2. Peso unitario suelto.

Se realizó de acuerdo a la NTP 400.017 desarrollándose las siguientes actividades:

- Se tendrá la muestra del agregado secado en horno.
- Se vierte la muestra sin compactar en un recipiente cilíndrico de metal y se retira el exceso con una varilla lisa (ver Figura 21).
- Se pesa y se anotan los datos para determinar el peso unitario suelto del agregado grueso y fino (ver anexo 4.7).

## Figura 21

*Vertido de la muestra del agregado grueso y fino sin compactar en recipiente cilíndrico*



### 3. Peso unitario compactado.

El peso unitario compactado del agregado grueso y fino fue de acuerdo a la NTP 400.017 desarrollándose las siguientes actividades:

- Se tendrá la muestra del agregado secado en horno.
- Se llena la muestra en un recipiente cilíndrico de metal y ésta se compacta con 25 golpes con una varilla lisa a cada tercera parte del cilindro.
- Se pesa (ver Figura 22) y se anotan los datos para determinar el peso unitario compactado (ver anexo 4.7).

#### Figura 22

*Pesado del agregado grueso y fino, secado al horno y compactado*



### 4. Contenido de humedad.

- Cuarteo de la muestra, se toma las partes de los lados opuestos y se pesa.
- Secado de la muestra en horno por 24 horas.
- Se retira la muestra del horno y se pesa la muestra seca (ver Figura 23).
- Se anotan todos los datos y se procesan tanto para el agregado fino y grueso (ver Anexo 4.4).

## Figura 23

*Muestra de agregado grueso y fino, secado al horno y pesado*



### 5. Peso específico y absorción del agregado grueso y fino.

El peso específico y absorción del agregado grueso fue de acuerdo a la NTP 400.021 desarrollándose las siguientes actividades:

- La muestra se satura por 24 horas. Posterior a ello, se vierte una cantidad de material hasta secarlo superficialmente y se realiza el pesado.
- La muestra saturada superficial seca es pesada.
- Del material sumergido, se obtiene el peso de la muestra sumergida.
- Se extrae la muestra sumergida, se seca al horno y se pesó para obtener el peso de la muestra seca.
- Se anotan los datos (ver Anexo 4.8).

Se realizó el peso específico y absorción del agregado fino de acuerdo a la NTP 400.022 desarrollándose las siguientes actividades:

- Cuarteo de muestra, se toma las partes de los lados opuestos y se pesa.
- La muestra se satura por 24 horas y se realiza el secado superficial.
- Se llena el molde cónico y se apisona con el pisón con 25 golpes.

- Se pesa la muestra a una cantidad.
- El picnómetro se llena de agua hasta el límite de la línea deforme.
- El picnómetro se llena con agregado fino.
- Se lleva a un mechero el picnómetro.
- El contenido de vacíos se elimina del picnómetro agitando suavemente.
- Se pesa el picnómetro, el agregado fino y el agua.
- Se lleva al horno el agregado fino una vez retirado del picnómetro y se pesa la muestra seca.
- Se anotan los datos y se determinan el peso específico y la absorción de agua (ver Anexo 4.8).

**c. Diseño de mezcla según ACI.**

Con los resultados previos conseguidos anteriormente y según método ACI 211 se obtuvo la cantidad de materiales por m<sup>3</sup> de concreto (ver Anexo 4.3) como se muestra en la Tabla 5. Asimismo, se tiene las proporciones en peso y volumen de los materiales para la elaboración de cada una de las muestras (ver Tabla 6).

**Tabla 5**

*Cantidad de materiales por m<sup>3</sup> de concreto*

<b>Material</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>Dosificación</b>
Cemento	387.00	0.257 m <sup>3</sup> (9.11 bol.)
Arena	869.00	0.500 m <sup>3</sup>
Piedra	924.00	0.609 m <sup>3</sup>
Agua	174.47	0.175 m <sup>3</sup>

*Fuente:* Adaptado de Laboratorio Geostruct.

**Tabla 6***Proporciones de concreto*

<b>Material</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Volumen</b>
Cemento	1.00	1.00
Arena	2.25	1.96
Piedra	2.39	2.39
Agua	0.45 (l)	19.16 (l/saco)

*Fuente:* Adaptado de Laboratorio Geestruct.

- Teniéndose las proporciones como se visualiza en la tabla anterior se elabora las probetas cilíndricas y viguetas.
- Los materiales son calculados para una probeta (ver Tabla 7) y se considera además un porcentaje de 5% de desperdicio.

**Tabla 7***Cantidad de materiales para una probeta cilíndrica*

<b>Cantidad de material para 1 probeta cilíndrica de 0.15x0.30m</b>		
Volumen de la probeta	0.0053 m <sup>3</sup>	0.0056 m <sup>3</sup> (5% desperdicio)
Cemento	2.05 kg	2.18 kg
Agregado fino	4.61 kg	4.87 kg
Agregado grueso	4.90 kg	5.17 kg
Agua	0.93 L	0.98 (1.00 L)

*Fuente:* Elaboración propia.

Se elabora la mezcla para una cantidad de 6 probetas con mezcladora de trompo por tanda, siendo de estos: 3 probetas para muestras de resistencia a Compresión y 3 probetas a Tracción. Para ello se utilizó: 13.08 kg de cemento, 29.22 kg de arena, 31.02 kg de piedra chancada y 6 L de agua.

Consecuentemente se realizaron las siguientes actividades:

- Se vierte los agregados grueso y fino, piedra chancada y arena respectivamente del lugar almacenado adecuadamente en costalillos

(ver Figura 24 ) y son pesados en cantidades necesarias para tal fin (ver Figura 25).

#### **Figura 24**

*Vertido de agregado (piedra chancada y arena) en costalillos*



#### **Figura 25**

*Los agregados (piedra chancada y arena) en costalillos son pesados para la preparación de la mezcla*



- El agua fue potable, se midió con recipiente graduado y se pasó a realizar la mezcla con maquina mezcladora trompito como se ve en la Figura 26.

## Figura 26

*Mezcla con mezcladora trompito y acumulado en buggy*



- La mezcla acumulada en buggy (ver Figura 26 ) se procedió al vertido de la mezcla a las probetas cilíndricas (ver Figura 27) y su respectiva vibración manual por cada tercio de llenado de probeta.

## Figura 27

*Vertido de la mezcla a las probetas cilíndricas y vibración manual*



- Finalmente se obtienen las probetas elaboradas según diseños de investigación. La elaboración de probetas y su respectiva dosificación se puede observar en la Figura 28.
- La cantidad de probetas elaboradas durante el día son 24 probetas en cuatro tandas de 6 probetas.

## Figura 28

*Probetas elaboradas de concreto patrón con dosificación respectiva*



- Se repitió el mismo proceso para las adiciones de porcentajes con incorporaciones de ceniza en la mezcla para una cantidad de 6 probetas. Los pesos de ceniza son: 0.07 kg, 0.33 kg y 0.70 kg para 0.50%, 2.50% y 5.00% de adición de ceniza de tallos de alfalfa (ver Figura 29). Y para 3 viguetas, los pesos de ceniza son: 0.07 kg, 0.36 kg y 0.71 kg para 0.50%, 2.50% y 5.00% de adición. Utilizándose un total de 4.44 kg de CTA para los diseños de 0.50%, 2.50% y 5.00%.

## Figura 29

*Pesos de ceniza de tallos de alfalfa por cada porcentaje de adición al C° Patrón*



- Seguidamente, se calcula la cantidad de materiales para una vigueta (ver Tabla 8) y se considera un porcentaje de 5% de desperdicio.

## Tabla 8

### *Cantidad de materiales para una vigueta*

<b>Cantidad de material para 1 vigueta de 0.15x0.15x0.50m</b>		
Volumen de la probeta	0.0117 m <sup>3</sup>	0.0123 m <sup>3</sup> (5% desperdicio)
Cemento	4.53 kg	4.76 kg
Agregado fino	10.17 kg	10.69 kg
Agregado grueso	10.81 kg	11.37 kg
Agua	2.05 L	2.15 (2.20 L)

*Fuente:* Elaboración propia.

Se elabora la mezcla para una cantidad de 3 viguetas con mezcladora de trompo por tanda, siendo de estos: 3 viguetas para muestras de resistencia a Flexión. Para ello se utilizó: 14.28 kg de cemento, 32.07 kg de arena, 34.11 kg de piedra chancada y 6.60 L de agua.

- Similar al proceso de elaboración de probetas se pasó a realizar la mezcla con maquina mezcladora trompito para su acumulación en buggy y verter en los moldes de viguetas (ver Figura 30).

## Figura 30

### *Elaboración de viguetas en moldes según dosificación establecida*



- La cantidad de viguetas elaboradas durante el día son 3 viguetas, a excepción del primer día que se elaboró 6 en dos tandas de 3 viguetas

identificándose cada una de ellas con se muestra en la Figura 31. siguiente.

### Figura 31

*Identificación de viguetas con sus respectivas dosificaciones*



- Se realizó el desencofrado de probetas y viguetas (ver Figura 32) obteniéndose en total: 72 probetas y 12 viguetas (concreto patrón y con incorporaciones de 0.50%, 2.50% y 5.00% ceniza de tallos de alfalfa) de acuerdo a la cantidad de muestra especificada.

### Figura 32

*Desencofrado de probetas y viguetas de C° patrón y con adiciones de CTA*



- Se realizó el curado del total de las probetas y viguetas cada uno adecuadamente identificados en cilindros contenidos de agua (ver Figura 33).

**Figura 33**

*Curado de probetas y viguetas de C° patrón y con adiciones de CTA*



**d. Obtención de las propiedades físicas del concreto**

El ensayo del “Slump” fue según NTP 339.035 (MTC E 705) desarrollándose las siguientes actividades:

- Humedecer totalmente el Cono (ver Figura 34).
- La mezcla se vierte en tres tandas divididos equivalentemente de acuerdo a su volumen del cono con 25 golpes con varilla de acero (ver Figura 34).

**Figura 34**

*Vertido de la mezcla en el cono humedecido*



- Se vierte la mezcla nuevamente con 25 golpes distribuidos uniformemente hasta la capa correspondiente de llenado del cono.
- Se vierte la mezcla por última vez de acuerdo al proceso anterior hasta la capa correspondiente de llenado del cono (ver Figura 35).
- Se elimina el exceso de la mezcla con la varilla utilizada, dejando al ras la superficie del cono y se mide el asentamiento (ver Figura 36).

### Figura 35

*Vertido de la mezcla con 25 golpes en cada tercio del cono y dejado al ras de la superficie*



- Se realiza la limpieza excedente y se procede a retirar el cono verticalmente de forma cuidadosa.
- Se coloca el cono invertido y se coloca la varilla horizontalmente sobre ella.
- Se mide el desplazamiento entre la varilla y la posición final de la mezcla que sufre por gravedad como se puede observar en la Figura 42 .
- Se repite el mismo proceso para dicho ensayo incluyendo las adiciones de ceniza de tallos de alfalfa en proporción de 0.50%, 2.50% y 5.00% (ver Anexo 5.1).

### Figura 36

*Medición del asentamiento del concreto (desplazamiento)*



Se realiza la medición del **peso unitario del concreto** según NTP 339.046 desarrollándose las siguientes actividades:

- Se humedece el contenedor cilíndrico y se pesa.
- La mezcla se vierte en tres tandas divididos de acuerdo a su volumen del contenedor con 25 golpes con una varilla distribuido uniformemente sobre la sección transversal del contenedor, asimismo se golpea 10 a 15 veces la parte exterior con el mazo de goma cerrando todo hueco dejado por la varilla (ver Figura 37).

### Figura 37

*Vertido de mezcla y golpes exteriores con mazo de goma en el contenedor*



- Seguidamente se realiza lo mencionado anteriormente hasta el último tercio del volumen del contenedor.
- Se deja al ras la parte superior del contenedor cilíndrico y se da el acabado con la placa de enrase dejándolo a nivel (ver Figura 38).
- Se limpia el exterior de los residuos excedentes y se pesa el contenedor con la mezcla de concreto (ver Figura 39).

**Figura 38**

*Enrasado de la parte superior del contenedor cilíndrico*



**Figura 39**

*Pesado del contenedor con la mezcla de concreto fresco*



- Los datos son anotados.

- Se repite mismo proceso para dicho ensayo incluyendo las adiciones de ceniza de tallos de alfalfa en proporción de 0.50%, 2.50% y 5.00% (ver Anexo 5.2).
- Se realiza el ensayo del **contenido de aire del concreto** según NTP 339.081-2011 para el diseño concreto patrón y para el diseño con adiciones de ceniza de tallos de alfalfa en proporción de 0.50%, 2.50% y 5.00% (ver Anexo 5.3).

### 3.8.3 Desarrollo del objetivo 3

Determinar la influencia de la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades mecánicas del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

#### a. Resistencia a la compresión del concreto.

Se determina según la Ecuación 2 como se indica en el marco teórico (marco normativo) de la presente investigación y mediante la NTP 339.034. Se ha realizado las siguientes actividades:

- Las probetas identificadas y curadas en agua, son trasladados al laboratorio Geostruct para el ensayo de la resistencia a compresión (ver Figura 40).
- Se realizan y se corroboran las medidas de las dimensiones de las dimensiones de las muestras.

#### Figura 40

*Probetas de C° Patrón y con adiciones de CTA para ensayo de rotura*



- Las muestras son colocadas en la prensa para rotura y se realiza la rotura de probeta (ver Figura 41).
- Se anotan los datos y se determina la resistencia a compresión (ver Anexo 5.4).

### Figura 41

*Ensayo de rotura de probetas de C° Patrón y con adiciones de CTA*



#### **b. Resistencia a la tracción del concreto.**

Se realiza según la NTP 339.084 y Ecuación 4 como se indica en el marco teórico (marco normativo) de la presente investigación.

Se ha realizado las siguientes actividades:

- Las probetas identificadas y curadas en agua, son trasladados al laboratorio MATESTLAB a la ciudad de Lima para el respectivo ensayo (ver Figura 42).
- Se corroboran las medidas de las dimensiones de las dimensiones de las muestras.
- Las muestras son colocadas en la prensa para rotura y se realiza la rotura de probeta (ver Figura 43).
- Se anotan los datos y se determina la resistencia a compresión (ver Anexo 5.5).

**Figura 42**

*Identificación de probetas de C° patrón y con adiciones de CTA*



**Figura 43**

*Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral de probetas de C° patrón y con adiciones de CTA*



**c. Resistencia a flexión del concreto.**

El ensayo de resistencia a flexión fue según NTP 339.079 y Ecuación 5 como se indica en el teórico (marco normativo) de la presente investigación. Se ha realizado las siguientes actividades:

- Las probetas identificadas y curadas en agua, son trasladados al laboratorio MATHLAB en la ciudad de Huaraz para el ensayo de la resistencia a flexión.

- Se realiza la anotación de las dimensiones de la vigueta (ancho, alto y largo) de las muestras y se traza una línea recta al medio central para su respectivo ensayo (ver Figura 44).
- Se pesan las muestras de viguetas.
- Posteriormente, las muestras son colocadas (ver Figura 45) en la prensa de rotura a flexión y se realiza la rotura de vigueta (ver Figura 46).

#### **Figura 44**

*Toma de dimensiones e identificación de la marca línea recta al medio central de la vigueta*



#### **Figura 45**

*Colocación de viguetas en la prensa del ensayo de resistencia a flexión*



- Los datos son anotados y se determina la resistencia a flexión para el C° Patrón y con adicciones de 0.50%, 2.50% y 5.00%CTA (ver Anexo 5.6).

**Figura 46**

*Ensayo de la resistencia a flexión en viguetas*



### **3.8.4 Desarrollo del objetivo 4**

Analizar la influencia de los costos en la elaboración del concreto convencional, con adición de la ceniza de tallos de alfalfa en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Áncash, 2022.

Se realiza las siguientes actividades:

- Se elabora el ACU de la obtención de la ceniza de tallos de alfalfa con los precios de acuerdo al mercado del lugar para la adquisición de insumos y materiales.
- Se elabora el costo de los materiales (cemento, agregado fino, agregado grueso y agua) para la elaboración del concreto según el mercado del lugar de la investigación.
- Se analiza los costos del concreto patrón y las dosificaciones establecidas.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Resultado del objetivo 1

Determinar el proceso de obtención de la ceniza de tallos de alfalfa en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

- a. EL lugar de la obtención del cultivo de alfalfa está ubicado en las coordenadas UTM: 8959631.00 m S, 216560.00 m E y Zona 18 L, en el barrio de Huanlla, distrito de Jangas, provincia de Huaraz.
- b. La recolección, acumulación, tendido y secado de la alfalfa se desarrolló en la vivienda del investigador ubicado en las coordenadas UTM: 8959781.00 m S, 216583.00 m E y Zona 18 L, en el barrio de Huanlla, distrito de Jangas, provincia de Huaraz.
- c. Se obtuvo la ceniza por incineración en horno artesanal 15.00 kg de ceniza.
- d. La ceniza se activó en horno mufla a 600 °C de temperatura en el laboratorio de la UNASAM. Ver Tabla 9.
- e. Se obtuvo 12.30 kg de ceniza activada de tallos de alfalfa y 5.10 kg de ceniza de tallos de alfalfa que pasa el tamiz N° 200.

**Tabla 9**

*Obtención de la ceniza de tallos de alfalfa, activación por calcinación*

<b>Ceniza de tallos de alfalfa (CTA)</b>	
<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Tiempo de calcinación</b>
600	1.5 horas

Nota. Adaptado del Laboratorio de Análisis de Suelos y Aguas - UNASAM.

La Tabla 9 muestra que para obtener la ceniza por calcinación es a una temperatura de 600 °C durante el periodo de 1.5 horas, obteniéndose de esta forma ceniza de tallos de alfalfa.

### 4.2 Resultado del objetivo 2

Determinar la influencia de la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades físicas del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

La siguiente Tabla 10 muestra los resultados de la **Trabajabilidad del concreto** mediante el asentamiento para diferentes diseños (dosificaciones).

**Tabla 10**

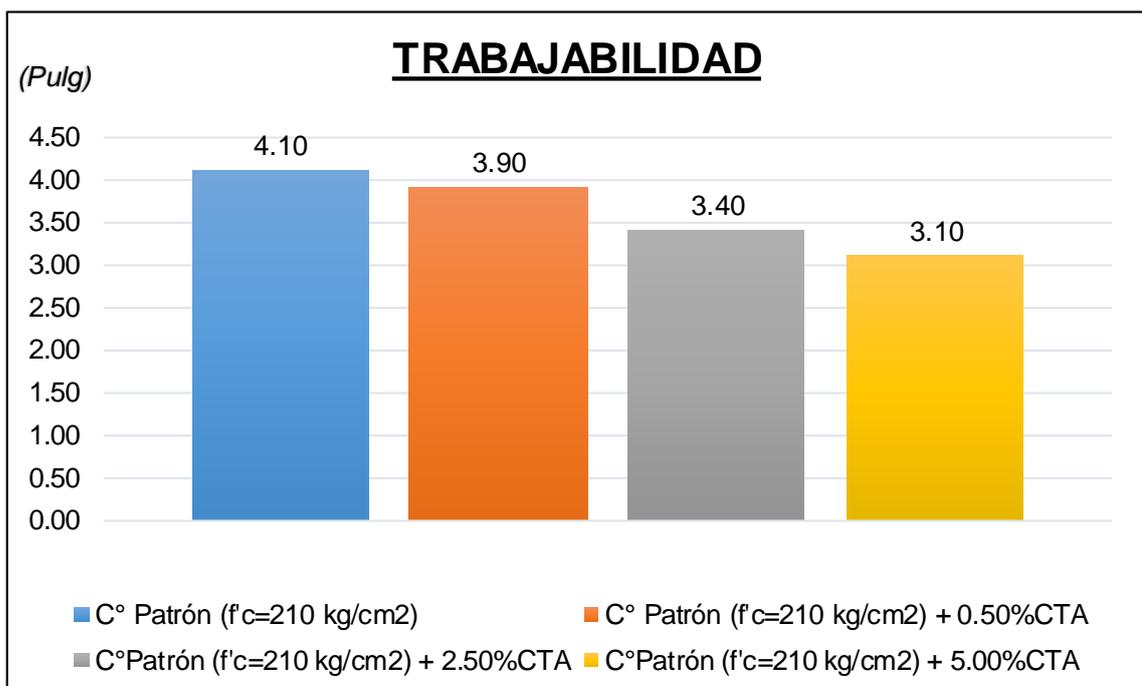
*Trabajabilidad del concreto*

<b>TRABAJABILIDAD</b>		
<b>Dosificaciones de Diseño</b>	<b>Asentamiento promedio (cm)</b>	<b>Asentamiento promedio (pulg)</b>
C° Patrón +0.00%CTA	10.33	4.10"
C° Patrón +0.50%CTA	9.83	3.90"
C° Patrón +2.50%CTA	8.73	3.40"
C° Patrón +5.00%CTA	8.00	3.10"

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 47**

*Trabajabilidad promedio del concreto según diseño*



Interpretación: En la Figura 47 se puede observar que el asentamiento disminuye conforme se adiciona la ceniza de tallos de alfalfa. El

asentamiento promedio del concreto con diseño C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) cuyo valor es 4.10 pulg es óptima, ligeramente superior a los valores de los diseños C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 0.50%CTA, C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 2.50%CTA y C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 5.00%CTA con valores promedios de 3.90, 3.40 y 3.10 pulg respectivamente.

La siguiente Tabla 11 muestra los resultados del **Peso unitario del concreto** promedio para diferentes diseños (dosificaciones).

**Tabla 11**

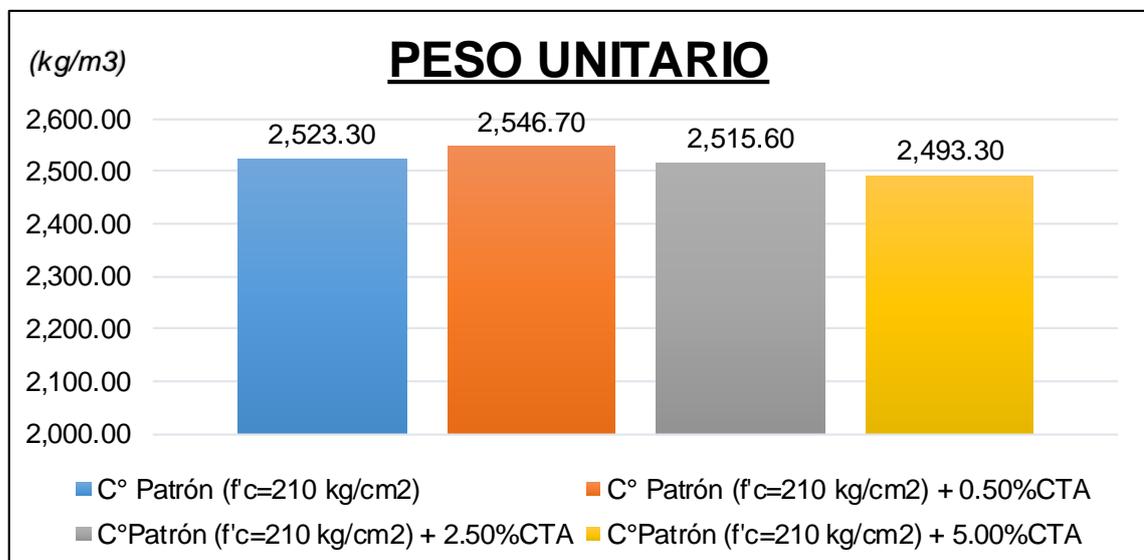
*Peso unitario promedio del concreto*

<b>Dosificaciones de Diseño</b>	<b>Peso Unitario promedio (kg/m<sup>3</sup>)</b>
C° Patrón +0.00%CTA	2523.30
C° Patrón +0.50%CTA	2546.70
C° Patrón +2.50%CTA	2515.60
C° Patrón +5.00%CTA	2493.30

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 48**

*Peso unitario promedio del concreto según diseño*



Interpretación: La Figura 48 muestra que el peso unitario promedio incrementa con el diseño C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 0.50%CTA cuyo valor es 2,546.70  $\text{kg/m}^3$ , sin embargo su valor disminuye con los diseños C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 2.50%CTA y C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 5.00%CTA respecto al diseño C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) teniendo como valores promedios 2,515.60  $\text{kg/m}^3$  y 2,493.30  $\text{kg/m}^3$  respectivamente, conforme se adiciona la ceniza de tallos de alfalfa.

La siguiente Tabla 12 muestra los resultados del **Contenido de aire del concreto** y el promedio para diferentes diseños (dosificaciones).

**Tabla 12**

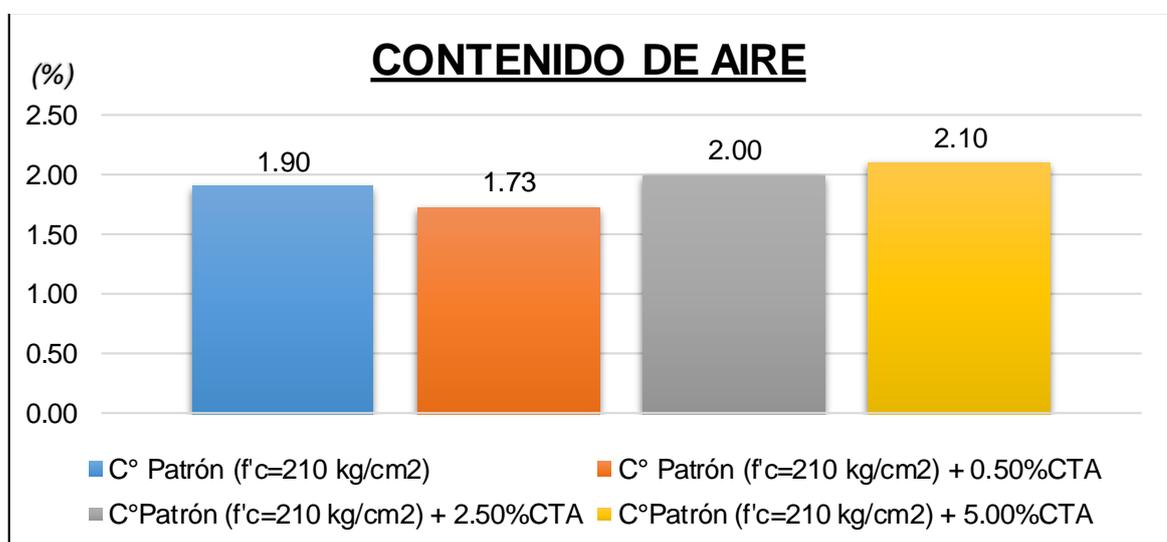
*Contenido de aire del concreto*

<b>Dosificaciones de Diseño</b>	<b>Promedio Contenido de aire (%)</b>
C° Patrón +0.00%CTA	1.90
C° Patrón +0.50%CTA	1.73
C° Patrón +2.50%CTA	2.00
C° Patrón +5.000%CTA	2.10

*Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 49**

*Contenido de aire promedio del concreto según diseño*



Interpretación: En la Figura 49 se puede observar que el contenido de aire promedio del concreto disminuye con el diseño C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50%CTA cuyo valor es 1.73 %, sin embargo su valor incrementa con los diseños C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 2.50%CTA y C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 5.00%CTA respecto al diseño C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) teniendo como valores promedios 2.00 % y 2.10 % respectivamente, conforme se adiciona la ceniza de tallos de alfalfa.

### 4.3 Resultado del objetivo 3

Determinar la influencia de la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades mecánicas del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

La Tabla 13 muestra los resultados de la **Resistencia a la compresión del concreto** a los 7 días de fraguado y el promedio para diferentes diseños.

**Tabla 13**

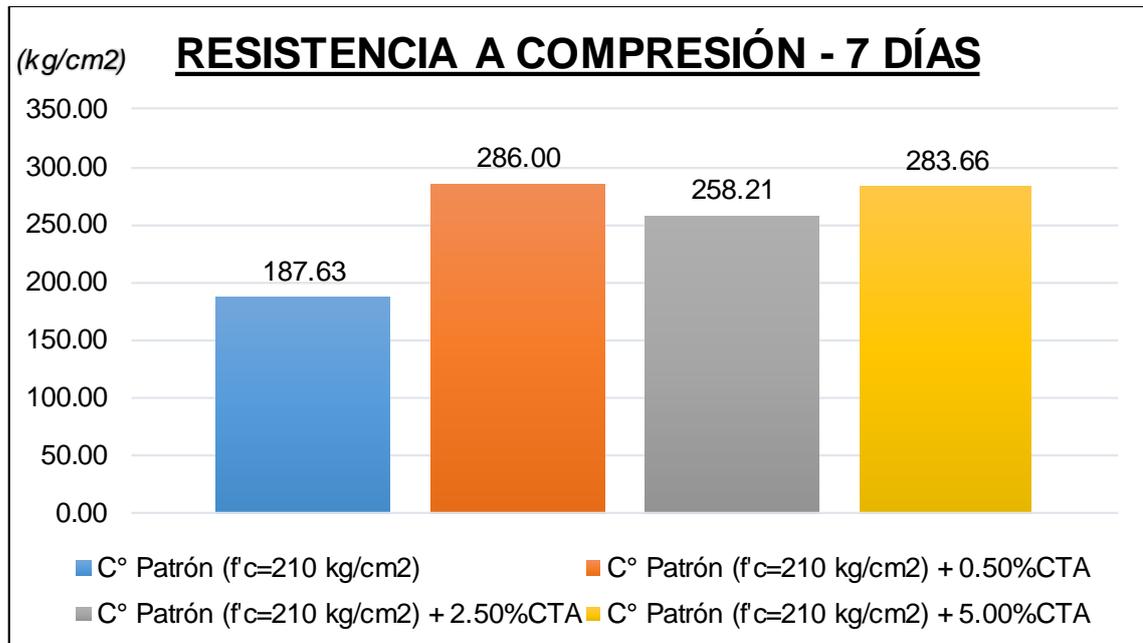
*Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días*

<b>Dosificaciones de Diseño</b>	<b>Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Promedio Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
C° Patrón +0.00%CTA	182.16	187.63
	202.81	
	177.91	
C° Patrón +0.50%CTA	249.78	286.00
	313.84	
	294.37	
	260.93	
C° Patrón +2.50%CTA	265.17	258.21
	248.54	
	284.53	
C° Patrón +5.00%CTA	275.70	283.66
	290.75	

*Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 50**

*Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días*



Interpretación: En la Figura 50 se observa que a la edad de 7 días de curado, el concreto C° Patrón (f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>) tiene una resistencia a compresión promedio de 187.63 kg/cm<sup>2</sup>, siendo inferior a los concretos con adiciones de ceniza de tallos de alfalfa. No obstante, el C° Patrón (f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50%CTA tiene una resistencia a compresión promedio de 286.00 kg/cm<sup>2</sup> con 52.43% mayor respecto al C° Patrón (f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>) y, ligeramente superior al C° Patrón (f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>) + 2.50%CTA y C° Patrón (f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>) + 5.00%CTA con una resistencia a compresión promedio de 258.21 y 283.66 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

El diseño del C° Patrón (f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50%CTA mantiene la superioridad a los 7 días de curado.

La Tabla 14 muestra los resultados de la **Resistencia a la compresión del concreto** a los 14 días de fraguado y el promedio para diferentes diseños.

**Tabla 14**

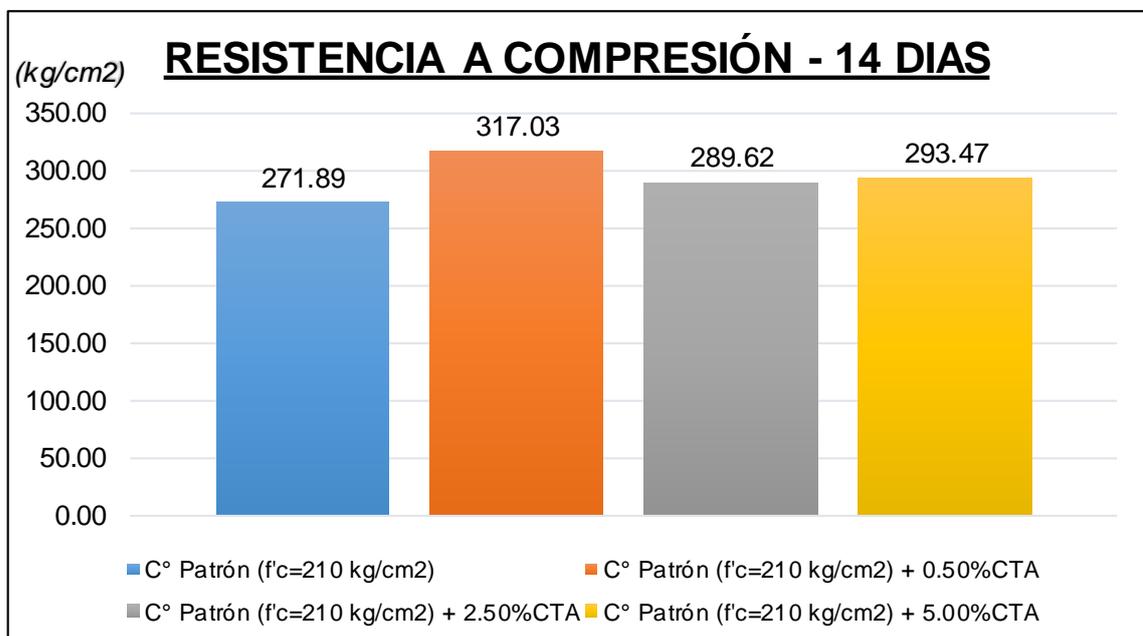
*Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días*

Dosificaciones de Diseño	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
	273.60	
C° Patrón +0.00%CTA	265.00	271.89
	277.06	
	305.69	
C° Patrón +0.50%CTA	306.09	317.03
	339.30	
	276.26	
C° Patrón +2.50%CTA	304.61	289.62
	287.98	
	302.92	
C° Patrón +5.00%CTA	282.88	293.47
	294.60	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 51**

*Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días*



Interpretación: En la Figura 51 se observa que a la edad de 14 días de curado, el concreto C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) tiene una resistencia a compresión promedio de 271.89 kg/cm<sup>2</sup>, siendo inferior a los concretos con adiciones de ceniza de tallos de alfalfa. No obstante, el C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50%CTA tiene una resistencia a compresión promedio de 317.03 kg/cm<sup>2</sup> con 16.60% mayor respecto al C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) y, ligeramente superior al C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 2.50%CTA y C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 5.00%CTA con una resistencia a compresión promedio de 289.62 y 293.47 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

El diseño del C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50%CTA mantiene la superioridad a los 14 días de curado.

La Tabla 15 muestra los resultados de la **Resistencia a la compresión del concreto** a los 28 días de fraguado y el promedio para diferentes diseños.

**Tabla 15**

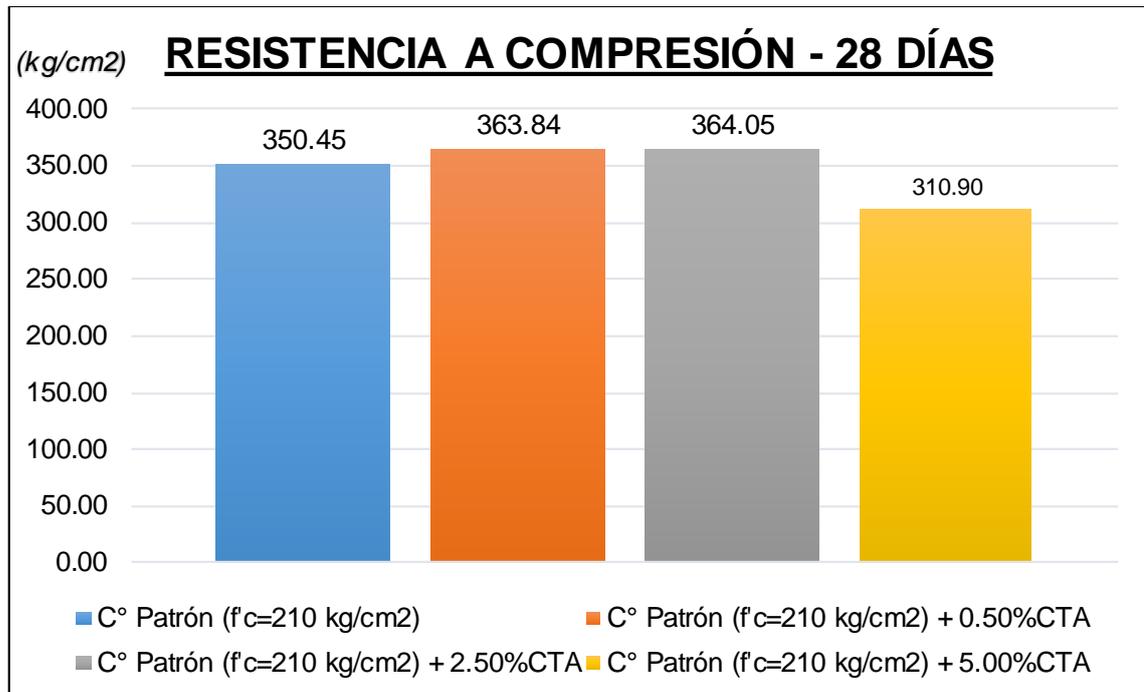
*Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días*

<b>Dosificaciones de Diseño</b>	<b>Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Promedio Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
	338.96	
C° Patrón +0.00%CTA	378.58	350.45
	333.81	
	351.70	
C° Patrón +0.50%CTA	362.96	363.84
	376.88	
	369.35	
C° Patrón +2.50%CTA	361.77	364.05
	361.03	
	319.33	
C° Patrón +5.00%CTA	303.14	310.90
	310.22	

*Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 52**

*Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días*

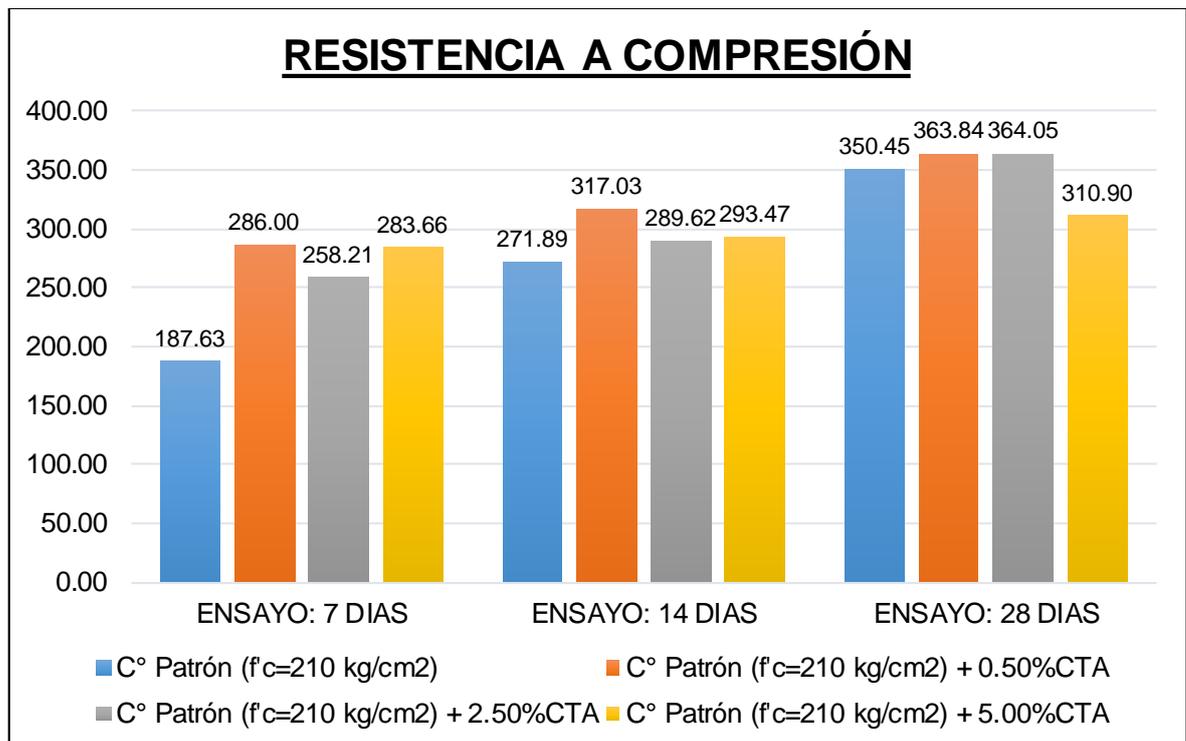


Interpretación: En la Figura 52 se observa que a la edad de 28 días de curado, el concreto C° Patrón (f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>) tiene una resistencia a compresión promedio de 350.45 kg/cm<sup>2</sup>, siendo inferior a los concretos con adiciones de 0.50% y 2.50% de ceniza de tallos de alfalfa, pero superior al concreto con adición de 5.00%. No obstante, el C° Patrón (f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>) + 2.50%CTA tiene una resistencia a compresión promedio de 364.05 kg/cm<sup>2</sup> con 3.88% mayor respecto al C° Patrón (f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>) y, ligeramente superior al C° Patrón (f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50%CTA y considerablemente al C° Patrón (f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>) + 5.00%CTA con una resistencia a compresión promedio de 363.84 y 310.90 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

El diseño del C° Patrón (f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>) + 2.50%CTA mantiene la superioridad en cuanto a la resistencia a compresión promedio a los 28 días de curado.

**Figura 53**

*Resumen de resistencia a la compresión promedio del concreto*



Interpretación: En la Figura 53 se observa que la resistencia a la compresión promedio del concreto a la edad de 7 días de curado, el C° Patrón ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) y el C° Patrón ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 0.50%, 2.50% y 5.00%CTA tienen valores inferiores en comparación a la resistencia a la compresión promedio del concreto a la edad de 14 días de curado, y éstos, inferiores a la edad de 28 días de curado, deduciéndose que a mayor días de curado mayores valores poseen. En los casos de los ensayos a 7 y 14 días de curado, el C° Patrón ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 0.50%CTA es superior con valores de 286.00 y 317.03  $\text{kg/cm}^2$  de resistencia a la compresión promedio respectivamente. Sin embargo, en el caso del ensayo a 28 días de curado, el C° Patrón ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 2.50%CTA es superior con un valor de 364.05  $\text{kg/cm}^2$ .

La Tabla 16 muestra los resultados de la **Resistencia a la tracción del concreto** a los 7 días de fraguado y el promedio para diferentes diseños (dosificaciones).

**Tabla 16**

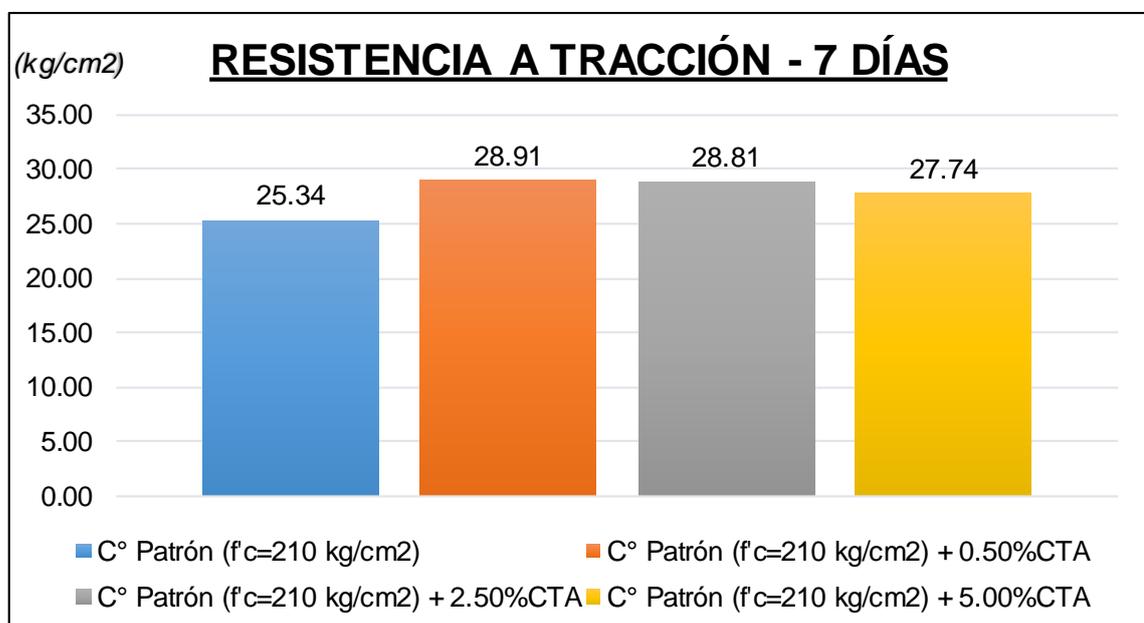
*Resistencia a la tracción del concreto a los 7 días*

Dosificaciones de CTA	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
	26.50	
C° Patrón +0.00%CTA	23.16	25.34
	26.35	
	27.58	
C° Patrón +0.50%CTA	29.96	28.91
	29.20	
	28.74	
C° Patrón +2.50%CTA	28.77	28.81
	28.91	
	25.15	
C° Patrón +5.00%CTA	27.52	27.74
	30.55	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 54**

*Resistencia a la tracción del concreto a los 7 días*



Interpretación: En la Figura 54 se observa que a la edad de 7 días de curado, el C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) tiene una resistencia a tracción promedio de 25.34 kg/cm<sup>2</sup>, siendo inferior a los concretos con adiciones de ceniza de tallos de alfalfa. No obstante, el C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50%CTA tiene una resistencia a tracción promedio de 28.91 kg/cm<sup>2</sup> con 14.09 % mayor respecto al C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) y, ligeramente superior al C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 2.50%CTA y C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 5.00%CTA con una resistencia a tracción promedio de 28.81 kg/cm<sup>2</sup> y 27.74 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

El diseño del C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50%CTA mantiene la superioridad a los 7 días de curado.

La Tabla 17 muestra los resultados de la **Resistencia a la tracción del concreto** a los 14 días de fraguado y el promedio para diferentes diseños.

**Tabla 17**

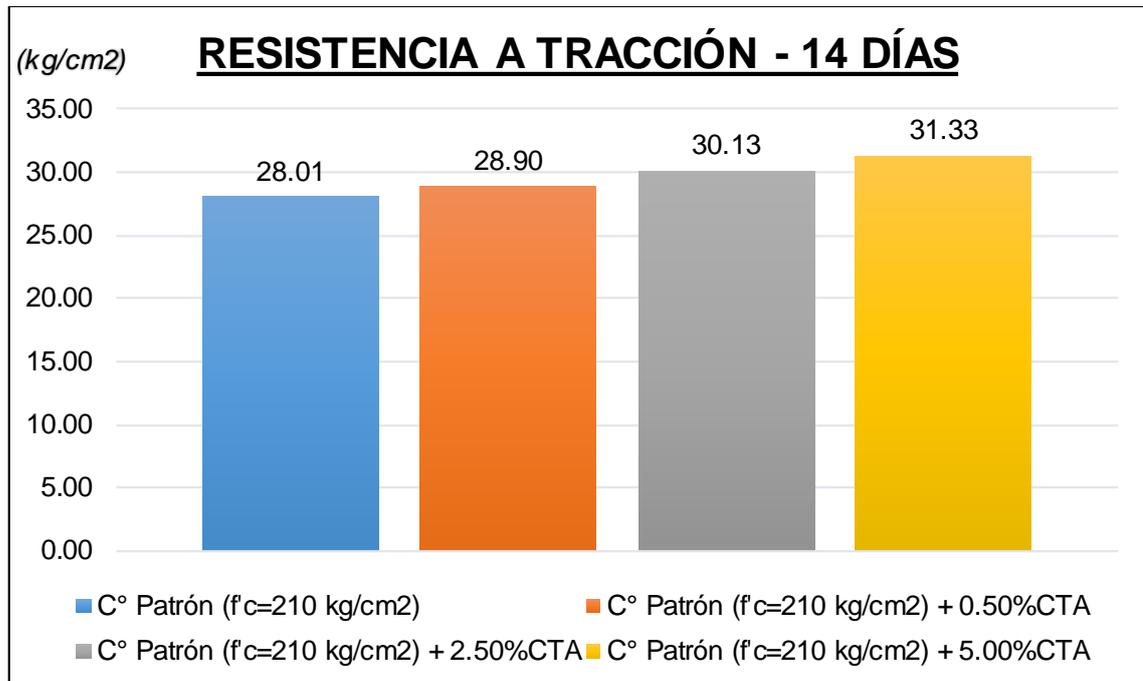
*Resistencia a la tracción del concreto a los 14 días*

<b>Dosificaciones de CTA</b>	<b>Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Promedio Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
	27.85	
C° Patrón +0.00%CTA	27.96	28.01
	28.23	
	28.96	
C° Patrón +0.50%CTA	29.19	28.90
	28.54	
	29.88	
C° Patrón +2.50%CTA	30.37	30.13
	30.14	
	31.80	
C° Patrón +5.00%CTA	31.30	31.33
	30.90	

*Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 55**

*Resistencia a la tracción del concreto a los 14 días*



Interpretación: En la Figura 55 se observa que a la edad de 14 días de curado, el C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) tiene una resistencia a tracción promedio de 28.01 kg/cm<sup>2</sup>, siendo inferior a los concretos con adiciones de ceniza de tallos de alfalfa. No obstante, el C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 5.00%CTA tiene una resistencia a tracción promedio de 31.33 kg/cm<sup>2</sup> con 11.85% mayor respecto al C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) y, ligeramente superior al C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50%CTA y C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 2.50%CTA con una resistencia a tracción promedio de 28.90 y 30.13 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

El diseño del C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 5.00%CTA mantiene la superioridad a los 14 días de curado.

La Tabla 18 muestra los resultados de la **Resistencia a la tracción del concreto** a los 28 días de fraguado y el promedio para diferentes diseños.

**Tabla 18**

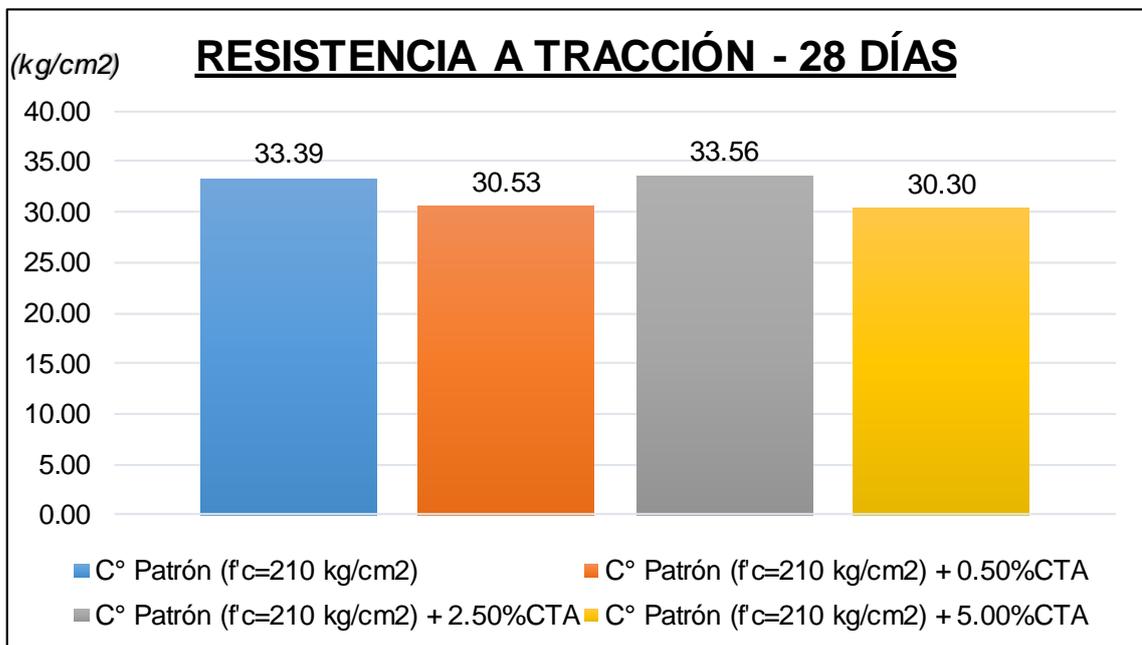
*Resistencia a la tracción del concreto a los 28 días*

Dosificaciones de CTA	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
	33.01	
C° Patrón +0.00%CTA	33.83	33.39
	33.33	
	30.40	
C° Patrón +0.50%CTA	30.72	30.53
	30.46	
	33.61	
C° Patrón +2.50%CTA	33.27	33.56
	33.80	
	30.00	
C° Patrón +5.00%CTA	30.58	30.30
	30.33	

*Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 56**

*Resistencia a la tracción del concreto a los 28 días*

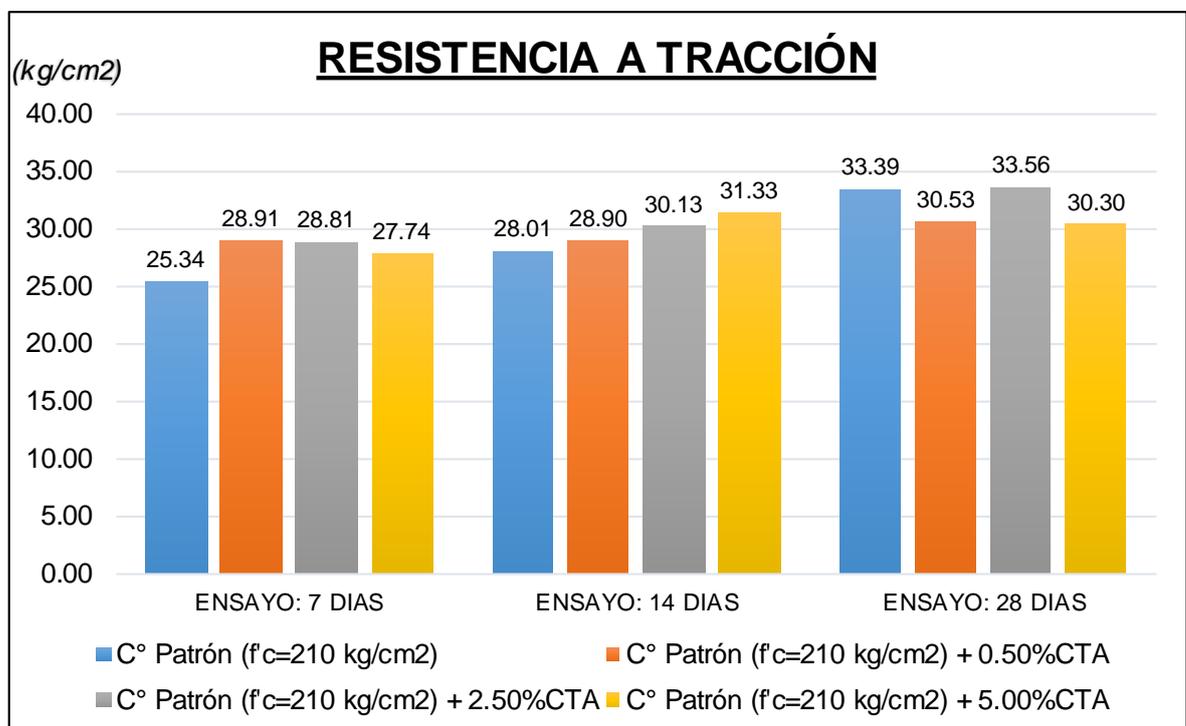


Interpretación: En la Figura 56 se observa que a la edad de 28 días de curado, el C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) tiene una resistencia a tracción promedio de 33.39 kg/cm<sup>2</sup>, siendo inferior al C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 2.50%CTA pero superior al C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50%CTA y al C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 5.00%CTA que tienen una resistencia a tracción promedio de 33.56, 30.53 y 30.30 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. El C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 2.50%CTA es mayor con 0.51% respecto al C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>).

El diseño del C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 2.50%CTA mantiene la superioridad en cuanto a la resistencia a tracción promedio a los 28 días de curado.

**Figura 57**

*Resumen de resistencia a la tracción promedio del concreto*



Interpretación: En la Figura 57 se observa que la resistencia a la tracción promedio del concreto a la edad de 7 días de curado, el C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) y el C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50%, 2.50% y 5.00%CTA tienen valores inferiores en comparación a la resistencia a la tracción

promedio del concreto a la edad de 14 días de curado, y éstos, inferiores a la edad de 28 días de curado excepto el C° Patrón ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 5.00%CTA que reduce su valor de 31.33 a 30.30  $\text{kg/cm}^2$ , deduciéndose que a mayor días de curado mayores valores poseen, excepto el C° Patrón ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 5.00%CTA. En el caso del ensayo a 7 días de curado, el C° Patrón ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 0.50%CTA es superior a los demás diseños con un valor de 28.91  $\text{kg/cm}^2$  de resistencia a la tracción promedio, en el caso del ensayo a 14 días de curado, el C° Patrón ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 5.00%CTA es superior a los demás diseños con un valor de 31.33  $\text{kg/cm}^2$  y en el caso del ensayo a 28 días de curado, el C° Patrón ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 2.50%CTA es superior a los demás diseños con un valor de 33.56  $\text{kg/cm}^2$  de resistencia a la tracción promedio.

La Tabla 19 muestra los resultados de la **Resistencia a flexión del concreto** a los 28 días de fraguado y el promedio para diferentes diseños.

**Tabla 19**

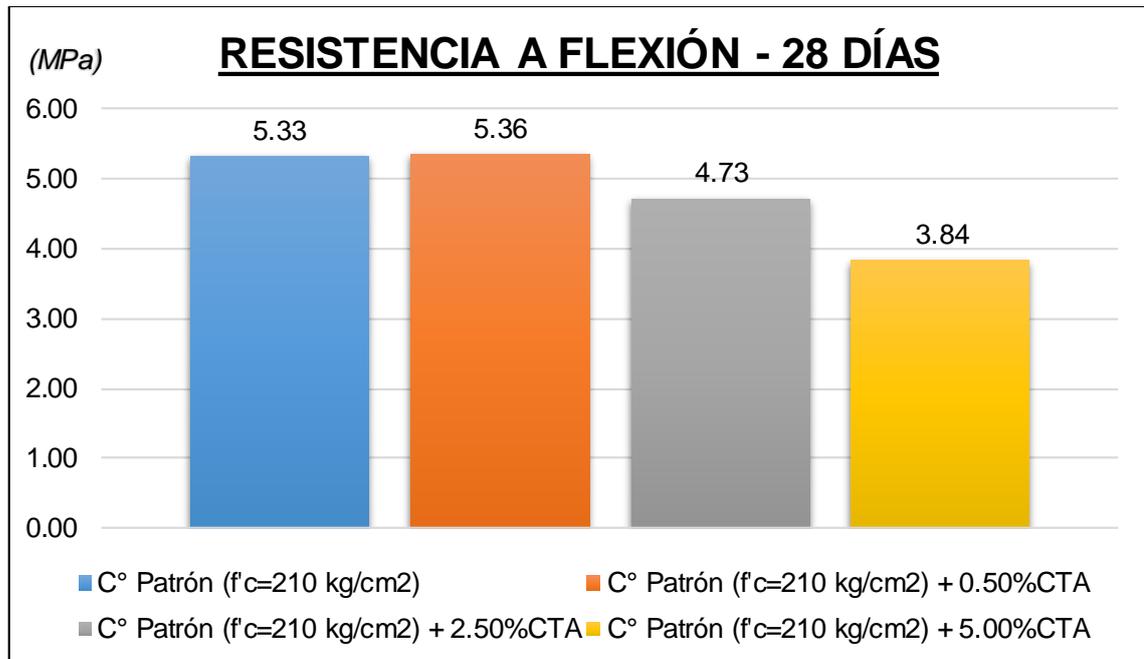
*Resistencia a flexión del concreto a los 28 días*

<b>Dosificaciones de CTA</b>	<b>Resistencia (MPa)</b>	<b>Promedio Resistencia (MPa)</b>
	5.53	
C° Patrón + 0.00%CTA	5.29	5.33
	5.16	
	4.41	
C° Patrón + 0.50%CTA	5.97	5.36
	5.69	
	4.83	
C° Patrón + 2.50%CTA	4.63	4.73
	4.72	
	3.93	
C° Patrón + 5.00%CTA	3.69	3.84
	3.89	

*Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 58**

*Resistencia a flexión del concreto a los 28 días*



Interpretación: En la Figura 58 se observa que a la edad de 28 días de curado, el C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) tiene una resistencia a flexión promedio de 5.33 MPa, siendo ligeramente inferior al diseño C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) +0.50%CTA pero superior a los diseños C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) +2.50%CTA y 5.00%CTA de ceniza de tallos de alfalfa. Por tanto, el C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50%CTA tiene una resistencia a flexión promedio de 5.36 MPa con 0.56% mayor respecto al C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) y, superior al C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50%CTA y al C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 5.00%CTA con una resistencia a flexión promedio de 4.73 MPa y 3.84 MPa respectivamente.

El diseño del C° Patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50%CTA mantiene la superioridad en cuanto a la resistencia a flexión promedio a los 28 días de curado.

#### 4.4 Resultado del objetivo 4

Analizar la influencia de los costos en la elaboración del concreto convencional, con adición de la ceniza de tallos de alfalfa en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Áncash, 2022.

La Tabla 20 muestra el costo del concreto patrón por m3.

**Tabla 20**

*Costo del concreto convencional (C° Patrón) por m3*

<b>CONCRETO PATRON</b>					
<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>		<b>Precio S/.</b>		<b>Parcial S/.</b>
Cemento	9.11	bol.	28.50	bol	259.64
Agregado fino	0.500	m3	55.00	m3	27.50
Agregado grueso	0.609	m3	60.00	m3	36.54
Agua	0.175	m3	2.50	m3	0.44
	<b>Total (S/.)</b>				<b>324.12</b>

*Fuente:* Elaboración propia.

La Tabla 21 muestra el costo del concreto patrón más 0.50% de ceniza de tallos de alfalfa.

**Tabla 21**

*Costo del Concreto Patrón + 0.50%CTA por m3*

<b>C° PATRON + 0.50%CTA</b>					
<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>		<b>Precio S/.</b>		<b>Parcial S/.</b>
Cemento	9.11	bol.	28.50	bol	259.64
Agregado fino	0.500	m3	55.00	m3	27.50
Agregado grueso	0.609	m3	60.00	m3	36.54
Agua	0.175	m3	2.50	m3	0.44
CTA	1.94	kg	6.80	kg	13.19
	<b>Total (S/.)</b>				<b>337.31</b>

*Fuente:* Elaboración propia.

La Tabla 22 muestra el costo del concreto patrón más 2.50% de ceniza de tallos de alfalfa.

**Tabla 22**

*Costo del Concreto Patrón + 2.50%CTA por m3*

<b>C° PATRON + 2.50%CTA</b>					
<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>		<b>Precio S/.</b>		<b>Parcial S/.</b>
Cemento	9.11	bol.	28.50	bol	259.64
Agregado fino	0.500	m3	55.00	m3	27.50
Agregado grueso	0.609	m3	60.00	m3	36.54
Agua	0.175	m3	2.50	m3	0.44
CTA	9.68	kg	6.80	kg	65.82
<b>Total (S/.)</b>					<b>389.94</b>

*Fuente:* Elaboración propia.

La Tabla 23 muestra el costo del concreto patrón más 5.00% de ceniza de tallos de alfalfa.

**Tabla 23**

*Costo del Concreto Patrón + 5.00%CTA por m3*

<b>C° PATRON + 5.00%CTA</b>					
<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>		<b>Precio S/.</b>		<b>Parcial S/.</b>
Cemento	9.11	bol.	28.50	bol	259.64
Agregado fino	0.500	m3	55.00	m3	27.50
Agregado grueso	0.609	m3	60.00	m3	36.54
Agua	0.175	m3	2.50	m3	0.44
CTA	19.35	kg	6.80	kg	131.58
<b>Total (S/.)</b>					<b>455.70</b>

*Fuente:* Elaboración propia.

La Tabla 24 muestra el resumen total del costo del concreto patrón y de las adiciones por m3 de concreto.

**Tabla 24**

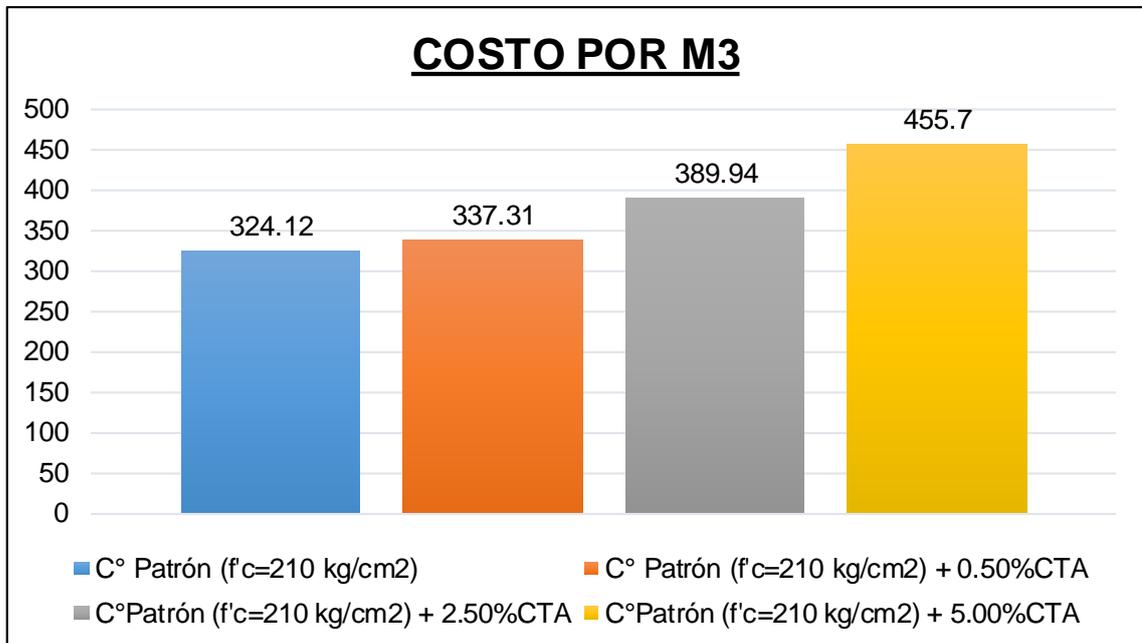
*Resumen de costos del concreto por m3*

<b>Concreto (m3)</b>	<b>Precio (S./m3)</b>
C° Patrón + 0.00%CTA	324.12
C° Patrón + 0.50%CTA	337.31
C° Patrón + 2.50%CTA	389.94
C° Patrón + 5.00%CTA	455.70

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 59**

*Resumen de costos del concreto por m3*



Interpretación: la Figura 59 muestra los costos para la elaboración del C° Patrón (f'c=210 kg/cm2) y el C° Patrón (f'c=210 kg/cm2) + 0.50%, 2.50% y 5.00%CTA tienen una tendencia positiva, esto significa que, a mayor porcentaje de la adicción de la ceniza de tallos de alfalfa mayor serán los costos en la elaboración del concreto por m3. Es así que, los costos van desde S/. 324.12, S/. 337.31, S/. 389.94 y S/. 455.7 para el diseño C° Patrón (f'c=210 kg/cm2) y para el C° Patrón (f'c=210 kg/cm2) + 0.50%, 2.50% y 5.00%CTA respectivamente.

## V. DISCUSIÓN

En el presente trabajo la **limitación** en el proceso de la obtención de la ceniza de tallos de alfalfa es que se requieren grandes temperaturas para producir los óxidos favorables para afectar en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. La **implicancia** es que no se requieren grandes porcentajes de cenizas para adiciones y se sugiere el uso en proporciones pequeñas (23). Finalmente haciendo una **comparación** a partir del resultado obtenido de la Tabla 9 se observa que la temperatura de calcinación de la ceniza de tallos de alfalfa y momento donde se producen los óxidos favorables es a una temperatura de 600°C por un periodo de 1.5 horas. Es así que, la temperatura y el tiempo de calcinación es similar a la investigación realizado por Arias Pastor (2018) con una temperatura de 750° en un periodo de 2 horas (24), sin embargo, existe una diferencia en el periodo de calcinación propuesta por Chauca Atau (2022) con una temperatura de 800 °C durante 18 – 24 horas (25).

En el presente trabajo las **limitaciones** en las propiedades físicas del concreto convencional con adiciones de ceniza de tallos de alfalfa en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento son que, a mayores proporciones de adición de ceniza de tallos de alfalfa, éstas son significativamente diferentes en los valores obtenidos respecto al diseño C° Patrón, e influyen tanto de forma negativo como positiva. Las **implicancias** en la Trabajabilidad, ésta disminuye conforme se adiciona la CTA; en el Peso unitario, su valor disminuye conforme se adiciona mayores porcentajes de ceniza, y, en el Contenido de aire, incrementa ligeramente cuando se adiciona mayores porcentajes de ceniza, respecto al diseño C° Patrón. En **comparación** según los resultados obtenidos, para la Trabajabilidad el asentamiento disminuye conforme se adiciona la ceniza de tallos de alfalfa es así que, para el C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) el asentamiento es 4.10 pulg disminuyendo hasta 3.10 pulg para el C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) +5.00%CTA; para el Peso unitario, el diseño C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) tienen un valor promedio de 2,523.30 kg/m<sup>3</sup>, el diseño C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 0.50%CTA tiene un valor promedio de 2,546.70 kg/m<sup>3</sup>

disminuyendo hasta 2,493.30 kg/m<sup>3</sup> para C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 5.00%CTA; en el Contenido de aire, el diseño C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) tiene un valor promedio de 1.90%, el C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50%CTA tiene un valor promedio de 1.73% incrementando hasta 2.10% para C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 5.00%CTA. Según Meza Pablo (2022) presenta que la ceniza de eucalipto disminuye la Trabajabilidad con valores que van desde 5 hasta 2.8 pulg, para el Peso unitario, los valores van de 2,244 hasta 2,253.60 kg/m<sup>3</sup> y el Contenido de aire, los valores van desde 2.44 hasta 2.02% similares valores al estudio en cuestión (26).

En el presente trabajo las **implicancias** son: en la resistencia a compresión del concreto los valores promedios para los ensayos de 7, 14 y 28 días se incrementan respecto al diseño C° Patrón, excepto en el ensayo a los 28 días del diseño C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) +5.00%CTA; en la resistencia a tracción, los valores promedios para los ensayos de 7 y 14 días se incrementan respecto al diseño C° Patrón, sin embargo en el ensayo a los 28 días el diseño C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) +2.50%CTA es el único diseño que incrementa respecto al C° Patrón, disminuyendo los demás diseños, y, para la resistencia a flexión, los valores promedios para el ensayo a los 28 días disminuyen respecto al diseño C° Patrón, siendo el C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) +0.50%CTA superior en valor al C° Patrón. En **comparación** según los resultados obtenidos de las propiedades mecánicas del concreto convencional con la adición de la ceniza de tallos de alfalfa en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento: para la resistencia a compresión para el ensayo a 28 días el diseño C° Patrón + 2.50%CTA es ligeramente superior respecto al diseño C° Patrón, con valor de 364.05 kg/cm<sup>2</sup> y 350.45 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, pero el C° Patrón + 5.00%CTA disminuyen su valor hasta 310.90 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo, el diseño C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50%CTA es equivalente al C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 2.50%CTA con un valor promedio de 363.84 kg/cm<sup>2</sup>, resultados similares a la resistencia a compresión para 28 días que el diseño (CH=8%, CSo=3%) ligeramente superior al C° Patrón y los demás diseños experimentales inferiores (27); para la resistencia a tracción para el ensayo a 28 días el diseño C° Patrón +

2.50%CTA es ligeramente superior respecto al diseño C° Patrón, con valor de 33.56 kg/cm<sup>2</sup> y 33.39 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, pero los demás diseños disminuyen sus valores, similar a la tendencia con la resistencia a tracción para 28 días que el diseño patrón es ligeramente superior a todos los diseños experimentales (27) y para la resistencia a flexión, los valores promedios para el ensayo a los 28 días disminuyen respecto al diseño C° Patrón que tiene un valor de 5.33 MPa, siendo el C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) +0.50%CTA superior en valor al C° Patrón con un valor de 5.36 MPa y disminuyendo has 3.84 MPa para el diseño C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) +5.00%CTA, similares con los valores de Baca & Baca (2022) que obtuvieron un valor 57.17 kg/cm<sup>2</sup> para el diseño (CH=10%, CSo=7%) y 56.10 kg/cm<sup>2</sup> para el diseño patrón (27).

En el presente trabajo la **limitación** en los costos para la elaboración del concreto convencional y con adiciones de ceniza de tallos de alfalfa es que el costo por metro cubico se incrementa conforme se incrementa las adiciones de la ceniza. La **implicancia** es que, para porcentajes mínimos de adiciones de ceniza de tallos de alfalfa, los costos incrementan mínimamente, con el porcentaje mayor estas tienden a incrementar su costo, sin embargo, los resultados favorables compensan el costo hasta para los diseños C° Patrón +0.50% y 2.50%CTA (25). Finalmente haciendo una comparación a partir del resultado obtenido de la Tabla 24 se observa que el costo del C° Patrón es 324.12 S./m<sup>3</sup> siendo superado ligeramente por el diseño C° Patrón + 0.50%CTA con un costo de 337.31 S./m<sup>3</sup> y C° Patrón + 2.50%CTA con un costo de 389.94 S./m<sup>3</sup> similares a (27) y (25) pero discrepa con (26) por qué disminuyen los costos.

## VI. CONCLUSIONES

El proceso de la obtención de la ceniza de tallos de alfalfa es factible debido a que la obtención de la materia prima la alfalfa que es una planta herbácea y su producción es muy común en el callejón de Huaylas de la región Áncash y en todo el Perú y su incineración se ha realizado a una temperatura de 600°C por un periodo de 1.5 horas obteniéndose la composición mineral favorable para ser utilizado como aditivo natural.

Las adiciones de ceniza de tallos de alfalfa en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en el concreto convencional influyen en las propiedades físicas es así para: la Trabajabilidad, ésta disminuye conforme se adiciona la ceniza de tallos de alfalfa siendo el C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 0.50%CTA el más óptimo con un valor promedio de 3.90 pulg que disminuyo en 4.88% respecto al diseño C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) con un valor promedio de 4.10 pulg, siendo un concreto plástica; en el Peso unitario, su valor promedio disminuye conforme se adiciona mayores porcentajes de ceniza salvo el C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 0.50%CTA que el más óptimo con un valor promedio de 2,546.70  $\text{kg/m}^3$  que supero en 0.93% respecto al diseño C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) con un valor promedio de 2,523.30  $\text{kg/m}^3$ , y, el Contenido de aire, su valor promedio incrementa cuando se adiciona mayores porcentajes de ceniza salvo el C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 0.50%CTA que el más óptimo con un valor promedio de 1.73% que disminuyo en 8.95% respecto al diseño C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) con un valor promedio de 1.90%.

Las adiciones de ceniza de tallos de alfalfa en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en el concreto convencional influyen en las propiedades mecánicas es así para: la resistencia a la compresión a los 7 días de curado el diseño C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 0.50%CTA tuvo un valor promedio de 286.00  $\text{kg/cm}^2$  superando con un 52.43% al C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) con un valor promedio de 187.63  $\text{kg/cm}^2$ . A 14 días el diseño C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) + 0.50%CTA tuvo un valor promedio de 317.03  $\text{kg/cm}^2$  superando con un 16.60% al C° Patrón ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) con

un valor promedio de 271.89 kg/cm<sup>2</sup>. A 28 días el diseño C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 2.50%CTA tuvo un valor promedio de 364.05 kg/cm<sup>2</sup> superando con un 3.88% al C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) con un valor promedio de 350.45 kg/cm<sup>2</sup> equivalente al C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50%CTA con un valor promedio de 363.84 kg/cm<sup>2</sup> pero éstas no mejoran de modo relevante la resistencia a la compresión del concreto convencional; la resistencia a la tracción a los 7 días de curado el diseño C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50%CTA tuvo un valor promedio de 28.91 kg/cm<sup>2</sup> superando con un 14.09% al C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) con un valor promedio de 25.34 kg/cm<sup>2</sup> pero no mejora de modo relevante la resistencia a la tracción. A 14 días el diseño C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 5.00%CTA tuvo un valor promedio de 31.33 kg/cm<sup>2</sup> superando con un 11.85% al C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) con un valor promedio de 28.01 kg/cm<sup>2</sup>. A 28 días el diseño C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 2.50%CTA tuvo un valor promedio de 33.56 kg/cm<sup>2</sup> superando con 0.51% al C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) con un valor promedio de 33.39 kg/cm<sup>2</sup> pero no mejora de modo relevante la resistencia a la tracción, y para la resistencia a flexión a 28 días de curado, el diseño C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) + 0.50%CTA tuvo un valor promedio de 5.36 MPa superando con 0.56% al C° Patrón ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) con un valor promedio de 5.33 MPa pero no mejora de modo relevante la resistencia a la flexión.

Los costos para la elaboración del concreto convencional con adiciones de ceniza de tallos de alfalfa incrementan conforme incrementan los porcentajes de adición, es así que, el porcentaje de adición de 0.50%CTA es el más óptimo, de manera que, el costo del diseño C° Patrón + 0.50%CTA supera en 13.19 S./m<sup>3</sup> al C° Patrón sin embargo, se compensa con los resultados favorables obtenidos.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Realizar investigaciones con cenizas de cultivos herbáceos similares a la alfalfa debido a que su producción es a mediana y gran escala utilizado en el sector agropecuario y su obtención es accesible.

Es conveniente utilizar un concreto con adición de 0.50% de ceniza de tallos de alfalfa ya que no afecta significativamente en la trabajabilidad del concreto y disminuye el contenido de aire lo que hace mejorar la propiedad física del concreto y por ende mejora la resistencia a compresión, tracción y flexión.

Realizar investigaciones con porcentajes en que van desde 0.50% hasta 2.50% como adición y sustitución de CTA compararlas y determinar el más óptimo.

Realizar las pruebas de laboratorio en lo posible en un solo laboratorio para evitar cualquier variación de resultados.

## REFERENCIAS

1. Real Academia Española. Diccionario de la lengua española. [En línea] Octubre de 2014. [Citado el: 02 de Setiembre de 2022.] <https://dle.rae.es/ceniza>.
2. *Caracterización física química y mineralógica de las cenizas volantes*. SANTAELLA VALENCIA, Luz Elena. 47-62, Bogotá, Colombia : Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 2001, Vol. 10. 0124-8170.
3. CABALLERO, Alba Lucía y MÉDICO, Oscar Alejandro. Caracterización y posible uso de cenizas resultantes de la combustión del carbón, en la futura Termocentral de lecho fluidizado. Río Turbio (Argentina). [En línea] 2013. <http://www.redisa.net/doc/artSim2013/CaracterizacionDeResiduosSolidos/Caracterizacion%20Cenizas%20Combustion%20Carbon.pdf>.
4. MINAM. LÍNEA DE BASE DE LA ALFALFA CON FINES DE. [En línea] 2019. [https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2020/02/estudio\\_lb\\_alfalfa.pdf](https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2020/02/estudio_lb_alfalfa.pdf).
5. Centro de estudios y experimentación de obras públicas. Catálogo de Residuos utilizables en construcción. *Cenizas volantes de carbón y cenizas de hogar o escorias*. [En línea] 2011. [Citado el: 05 de Setiembre de 2022.] <http://www.cedexmateriales.es/catalogo-de-residuos/24/diciembre-2011/valorizacion/propiedades-del-residuo/24/las-cenizas-de-hogar-o-escorias.html#:~:text=Las%20cenizas%20de%20hogar%20o%20escorias%20est%C3%A1n%20formadas%20por%20part%C3%ADculas,con%20predo>.
6. *Fundamentals of alfalfa quality. 37th California Alfalfa & Forage Symposium*. Robinson, P. H., Putnam, D. H. y DePeters, E. J. California : s.n., 2007.
7. *Composición Química Comparada de la Alfalfa y el Pasto Elefante desde el punto de vista de la alimentación animal*. LARACH, Jose, GAMONAL, Sergio y NEIRA, Jose. Arica, Chile : s.n., 1976, Vol. N° 04.
8. *Comportamiento mecánico de sistemas cementantes ternarios (cemento portland - ceniza volante - escoria de alto horno)*. CÁRDENAS PULIDO, Jhon, LIZARAZO MARRIAGA, Juan y APERADOR CHAPARRO, Willian. 2, Caracas : Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales, 2016, Vol. 36. 0255-6952.
9. ABANTO CASTILLO, Flavio. *TECNOLOGÍA DEL CONCRETO*. Lima, Perú : Editorial San Marcos E.I.R.L. , 2009. 978-612-302-060-6.

10. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Norma Técnica de Edificación. *E.060 CONCRETO ARMADO*. [En línea] 08 de Mayo de 2009. [http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060\\_CONCRETO\\_ARMADO.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf).
11. RIVERA L., Gerardo A. *CONCRETO SIMPLE*. [En línea] [Citado el: 03 de Setiembre de 2022.] [file:///C:/Users/LENOVO%7D/Downloads/CONCRETO\\_SIMPLE.pdf](file:///C:/Users/LENOVO%7D/Downloads/CONCRETO_SIMPLE.pdf).
12. NTP 400.037. *AGREGADOS*. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. [En línea] 2014. [Citado el: 02 de Setiembre de 2022.] [file:///C:/Users/LENOVO%7D/Downloads/kupdf.net\\_ntp-4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-en-concretopdf.pdf](file:///C:/Users/LENOVO%7D/Downloads/kupdf.net_ntp-4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-en-concretopdf.pdf).
13. MOLOCHO TIQUILLAHUANCA, jhenfer y RODRÍGUEZ CHUMBE, delia margarita. 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. [En línea] 2020. [file:///C:/Users/LENOVO%7D/Downloads/Mocho\\_TJ-Rodr%C3%ADguez\\_CDM-SD.pdf](file:///C:/Users/LENOVO%7D/Downloads/Mocho_TJ-Rodr%C3%ADguez_CDM-SD.pdf).
14. PRACHUM, José, KLOSTER, Marcio y MARESTONI, Luiz. Analise comparativa de propiedades do concreto adicionado com residuo de cobre. *REVISTA mundi*. [En línea] 2016. [Citado el: 06 de Setiembre de 2022.] <http://dx.doi.org/10.21575/25254782rmetg2016vol1n139.2525-4782>.
15. RABANAL LAZO, adriana patricia. Adición de la ceniza de tara para mejorar las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido, Lima- Canta 2021. [En línea] 2021. [file:///C:/Users/LENOVO%7D/Downloads/Rabanal\\_LAP-SD.pdf](file:///C:/Users/LENOVO%7D/Downloads/Rabanal_LAP-SD.pdf).
16. American Concrete Institute. Guia práctica para el diseño de mezcla de hormigon. [En línea] Octubre de 1987. [file:///C:/Users/LENOVO%7D/Downloads/Guia\\_Practica\\_para\\_el\\_diseno\\_de\\_Mezclas.pdf](file:///C:/Users/LENOVO%7D/Downloads/Guia_Practica_para_el_diseno_de_Mezclas.pdf).
17. HERRERA LAZARTE, Sergio Renato y POLO ROCA, Melvin Eusebio. Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de Arequipa, utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica. [En línea] 2017. [Citado el: 05 de Setiembre de 2022.] <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/6694>.

18. AZAÑERO SANDOVAL, Fernando. *Cómo elaborar una Tesis Universitaria*. Lima : R&F PUBLICACIONES Y SERVICIOS S.A.C., 2016. 2016-06752.
19. WHITE, Howard y SABARWAL, Shagun. Diseño y métodos cuasiexperimentales. *Síntesis metodológicas: evaluación de impacto n.º 8*, Centro de Investigaciones de UNICEF. [En línea] Setiembre de 2014. [Citado el: 26 de Agosto de 2022.] <https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/MB8ES.pdf>.
20. ARIAS, Fidias. *El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica*. Venezuela : Caracas, 2012.
21. HÉRNANDEZ MENDOZA, Sandra Luz y DUANA AVILA, Danae. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. [En línea] 05 de Diciembre de 2020. file:///C:/Users/LENOVO%7D/Downloads/6019-Manuscrito-35678-1-10-20201120.pdf.
22. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FÉRNANDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar. *Metodología de la Investigación*. México D.F. : MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014.
23. *Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento*. HUAQUISTO CÁCERES, Samuel y BELIZARIO QUISPE, Germán. 2, Puno, Perú : s.n., 2018, Vol. 20. 225-234.
24. Arias Pastor , Ulmer Alexander. *Resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con sustitución de 15% por cemento por ceniza de hoja de espino*. . Huaraz : s.n., 2018.
25. Chauca Atau, Wilfredo. *“Análisis de la trabajabilidad y la resistencia a compresión y flexión del concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición del 0.25%, 0.50% y 0.75% de cenizas de cascara de limón – Cusco 2022”*. Cusco : s.n., 2022.
26. Meza Pablo, Jorge Luis. *Influencia de las propiedades físicas-mecánicas adicionando fibra de agave y sustituyendo cemento por ceniza de eucalipto del concreto  $F'c=210$ Kg/Cm<sup>2</sup> Huaraz-2022* . Huaraz : s.n., 2022.
27. Baca Serrano, Mercedes y Bazán Flores, Francois . *“Influencia en las propiedades fisicomecánicas del concreto, sustituyendo cemento por cascara de huevo y adicionando ceniza de* . Lima : s.n., 2022.
28. NEYRA ASCATE, Carlo Fabrizio. *“Evaluación del concreto simple con aplicación de ceniza de fibra de coco para elevar la resistencia a compresión – Tarapoto 2021”*. [En línea] 2021. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/67720>.

29. BAUTISTA RUIZ, william alexander, DÍAZ LAGOS, mercedes y MARTÍNEZ OVALLE, segundo agustín. Caracterización de las cenizas volantes de una planta termoeléctrica para su posible. [En línea] 2017. [Citado el: 13 de agosto de 2022.] <http://www.scielo.org.co/pdf/ridi/v8n1/2389-9417-ridi-8-01-135.pdf>.
30. BAZAN R., victor, y otros. Comportamiento Productivo de la Alfalfa (Medicago sativa) de la. [En línea] 18 de Abril de 2017. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v28n3/a29v28n3.pdf>.
31. HUAQUISTO CÁCERES , samuel y QUENTA FLORES , darwin. Resistencia del concreto con inclusion de ceniza. [En línea] 18 de Junio de 2018. <https://revistas.unam.edu.pe/index.php/jrice/article/view/65>.
32. GARCIA QUILCA, alcira soledad y QUITO CABELLO, lorena evelyn. Influencia de la ceniza de carbón vegetal en las propiedades del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en el barrio centenario, Huaraz, Ancash - 2021. [En línea] 2021. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/65536/Garcia\\_QAS-Quito\\_CLE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/65536/Garcia_QAS-Quito_CLE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
33. PRIALE, jaimé. Las obras hidráulicas de concreto en el Perú. [En línea] 2003. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/65536/Garcia\\_QAS-Quito\\_CLE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/65536/Garcia_QAS-Quito_CLE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
34. CARDONA GARCÍA, oscar hernán. USO DE CENIZA DE LA SEMILLA DE AGUACATE COMO ADITIVO DE ORIGEN ORGÁNICO EN MEZCLAS DE CONCRETO. [En línea] 2021. [Citado el: 13 de 08 de 2022.] [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/44661/1/2022\\_Incidencia\\_CenizaAguacate\\_Concreto.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/44661/1/2022_Incidencia_CenizaAguacate_Concreto.pdf).
35. YÁNAC CÁCERES, Jesús Paúl. Comportamiento de un concreto  $f'c=175\text{Kg/cm}^2$  a la resistencia a compresión, sustituyendo parcialmente ceniza de eucalipto por cemento Huaraz 2021. [En línea] 2021. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/73577/Y%c3%a1nac\\_CJP-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/73577/Y%c3%a1nac_CJP-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
36. CAURURO ROJAS, Omayra Yosvi y CUENCA VEGA, Guido Gustavo. [En línea] 2021. [file:///C:/Users/LENOVO%7D/Downloads/Caururo\\_ROY\\_Cuenca\\_VGG-SD.pdf](file:///C:/Users/LENOVO%7D/Downloads/Caururo_ROY_Cuenca_VGG-SD.pdf).
37. MACEDO RODRÍGUEZ, Robert Ruiz y PINEDA ROJAS, Seferino Rufino. Influencia de ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo en la resistencia

a Flexión del Concreto  $F'c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$  Huaraz, 2021. [En línea] 2021. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/76349/Macedo\\_RRR-Pineda\\_RSR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/76349/Macedo_RRR-Pineda_RSR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

38. FEDNA. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. *Alfalfa, heno en rama*. [En línea] Setiembre de 2022. <https://www.fundacionfedna.org/forrajes/alfalfa-heno-en-rama>.

39. TORIBIO HUAMANI, Deivid Raul y UGAZ ARENAS, Junior Alexander . EVALUACIÓN DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO RECICLADAS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE UN PAVIMENTO RÍGIDO. [En línea] 2021. [Citado el: 01 de Setiembre de 2022.] [https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/8860/toribio\\_hdr-ugaz\\_aja.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/8860/toribio_hdr-ugaz_aja.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

40. WALHOFF TELLO, Guerson Misael. Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto y costos de fabricación, comparado con el concreto convencional, Barranca-2016. [En línea] 2017. [Citado el: 02 de Setiembre de 2022.] [http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2120/T033\\_46910453\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2120/T033_46910453_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

41. HUACHO HUINCHO, Mauro y RONCEROS CCASANI, Jose. “DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE  $F'c=210 \text{ KG/CM}^2$ , ADICIONANDO CENIZAS DE STIPA ICHU PARA ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN A COMPRESIÓN (METODO ACI), EN EL DISTRITO DE LIRCAY PROVINCIA DE ANGARAES-HUANCAVELICA”. [En línea] 2021. [Citado el: 22 de Setiembre de 2022.] <file:///C:/Users/LENOVO%7D/Downloads/TESIS-2021-ING.%20CIVIL-HUACHO%20HUINCHO%20Y%20RONCEROS%20CCASANI.pdf>.

42. *Engineering properties of blended concrete with Colombian rice husk ash and metakaolin*. SALAS, Andres, y otros. 2, Bogotá : s.n., 2013, Vol. 15.

## **ANEXOS**

- Anexo 1. Matriz de Consistencia**
- Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables**
- Anexo 3. Análisis Estadístico de Resultados**
- Anexo 4. Ensayos**
- Anexo 5. Resultados de Ensayos**
- Anexo 6. Planos**
- Anexo 7. Panel Fotográfico**
- Anexo 8. Fichas de Validación del Instrumento de recolección de datos**

## Anexo 1. Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>Problema General:</b> ¿Cómo influye la adición de la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022?	<b>Objetivo General:</b> Evaluar la influencia de la ceniza de tallos de Alfalfa en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.	<b>Hipótesis General:</b> La adición de la ceniza de tallos de alfalfa influye positivamente en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.	<b>INDEPENDIENTE</b>	Ceniza de tallos de alfalfa	Dosificación	0.00% de Ceniza de tallos de alfalfa	Ficha de recolección de datos de la balanza digital de medición.
						0.50% de Ceniza de tallos de alfalfa.	
						2.50% de Ceniza de tallos de alfalfa.	
						5.00% de Ceniza de tallos de alfalfa.	
<b>Problemas Específicos:</b> ¿Cómo se obtiene la ceniza de tallos de alfalfa en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022?	<b>Objetivo Específicos:</b> Determinar el proceso de obtención de la ceniza de tallos de alfalfa en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.	<b>Hipótesis Específicos:</b> El proceso de obtención de la ceniza de tallos de alfalfa influye en el concreto convencional en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022					
Cómo influye la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades físicas del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022?	Determinar la influencia de la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades físicas del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.	No influye la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades físicas del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.	<b>DEPENDIENTE</b>	Concreto	Propiedades Físicas	Consistencia, Trabajabilidad y Asentamiento (cm, pulg)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Cono de Abrams según Norma ASTM C143 y Norma NTP 339.035 ((MTC E 705).
						Peso Unitario ( $kg/cm^3$ )	Ficha de recolección de datos del ensayo de Peso unitario según Norma ASTM C138 y Norma NTP 339.046.
						Contenido de aire (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Contenido de aire según la Norma NTP 339.081-2011. HORMIGÓN (CONCRETO) Método de ensayo volumétrico para determinar el contenido de aire del homigón fresco
Cómo influye la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades mecánicas del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.5% y 5% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022?	Determinar la influencia de la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades mecánicas del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.	No influye la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades mecánicas del concreto convencional, con adición en proporción del 0.5%, 2.5% y 5% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.	<b>DEPENDIENTE</b>	Concreto	Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Compresión ( $kg/cm^2$ )	Ficha de recolección de datos del ensayo de Compresión según Norma ASTM C39 y Norma NTP 339.034.
						Resistencia a la Tracción ( $kg/cm^2$ )	Ficha de recolección de datos del ensayo de Tracción según Norma ASTM C496 y Norma NTP 339.084.
						Resistencia a la Flexión ( $kg/cm^2$ )	Ficha de recolección de datos del ensayo de Flexión según Norma ASTM C78 y Norma NTP 339.079.

## Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLE DE INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Ceniza de tallos de alfalfa	Mediante quemado del cultivo de alfalfa o la calcinación de la misma, se pueden extraer la ceniza de los tallos de alfalfa las cuales poseen en su composición gran cantidad de sílice entre otros componentes.	La adición de cenizas de tallos de alfalfa con diferentes dosificaciones permitirá incrementar ciertas propiedades del concreto.	Dosificación	0.00% de Ceniza de tallos de alfalfa .	Razón	<p><b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada.</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b> Explicativo.</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b> Experimental: Cuasi – Experimental.</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo.</p> <p><b>Población:</b> 72 probetas y 12 vigas de concreto.</p>
				0.50% de Ceniza de tallos de alfalfa		
				2.50% de Ceniza de tallos de alfalfa		
				5.00% de Ceniza de tallos de alfalfa		
Propiedades físico mecánicas del concreto	El comportamiento físico mecánicas como propiedad significativa del concreto en estado fresco. Estos son factores para determinar la capacidad de respuesta a los diferentes esfuerzos con los que tiene el concreto; estas propiedades se describen en el marco teórico de la presente investigación.	Se ven reflejados con la adición de la ceniza de tallos de alfalfa como variable independiente, y éste se verán reflejados en las características propias del concreto como variable dependiente.	Propiedades Físicas	Consistencia, Trabajabilidad y Asentamiento (cm, pulg)	Razón	<p><b>Muestra:</b> 72 probetas y 12 vigas de concreto.</p> <p><b>Muestreo:</b> No Probabilístico - se ensayará en todas las probetas y vigas por conveniencia.</p> <p><b>Técnica:</b> Observación directa.</p> <p><b>Instrumento de recolección de datos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fichas de recolección de datos</li> <li>- Equipos y herramientas de laboratorio.</li> <li>- Software de análisis de datos. (Excel)</li> </ul>
				Peso Unitario (kg/cm <sup>3</sup> )		
				Contenido de aire (%)		
			Propiedades Mecánicas	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )		
				Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )		
				Resistencia a la Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )		

### Anexo 3. Análisis estadístico de resultados

#### 3.1 Análisis Inferencial del objetivo específico 2

##### Objetivo específico 2

Determinar la influencia de la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades físicas del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

##### Planteamiento de la prueba de hipótesis específica 2.1

**Hipótesis nula (Ho):** No influye la ceniza de tallos de alfalfa en la trabajabilidad del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

$$\mu_{Trab1} = \mu_{Trab2} = \mu_{Trab3} = \mu_{Trab\_Patrón}$$

**Hipótesis alterna (Ha):** Influye la ceniza de tallos de alfalfa en la trabajabilidad del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

Existe al menos un  $i/\mu_{Trabi} \neq \mu_{Trab\_Patrón}$

Donde:  $\mu_{Trabi}$  es la media de la trabajabilidad del diseño  $i$ .

Donde:  $i = 1, 2$  y  $3$

Los diseños son los porcentajes de la ceniza de tallos de alfalfa (CTA).

##### Estadístico de prueba

Dado que la variable respuesta de la trabajabilidad es cuantitativa y existe una variable independiente llamado factor que viene hacer la no adición y adición de ceniza de tallos de alfalfa con cuatro niveles de tipo categórica ordinal y lo que se quiere probar es sí existe un efecto significativo del factor sobre la variable respuesta, entonces estamos frente a un diseño de análisis de varianza de un factor llamado ANOVA, por consiguiente para probar las hipótesis se utilizará el análisis de varianza ANOVA de un factor y la prueba paramétrica de rango post hoc de Tukey para comparar cuál de los diseños es la que mejor efecto tiene en comparación con el diseño patrón.

## Requisitos para el ANOVA

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Chapiro Wilk y de Homocedasticidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron en el programa estadístico SPSS v.25.

En caso no se cumpla el supuesto de normalidad, se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

En caso no se pruebe la igualdad de varianzas se aplicaba la prueba no paramétrica T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey.

## Consideraciones de las pruebas

Para todas las pruebas se asumirá un valor de significancia de 0.05 y se aceptará la hipótesis nula si el valor de significancia de la prueba es mayor al valor de significancia asumido.

## Prueba de supuesto de Normalidad para la Trabajabilidad

Planteamiento de la hipótesis:

**Ho:** Los datos provienen de una distribución normal

**Ha:** Los datos no provienen de una distribución normal

### Tabla 25

*Prueba de normalidad de la Trabajabilidad del concreto*

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Diseño	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	Diseño Patrón	,292	3	.	,923	3	,463
	Diseño Patrón + 0.50%CTA	,204	3	.	,993	3	,843
Muestra	Diseño Patrón + 2.50%CTA	,204	3	.	,993	3	,843
	Diseño Patrón + 5.00%CTA	,253	3	.	,964	3	,637

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, los valores de significancia (sig) que van desde 0.463 hasta 0.843 para todos los diseños son mayores al valor de significancia asumido de 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que todos los datos para cada diseño siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

### **Prueba del supuesto de Homogeneidad para la Trabajabilidad**

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos.

Ha: No existen igualdad de varianzas entre los grupos.

**Tabla 26**

*Prueba de homogeneidad de varianzas de la Trabajabilidad del concreto*

<b>Prueba de homogeneidad de varianzas</b>					
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.	
Muestra	Se basa en la media	,537	3	8	,670
	Se basa en la mediana	,283	3	8	,836
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,283	3	6,452	,836
	Se basa en la media recortada	,518	3	8	,681

Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indica que, el valor de significancia (sig) de la prueba es de 0.670 y es mayor al valor de significancia asumido de 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión no rechazamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que si existe igualdad de varianzas entre los diseños.

Ahora, una vez probado la normalidad de los datos, procederemos a la prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 27***Prueba de ANOVA de un factor para la Trabajabilidad del concreto*

<b>ANOVA</b>					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	10,023	3	3,341	26,727	,000
Dentro de grupos	1,000	8	,125		
Total	11,023	11			

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para no aceptar la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig de la prueba entre grupos o diseños es igual a 0.000 y es menor al valor de significancia asumido de 0.05, esto es, si existe diferencias significativas entre la media de la trabajabilidad del diseño concreto patrón y al menos uno de los diseños experimentales, ahora debido a que si existe igualdad de varianzas, se aplicará la prueba paramétrica post hoc de Tukey para determinar cuál de los tratamientos o diseños experimentales es el que mejor efecto positivo tiene sobre la trabajabilidad del concreto.

**Tabla 28***Prueba de post hoc de Tukey para la Trabajabilidad del concreto*

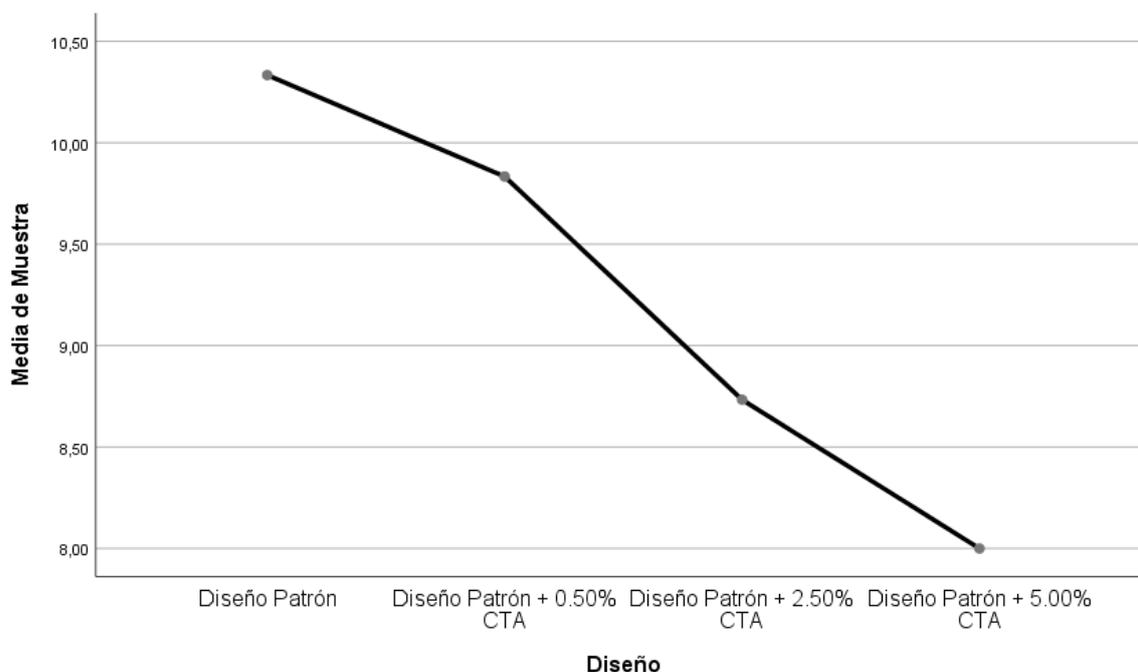
<b>Trabajabilidad (Slump)</b>			
<b>HSD Tukey</b>			
Factor del % de Ceniza de tallos de alfalfa	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
Diseño Patrón + 5.00%CTA	3	1	2
Diseño Patrón + 2.50%CTA	3	8,0000	
Diseño Patrón + 0.50%CTA	3	8,7333	
Diseño Patrón	3		9,8333
Sig.		,127	,369

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**Figura 60**

*Gráfico de Medias de la Trabajabilidad del concreto*



De los resultados obtenidos en la prueba de Tukey y del gráfico de medias, podemos indicar según la regla de decisión que, aquellos valores que se encuentran en los mismos sub grupos, dichos diseños son homogéneos, esto es, no existen diferencias significativas entre sus medias, caso contrario pasa con los que se encuentran en diferentes sub grupos, de esta manera podemos observar que, la media de la trabajabilidad de los diseños Diseño Patrón + 5.00%CTA y Diseño Patrón + 2.50%CTA son significativamente menores que el Diseño Patrón, debido a que se encuentra en diferente sub grupo, sin embargo el Diseño Patrón + 0.50%CTA se encuentra en el mismo sub grupo con el Diseño Patrón siendo homogéneos y sin diferencia significativa, pero significativamente mayor que los otros dos diseños experimentales, por lo tanto, la incorporación de la ceniza de tallos de alfalfa con el Diseño Patrón + 0.50%CTA no influye significativamente en la trabajabilidad del concreto convencional, sin embargo, los diseños Diseño Patrón + 2.50%CTA y Diseño Patrón + 5.00%CTA influyen significativamente de forma negativa en la trabajabilidad del concreto convencional en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

## Planteamiento de la prueba de hipótesis específica 2.2

**Hipótesis nula (Ho):** No influye la ceniza de tallos de alfalfa en el peso unitario del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

$$\mu_{PesoU1} = \mu_{PesoU2} = \mu_{PesoU3} = \mu_{PesoU\_Patrón}$$

**Hipótesis alterna (Ha):** Influye la ceniza de tallos de alfalfa en el peso unitario del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

Existe al menos un  $i/\mu_{PesoUi} \neq \mu_{PesoU\_Patrón}$

Donde:  $\mu_{PesoUi}$  es la media del peso unitario del diseño  $i$ .

Donde:  $i = 1, 2 \text{ y } 3$

Los diseños son los porcentajes de la ceniza de tallos de alfalfa (CTA).

### Estadístico de prueba

Dado que la variable respuesta del peso unitario es cuantitativa y existe una variable independiente llamado factor que viene hacer la no adición y adición de ceniza de tallos de alfalfa con cuatro niveles de tipo categórica ordinal y lo que se quiere probar es sí existe un efecto significativo del factor sobre la variable respuesta, entonces estamos frente a un diseño de análisis de varianza de un factor llamado ANOVA, por consiguiente para probar las hipótesis se utilizará el análisis de varianza ANOVA de un factor y la prueba paramétrica de rango post hoc de Tukey para comparar cuál de los diseños es la que mejor efecto tiene en comparación con el diseño patrón.

### Requisitos para el ANOVA

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Chapiro Wilk y de Homocedasticidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron en el programa estadístico SPSS v.25.

En caso no se cumpla el supuesto de normalidad, se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

En caso no se pruebe la igualdad de varianzas se aplicaba la prueba no paramétrica T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey.

### Consideraciones de las pruebas

Para todas las pruebas se asumirá un valor de significancia de 0.05 y se aceptará la hipótesis nula si el valor de significancia de la prueba es mayor al valor de significancia asumido.

### Prueba de supuesto de Normalidad para el Peso Unitario

Planteamiento de la hipótesis:

**Ho:** Los datos provienen de una distribución normal.

**Ha:** Los datos no provienen de una distribución normal.

**Tabla 29**

*Prueba de normalidad del Peso Unitario del concreto*

		Pruebas de normalidad					
Diseño		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	Diseño Patrón	,175	3	.	1,000	3	,997
	Diseño Patrón + 0.50%CTA	,314	3	.	,893	3	,364
Muestra	Diseño Patrón + 2.50%CTA	,293	3	.	,923	3	,462
	Diseño Patrón + 5.00%CTA	,314	3	.	,893	3	,364

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, los valores de significancia (sig) que van desde 0.364 hasta 0.997 para todos los diseños, son mayores al valor de significancia asumido de 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que todos los datos para cada diseño siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

## Prueba del supuesto de Homogeneidad para el Peso Unitario

Planteamiento de la hipótesis:

**Ho:** Si existen igualdad de varianzas entre los grupos.

**Ha:** No existen igualdad de varianzas entre los grupos.

### Tabla 30

*Prueba de homogeneidad de varianzas del Peso Unitario del concreto*

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
	Se basa en la media	1,560	3	8	,273
	Se basa en la mediana	,236	3	8	,869
Muestra	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,236	3	5,962	,868
	Se basa en la media recortada	1,385	3	8	,316

Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indica que, el valor de significancia (sig) de la prueba es de 0.273 y es mayor al valor de significancia asumido de 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión no rechazamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que si existe igualdad de varianzas entre los diseños.

Ahora, una vez probado la normalidad de los datos, procederemos a la prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 31***Prueba de ANOVA de un factor para el Peso Unitario del concreto*

<b>ANOVA</b>					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4358,306	3	1452,769	108,344	,000
Dentro de grupos	107,270	8	13,409		
Total	4465,576	11			

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para no aceptar la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig de la prueba entre grupos o diseños es igual a 0.000 y es menor al valor de significancia asumido de 0.05, esto es, si existe diferencias significativas entre la media del peso unitario del diseño concreto patrón y al menos uno de los diseños experimentales, ahora debido a que si existe igualdad de varianzas, se aplicará la prueba paramétrica post hoc de Tukey para determinar cuál de los tratamientos o diseños experimentales es el que mejor efecto positivo tiene sobre el peso unitario del concreto.

**Tabla 32***Prueba de post hoc de Tukey para el Peso Unitario del concreto*

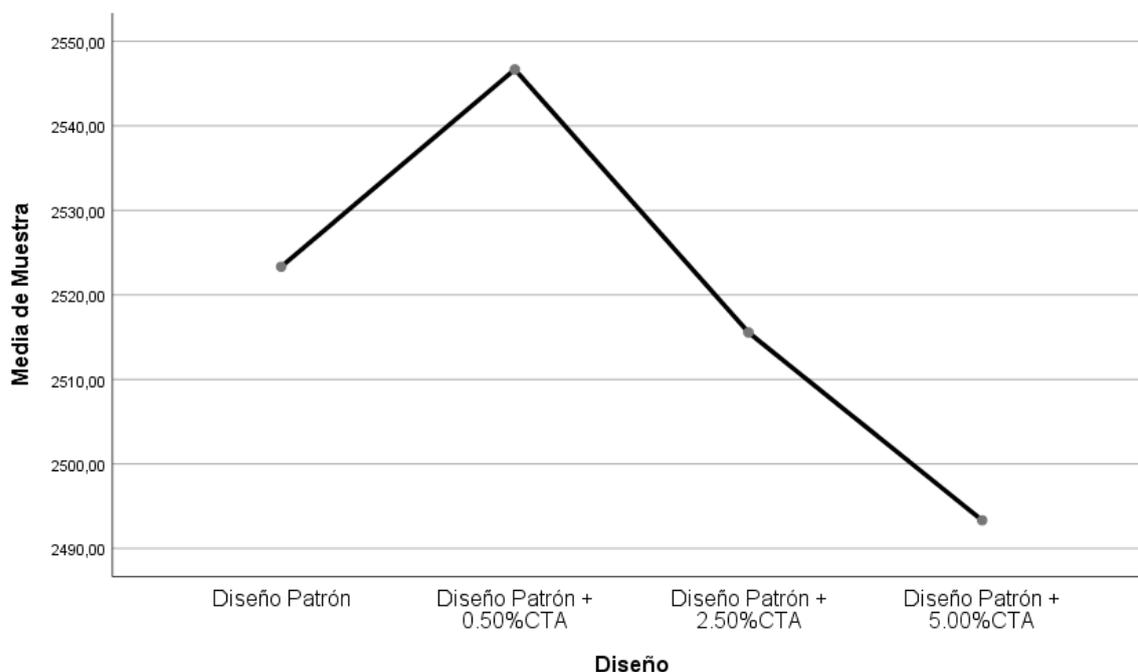
<b>Peso Unitario</b>				
HSD Tukey				
Diseño	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Diseño Patrón + 5.00%CTA	3	2493,3333		
Diseño Patrón + 2.50%CTA	3		2515,5567	
Diseño Patrón	3		2523,3333	
Diseño Patrón + 0.50%CTA	3			2546,6667
Sig.		1,000	,117	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**Figura 61**

*Gráfico de Medias del Peso Unitario del concreto*



De los resultados obtenidos en la prueba de Tukey y del gráfico de medias, podemos indicar según la regla de decisión que, aquellos valores que se encuentran en los mismos sub grupos, dichos diseños son homogéneos, esto es, no existen diferencias significativas entre sus medias, caso contrario pasa con los que se encuentran en diferentes sub grupos, de esta manera podemos observar que, la media del peso unitario del diseño Diseño Patrón + 5.00%CTA y Diseño Patrón + 0.50%CTA no son homogéneos con respecto al Diseño Patrón debido a que se encuentran en diferentes sub grupos, y son significativamente menor y mayor respectivamente, es así que el Diseño Patrón + 0.50%CTA es significativamente mayor que el Diseño Patrón y los otros diseños experimentales, por lo tanto, la incorporación de la ceniza de tallos de alfalfa con el Diseño Patrón + 0.50%CTA influye significativamente de forma positiva en el peso unitario del concreto convencional, sin embargo, el Diseño Patrón + 5.00%CTA influye significativamente de forma negativa en el peso unitario del concreto convencional en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

### **Planteamiento de la prueba de hipótesis específica 2.3**

**Hipótesis nula (Ho):** No influye la ceniza de tallos de alfalfa en el contenido de aire del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

$$\mu_{CA1} = \mu_{CA2} = \mu_{CA3} = \mu_{CA\_Patrón}$$

**Hipótesis alterna (Ha):** Influye la ceniza de tallos de alfalfa en el contenido de aire del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

Existe al menos un  $i/\mu_{CAi} \neq \mu_{CA\_Patrón}$

Donde:  $\mu_{CAi}$  es la media del contenido de aire del diseño  $i$ .

Donde:  $i = 1, 2$  y  $3$

Los diseños son los porcentajes de la ceniza de tallos de alfalfa (CTA).

### **Estadístico de prueba**

Dado que la variable respuesta del contenido de aire es cuantitativa y existe una variable independiente llamado factor que viene hacer la no adición y adición de ceniza de tallos de alfalfa con cuatro niveles de tipo categórica ordinal y lo que se quiere probar es sí existe un efecto significativo del factor sobre la variable respuesta, entonces estamos frente a un diseño de análisis de varianza de un factor llamado ANOVA, por consiguiente para probar las hipótesis se utilizará el análisis de varianza ANOVA de un factor y la prueba paramétrica de rango post hoc de Tukey para comparar cuál de los diseños es la que mejor efecto tiene en comparación con el diseño patrón.

### **Requisitos para el ANOVA**

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Chapiro Wilk y de Homocedasticidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron en el programa estadístico SPSS v.25.

En caso no se cumpla el supuesto de normalidad, se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

En caso no se pruebe la igualdad de varianzas se aplicaba la prueba no paramétrica T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey.

### Consideraciones de las pruebas

Para todas las pruebas se asumirá un valor de significancia de 0.05 y se aceptará la hipótesis nula si el valor de significancia de la prueba es mayor al valor de significancia asumido.

### Prueba de supuesto de Normalidad para el Contenido de aire

Planteamiento de la hipótesis:

**Ho:** Los datos provienen de una distribución normal.

**Ha:** Los datos no provienen de una distribución normal.

**Tabla 33**

*Prueba de normalidad del Contenido de aire del concreto*

Pruebas de normalidad							
Diseño	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Diseño Patrón	,175	3	.	1,000	3	1,000	
Diseño Patrón + 0.50%CTA	,253	3	.	,964	3	,637	
Muestra Diseño Patrón + 2.50%CTA	,175	3	.	1,000	3	1,000	
Diseño Patrón + 5.00%CTA	,175	3	.	1,000	3	1,000	

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, los valores de significancia (sig) que van desde 0.637 hasta 1.000 para todos los diseños, son mayores al valor de significancia asumido de 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que todos los datos para cada diseño siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

## Prueba del supuesto de Homogeneidad para el Contenido de aire

Planteamiento de la hipótesis:

**Ho:** Si existen igualdad de varianzas entre los grupos.

**Ha:** No existen igualdad de varianzas entre los grupos.

**Tabla 34**

*Prueba de homogeneidad de varianzas del Contenido de aire del concreto*

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
	Se basa en la media	,400	3	8	,757
	Se basa en la mediana	,167	3	8	,916
Muestra	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,167	3	6,000	,915
	Se basa en la media recortada	,384	3	8	,768

Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indica que, el valor de significancia (sig) de la prueba es de 0.757 y es mayor al valor de significancia asumido de 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión no rechazamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que si existe igualdad de varianzas entre los diseños.

Ahora, una vez probado la normalidad de los datos, procederemos a la prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 35**

*Prueba de ANOVA de un factor para el Contenido de aire del concreto*

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,220	3	,073	5,500	,024
Dentro de grupos	,107	8	,013		
Total	,327	11			

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para no aceptar la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig de la prueba entre grupos o diseños es igual a 0.024 y es menor al valor de significancia asumido de 0.05, esto es, si existe diferencias significativas entre la media del contenido de aire del diseño concreto patrón y al menos uno de los diseños experimentales, ahora debido a que si existe igualdad de varianzas, se aplicará la prueba paramétrica post hoc de Tukey para determinar cuál de los tratamientos o diseños experimentales es el que mejor efecto positivo tiene sobre el contenido de aire del concreto.

**Tabla 36**

*Prueba de post hoc de Tukey para el Contenido de aire del concreto*

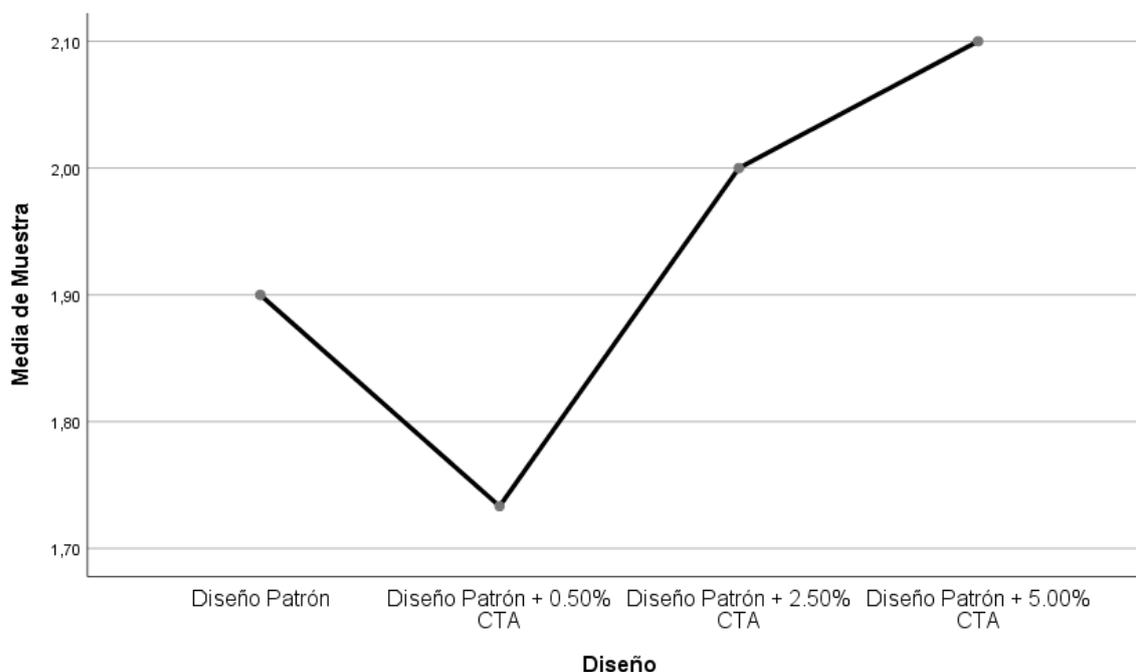
<b>Contenido de aire</b>			
HSD Tukey			
Diseño	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Diseño Patrón + 0.50%CTA	3	1,7333	
Diseño Patrón	3	1,9000	1,9000
Diseño Patrón + 2.50%CTA	3	2,0000	2,0000
Diseño Patrón + 5.00%CTA	3		2,1000
Sig.		,085	,225

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**Figura 62**

*Gráfico de Medias del Contenido de aire del concreto*



De los resultados obtenidos en la prueba de Tukey y del gráfico de medias, podemos indicar según la regla de decisión que, aquellos valores que se encuentran en los mismos sub grupos, dichos diseños son homogéneos, esto es, no existen diferencias significativas entre sus medias, caso contrario pasa con los que se encuentran en diferentes sub grupos, de esta manera podemos observar que, la media del contenido de aire de los diseños Diseño Patrón + 2.50%CTA y Diseño Patrón + 5.00%CTA son homogéneos respecto al Diseño Patrón y no son significativamente diferentes entre sus medias, debido a que se encuentran en los mismos sub grupos, sin embargo el Diseño Patrón + 0.50%CTA es significativamente diferente respecto al Diseño Patrón y a los otros diseños experimentales, por lo tanto, la incorporación de la ceniza de tallos de alfalfa con el Diseño Patrón + 0.50%CTA influye significativamente de forma positiva en el contenido de aire del concreto convencional, sin embargo, el Diseño Patrón + 2.50%CTA y el Diseño Patrón + 5.00%CTA no influyen significativamente en el contenido de aire del concreto convencional en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

### Objetivo específico 3

Determinar la influencia de la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades mecánicas del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

#### Planteamiento de la prueba de hipótesis específica 3.1

**Hipótesis nula (Ho):** No influye la ceniza de tallos de alfalfa en la resistencia a la compresión del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

$$\mu_{RC1} = \mu_{RC2} = \mu_{RC3} = \mu_{RC\_Patrón}$$

**Hipótesis alterna (Ha):** Influye la ceniza de tallos de alfalfa en la resistencia a la compresión del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

Existe al menos un  $i/\mu_{RCi} \neq \mu_{RC\_Patrón}$

Donde:  $\mu_{RCi}$  es la media de la resistencia a la compresión del diseño  $i$ .

Donde:  $i = 1, 2$  y  $3$

Los diseños son los porcentajes de la ceniza de tallos de alfalfa (CTA).

#### Estadístico de prueba

Dado que la variable respuesta de la resistencia a la compresión es cuantitativa y existe una variable independiente llamado factor que viene hacer la no adición y adición de ceniza de tallos de alfalfa con cuatro niveles de tipo categórica ordinal y lo que se quiere probar es sí existe un efecto significativo del factor sobre la variable respuesta, entonces estamos frente a un diseño de análisis de varianza de un factor llamado ANOVA, por consiguiente para probar las hipótesis se utilizará el análisis de varianza ANOVA de un factor y la prueba paramétrica de rango post hoc de Tukey para comparar cuál de los diseños es la que mejor efecto tiene en comparación con el diseño patrón.

#### Requisitos para el ANOVA

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Chapiro Wilk y de Homocedasticidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron en el programa estadístico SPSS v.25.

En caso no se cumpla el supuesto de normalidad, se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

En caso no se pruebe la igualdad de varianzas se aplicaba la prueba no paramétrica T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey.

### Consideraciones de las pruebas

Para todas las pruebas se asumirá un valor de significancia de 0.05 y se aceptará la hipótesis nula si el valor de significancia de la prueba es mayor al valor de significancia asumido.

### Prueba de supuesto de Normalidad para la Resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días

Planteamiento de la hipótesis:

**Ho:** Los datos provienen de una distribución normal.

**Ha:** Los datos no provienen de una distribución normal.

#### Tabla 37

*Prueba de normalidad para la Resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días del concreto*

Pruebas de normalidad							
Diseño	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Diseño Patrón	,326	3	.	,874	3	,306	
Diseño Patrón + Resistencia 0.50%CTA	,267	3	.	,951	3	,575	
Diseño Patrón + Compresión 7 días 2.50%CTA	,290	3	.	,926	3	,473	
Diseño Patrón + 5.00%CTA	,212	3	.	,990	3	,809	
Diseño Patrón	,275	3	.	,943	3	,539	

Resistencia Compresión 14 días	Diseño Patrón + 0.50%CTA	,381	3	.	,759	3	,200
	Diseño Patrón + 2.50%CTA	,212	3	.	,990	3	,810
	Diseño Patrón + 5.00%CTA	,211	3	.	,990	3	,814
Resistencia Compresión 28 días	Diseño Patrón	,347	3	.	,835	3	,201
	Diseño Patrón + 0.50%CTA	,195	3	.	,996	3	,884
	Diseño Patrón + 2.50%CTA	,356	3	.	,816	3	,154
	Diseño Patrón + 5.00%CTA	,200	3	.	,995	3	,862

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, los valores de significancia (sig) que van desde 0.154 hasta 0.884 para todos los diseños según días de curado, son mayores al valor de significancia asumido de 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que todos los datos para cada diseño para las edades de 7, 14 y 28 días de curado siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

**Prueba del supuesto de Homogeneidad para la Resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días**

Planteamiento de la hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** Si existen igualdad de varianzas entre los grupos.

**H<sub>a</sub>:** No existen igualdad de varianzas entre los grupos.

**Tabla 38**

*Prueba de homogeneidad de varianzas de la Resistencia a la compresión del concreto a 7, 14 y 28 días*

<b>Prueba de homogeneidad de varianzas</b>					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia Compresión 7 días	Se basa en la media	3,539	3	8	,068
	Se basa en la mediana	1,040	3	8	,426
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,040	3	3,467	,476
	Se basa en la media recortada	3,287	3	8	,079
Resistencia Compresión 14 días	Se basa en la media	1,823	3	8	,221
	Se basa en la mediana	,243	3	8	,864
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,243	3	3,475	,862
	Se basa en la media recortada	1,618	3	8	,260
Resistencia Compresión 28 días	Se basa en la media	3,916	3	8	,054
	Se basa en la mediana	,588	3	8	,640
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,588	3	2,852	,665
	Se basa en la media recortada	3,476	3	8	,071

Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indica que, para las edades de 7, 14 y 28 días de curado, los valores de significancia (sig) de la prueba son de 0.068, 0.221 y 0.054 respectivamente y son mayores al valor de significancia asumido de 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión no rechazamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que si existe igualdad de varianzas entre los diseños para cada edad de curado.

Ahora, una vez probado la normalidad de los datos, procederemos a la prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 39**

*Prueba de ANOVA de un factor para de la Resistencia a la compresión del concreto a 7, 14 y 28 días*

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Resistencia Compresión 7 días	Entre grupos	18979,831	3	6326,610	18,235	,001
	Dentro de grupos	2775,578	8	346,947		
	Total	21755,409	11			
Resistencia Compresión 14 días	Entre grupos	3104,155	3	1034,718	5,789	,021
	Dentro de grupos	1429,964	8	178,745		
	Total	4534,119	11			
Resistencia Compresión 28 días	Entre grupos	5668,438	3	1889,479	8,931	,006
	Dentro de grupos	1692,556	8	211,569		
	Total	7360,994	11			

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para no aceptar la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig de la prueba entre grupos o diseños para las edades de 7,14 y 28 días son igual a 0.001, 0.021 y 0.006 respectivamente y son menores al valor de significancia asumido de 0.05, esto es, si existe diferencias significativas entre las medias de la resistencia a compresión del diseño concreto patrón y al menos uno de los diseños experimentales, ahora debido a que si existe igualdad de varianzas, se aplicará la prueba paramétrica post hoc de Tukey para determinar cuál de los tratamientos o diseños experimentales es el que mejor efecto positivo tiene sobre la resistencia a compresión del concreto.

**Tabla 40**

*Prueba de post hoc de Tukey para la Resistencia a la compresión del concreto a 7 días de curado*

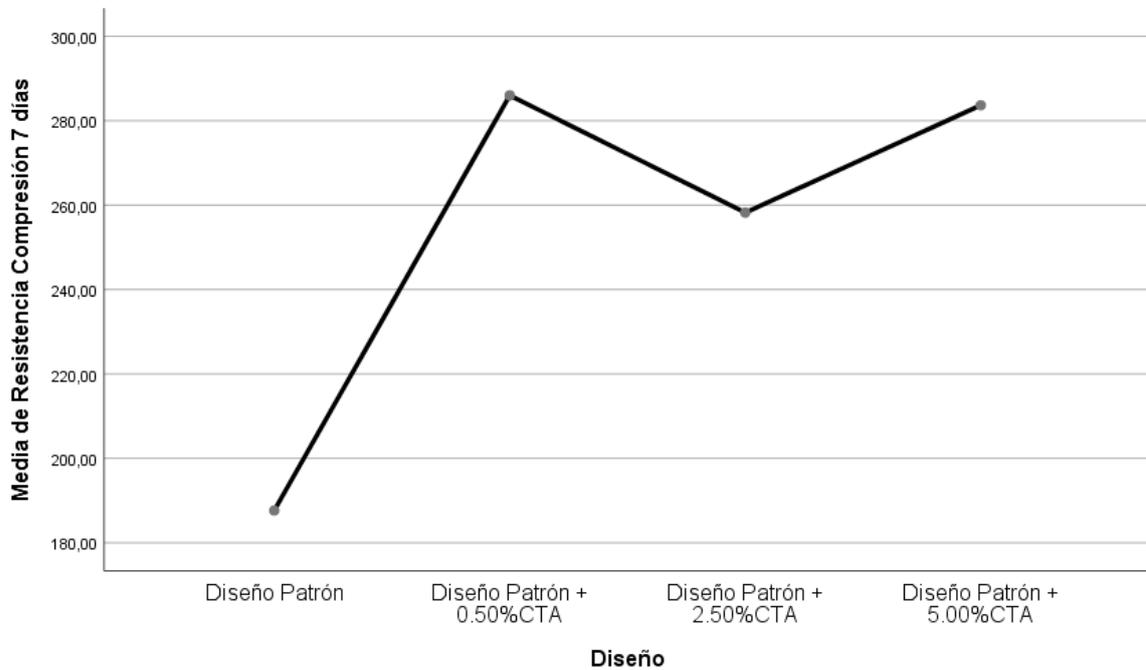
<b>Resistencia Compresión 7 días</b>			
HSD Tukey			
Diseño	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Diseño Patrón	3	187,6267	
Diseño Patrón + 2.50%CTA	3		258,2133
Diseño Patrón + 5.00%CTA	3		283,6600
Diseño Patrón + 0.50%CTA	3		285,9967
Sig.		1,000	,329

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**Figura 63**

*Gráfico de Medias de la Resistencia a la compresión del concreto a 7 días de curado*



De los resultados obtenidos en la prueba de Tukey y del gráfico de medias, podemos indicar según la regla de decisión que, aquellos valores que se encuentran en los mismos sub grupos, dichos diseños son homogéneos, esto es, no existen diferencias significativas entre sus medias, caso contrario pasa con los que se encuentran en diferentes sub grupos, de esta manera podemos observar que, las medias de la resistencia a compresión de todos los diseños son mayores que el Diseño Patrón y tienen diferencias significativas, debido a que se encuentran en diferentes sub grupos, sin embargo, el Diseño Patrón + 0.50%CTA es significativamente mayor que los otros diseños experimentales y del mismo Diseño Patrón, por lo tanto, el Diseño Patrón + 0.50%CTA es el diseño experimental que más influye significativamente en la resistencia compresión del concreto convencional a los 7 días de curado en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

**Tabla 41**

*Prueba de post hoc de Tukey para la Resistencia a la compresión del concreto a 14 días de curado*

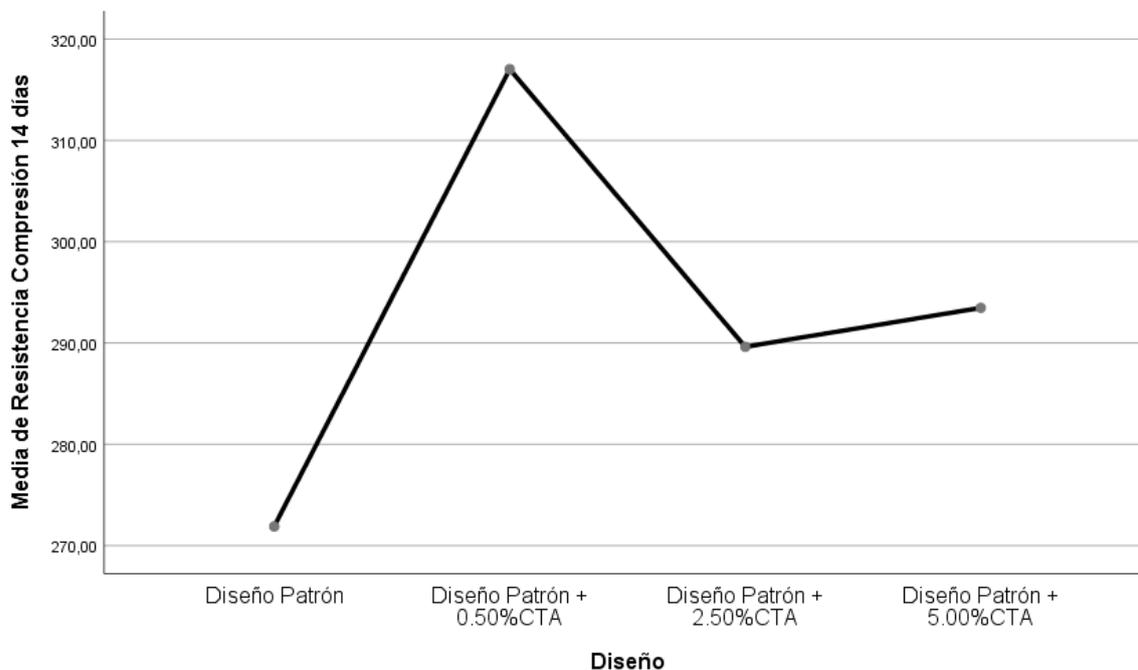
<b>Resistencia Compresión 14 días</b>			
HSD Tukey			
Diseño	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Diseño Patrón	3	271,8867	
Diseño Patrón + 2.50%CTA	3	289,6167	289,6167
Diseño Patrón + 5.00%CTA	3	293,4667	293,4667
Diseño Patrón + 0.50%CTA	3		317,0267
Sig.		,272	,132

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**Figura 64**

*Gráfico de Medias de la Resistencia a la compresión del concreto a 14 días de curado*



De los resultados obtenidos en la prueba de Tukey y del gráfico de medias, podemos indicar según la regla de decisión que, aquellos valores que se encuentran en los mismos sub grupos, dichos diseños son homogéneos, esto es, no existen diferencias significativas entre sus medias, caso contrario pasa con los que se encuentran en diferentes sub grupos, de esta manera podemos observar que, las medias de la resistencia a compresión de los diseños Diseño Patrón + 2.50%CTA y Diseño Patrón + 5.00%CTA son homogéneos respecto al Diseño Patrón y no son significativamente diferentes, sin embargo, el Diseño Patrón + 0.50%CTA no es homogéneo y es significativamente diferente respecto al Diseño Patrón debido a que se encuentran en diferentes sub grupos y mayor a los demás diseños experimentales, por lo tanto, el Diseño Patrón + 0.50%CTA es el diseño experimental que más influye significativamente en la resistencia compresión del concreto convencional a los 14 días de curado en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

**Tabla 42**

*Prueba de post hoc de Tukey para la Resistencia a la compresión del concreto a 28 días de curado*

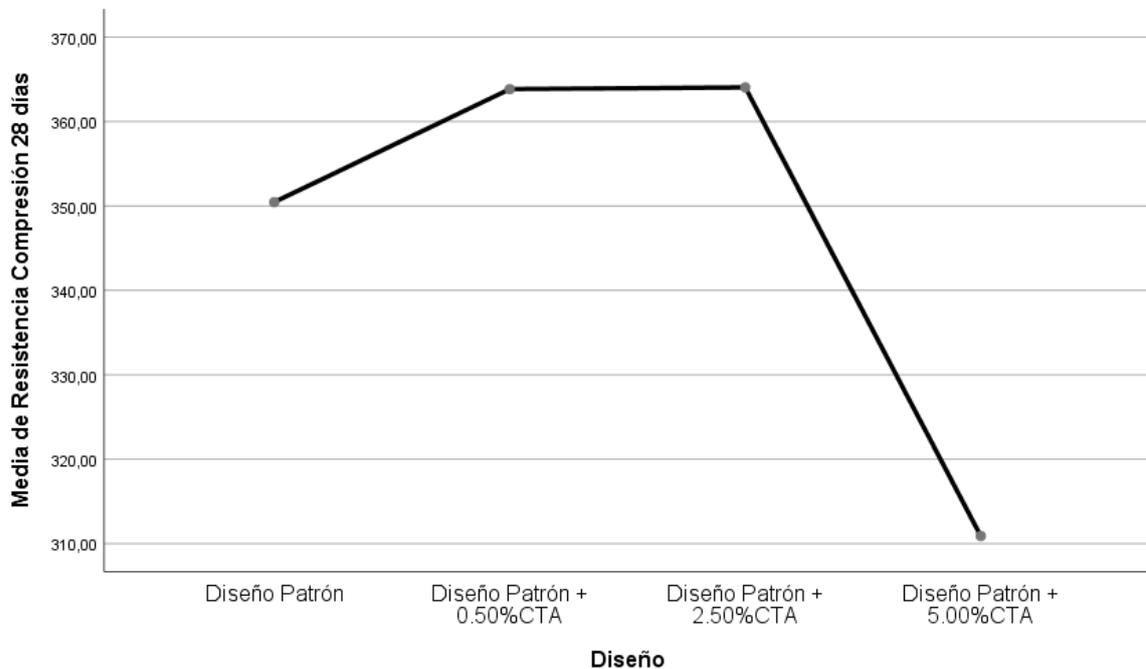
<b>Resistencia Compresión 28 días</b>			
HSD Tukey			
Diseño	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Diseño Patrón + 5.00%CTA	3	310,8967	
Diseño Patrón	3		350,4500
Diseño Patrón + 0.50%CTA	3		363,8467
Diseño Patrón + 2.50%CTA	3		364,0500
Sig.		1,000	,674

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**Figura 65**

*Gráfico de Medias de la Resistencia a la compresión del concreto a 28 días de curado*



De los resultados obtenidos en la prueba de Tukey y del gráfico de medias, podemos indicar según la regla de decisión que, aquellos valores que se encuentran en los mismos sub grupos, dichos diseños son homogéneos, esto es, no existen diferencias significativas entre sus medias, caso contrario pasa con los que se encuentran en diferentes sub grupos, de esta manera podemos observar que, la media de la resistencia a compresión del Diseño Patrón + 0.50%CTA y Diseño Patrón + 2.50%CTA son homogéneos respecto al Diseño Patrón y no son significativamente diferentes, pero el Diseño Patrón + 5.00%CTA es significativamente diferente menor al Diseño Patrón, siendo así que, la media del Diseño Patrón + 2.50%CTA es ligeramente mayor que el Diseño Patrón + 0.50%CTA, y ambas, mayor que el Diseño Patrón, por lo tanto, el Diseño Patrón + 5.00%CTA es el diseño experimental que influye significativamente y de forma negativa en la resistencia a compresión del concreto convencional a los 28 días de curado en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022. Asimismo, el Diseño Patrón + 0.50%CTA y Diseño Patrón + 2.50%CTA no son significativamente mayores que la media del Diseño Patrón.

### **Planteamiento de la prueba de hipótesis específica 3.2**

**Hipótesis nula (Ho):** No influye la ceniza de tallos de alfalfa en la resistencia a tracción del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

$$\mu_{RT1} = \mu_{RT2} = \mu_{RT3} = \mu_{RT\_Patrón}$$

**Hipótesis alterna (Ha):** Influye la ceniza de tallos de alfalfa en la resistencia a tracción del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

Existe al menos un  $i/\mu_{RTi} \neq \mu_{RT\_Patrón}$

Donde:  $\mu_{RTi}$  es la media de la resistencia a tracción del diseño  $i$ .

Donde:  $i = 1, 2$  y  $3$

Los diseños son los porcentajes de la ceniza de tallos de alfalfa (CTA).

### **Estadístico de prueba**

Dado que la variable respuesta de la resistencia a tracción es cuantitativa y existe una variable independiente llamado factor que viene hacer la no adición y adición de ceniza de tallos de alfalfa con cuatro niveles de tipo categórica ordinal y lo que se quiere probar es sí existe un efecto significativo del factor sobre la variable respuesta, entonces estamos frente a un diseño de análisis de varianza de un factor llamado ANOVA, por consiguiente para probar las hipótesis se utilizará el análisis de varianza ANOVA de un factor y la prueba paramétrica de rango post hoc de Tukey para comparar cuál de los diseños es la que mejor efecto tiene en comparación con el diseño patrón.

### **Requisitos para el ANOVA**

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Chapiro Wilk y de Homocedasticidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron en el programa estadístico SPSS v.25.

En caso no se cumpla el supuesto de normalidad, se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

En caso no se pruebe la igualdad de varianzas se aplicará la prueba no paramétrica T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey.

### **Consideraciones de las pruebas**

Para todas las pruebas se asumirá un valor de significancia de 0.05 y se aceptará la hipótesis nula si el valor de significancia de la prueba es mayor al valor de significancia asumido.

### **Prueba de supuesto de Normalidad para la Resistencia a tracción a 7, 14 y 28 días**

Planteamiento de la hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** Los datos provienen de una distribución normal.

**H<sub>a</sub>:** Los datos no provienen de una distribución normal.

**Tabla 43***Prueba de normalidad para la Resistencia a tracción a 7, 14 y 28 días del concreto*

Pruebas de normalidad							
	Diseño	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	Diseño Patrón	,371	3	.	,784	3	,076
Resistencia	Diseño Patrón	,260	3	.	,958	3	,607
	+ 0.50%CTA						
Tracción 7 días	Diseño Patrón	,324	3	.	,878	3	,317
	+ 2.50%CTA						
	Diseño Patrón	,199	3	.	,995	3	,865
	+ 5.00%CTA						
	Diseño Patrón	,274	3	.	,944	3	,545
	Diseño Patrón	,243	3	.	,972	3	,681
Resistencia	+ 0.50%CTA						
Tracción 14 días	Diseño Patrón	,183	3	.	,999	3	,933
	+ 2.50%CTA						
	Diseño Patrón	,196	3	.	,996	3	,878
	+ 5.00%CTA						
	Diseño Patrón	,224	3	.	,984	3	,759
	Diseño Patrón	,319	3	.	,885	3	,339
Resistencia	+ 0.50%CTA						
Tracción 28 días	Diseño Patrón	,241	3	.	,974	3	,691
	+ 2.50%CTA						
	Diseño Patrón	,203	3	.	,994	3	,848
	+ 5.00%CTA						

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, los valores de significancia (sig) que van desde 0.076 hasta 0.933 para todos los diseños según días de curado, son mayores al valor de significancia asumido de 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que todos

los datos para cada diseño para las edades de 7, 14 y 28 días de curado siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

**Prueba del supuesto de Homogeneidad para la Resistencia a tracción a 7, 14 y 28 días**

Planteamiento de la hipótesis:

**Ho:** Si existen igualdad de varianzas entre los grupos.

**Ha:** No existen igualdad de varianzas entre los grupos.

**Tabla 44**

*Prueba de homogeneidad de varianzas de la Resistencia a tracción del concreto a 7, 14 y 28 días*

<b>Prueba de homogeneidad de varianzas</b>					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia Tracción 7 días	Se basa en la media	2,649	3	8	,120
	Se basa en la mediana	,976	3	8	,451
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,976	3	4,776	,476
Resistencia Tracción 14 días	Se basa en la media recortada	2,511	3	8	,132
	Se basa en la media	,636	3	8	,612
	Se basa en la mediana	,444	3	8	,728
Resistencia Tracción 28 días	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,444	3	6,148	,730
	Se basa en la media recortada	,624	3	8	,619
	Se basa en la media	,646	3	8	,607
Resistencia Tracción 28 días	Se basa en la mediana	,398	3	8	,758
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,398	3	6,467	,759
	Se basa en la media recortada	,629	3	8	,616

Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indica que, para las edades de 7, 14 y 28 días de curado, los valores de significancia (sig) de la prueba son de 0.120, 0.612 y 0.607 respectivamente y son mayores al valor de significancia asumido de 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión no rechazamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que si existe igualdad de varianzas entre los diseños para cada edad de curado.

Ahora, una vez probado la normalidad de los datos, procederemos a la prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 45**

*Prueba de ANOVA de un factor para de la Resistencia a tracción del concreto a 7, 14 y 28 días*

<b>ANOVA</b>						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Resistencia	Entre grupos	24,851	3	8,284	2,678	,118
Tracción 7 días	Dentro de grupos	24,743	8	3,093		
	Total	49,594	11			
Resistencia	Entre grupos	18,892	3	6,297	61,393	,000
Tracción 14 días	Dentro de grupos	,821	8	,103		
	Total	19,713	11			
Resistencia	Entre grupos	28,209	3	9,403	105,513	,000
Tracción 28 días	Dentro de grupos	,713	8	,089		
	Total	28,922	11			

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para no aceptar la hipótesis del investigador para las edades de 14 y 28 días, debido a que el valor sig de la prueba entre grupos o diseños son iguales a 0.000 y 000 respectivamente y son menores al valor de significancia asumido de 0.05, esto es, si existe diferencias significativas entre las medias de las resistencias a tracción entre el diseño concreto patrón y al menos uno de los

diseños experimentales, sin embargo para la edad de 7 días no resultó significativo ya que el valor sig de la prueba de 0.118 es mayor al valor de significancia del 0.05, quiere decir que para la edad de 7 días no se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que, a pesar de que la media de la resistencia a tracción a los 7 días de curado al añadir el 0.50%CTA es mayor que todos los diseños, no mejora significativamente la resistencia a tracción del concreto patrón o Diseño Patrón.

Ahora debido a que, si existe igualdad de varianzas, se aplicará la prueba paramétrica post hoc de Tukey para las edades de 14 y 28 días para determinar cuál de los tratamientos o diseños experimentales es el que mejor efecto positivo tiene sobre la resistencia a tracción del concreto.

**Tabla 46**

*Prueba de post hoc de Tukey para la Resistencia a tracción del concreto a 7 días de curado*

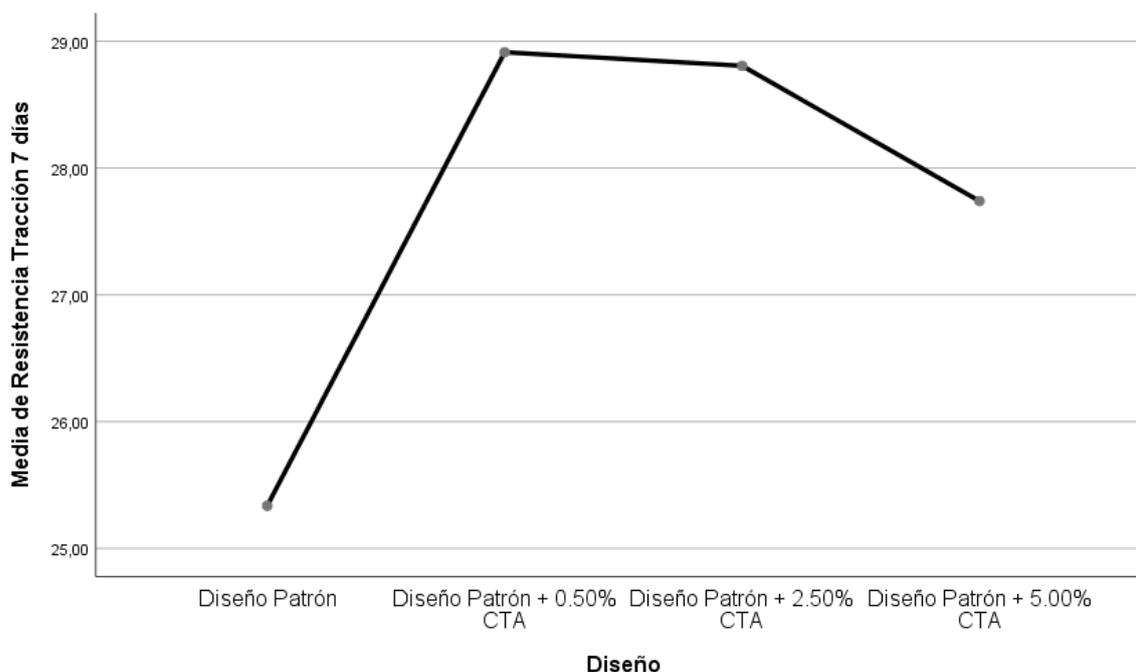
<b>Resistencia Tracción 7 días</b>		
HSD Tukey		
	N	Subconjunto para alfa = 0.05
Diseño		1
Diseño Patrón	3	25,3367
Diseño Patrón + 5.00%CTA	3	27,7400
Diseño Patrón + 2.50%CTA	3	28,8067
Diseño Patrón + 0.50%CTA	3	28,9133
Sig.		,136

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**Figura 66**

*Gráfico de Medias de la Resistencia a la compresión del concreto a 7 días de curado*



De los resultados obtenidos en la prueba de Tukey y del gráfico de medias, podemos observar que, la media de la resistencia a tracción de los diseños Diseño Patrón + 0.50%, 2.50% y 5.00%CTA no son significativamente mayores que la media del Diseño Patrón, debido a que todos se encuentran en el mismo sub grupo con un valor sig de 0.118 y mayor a 0.05.

**Tabla 47**

*Prueba de post hoc de Tukey para la Resistencia a tracción del concreto a 14 días de curado*

Resistencia Tracción 14 días					
HSD Tukey					
Diseño	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Diseño Patrón	3	28,0133			
Diseño Patrón + 0.50%CTA	3		28,8967		

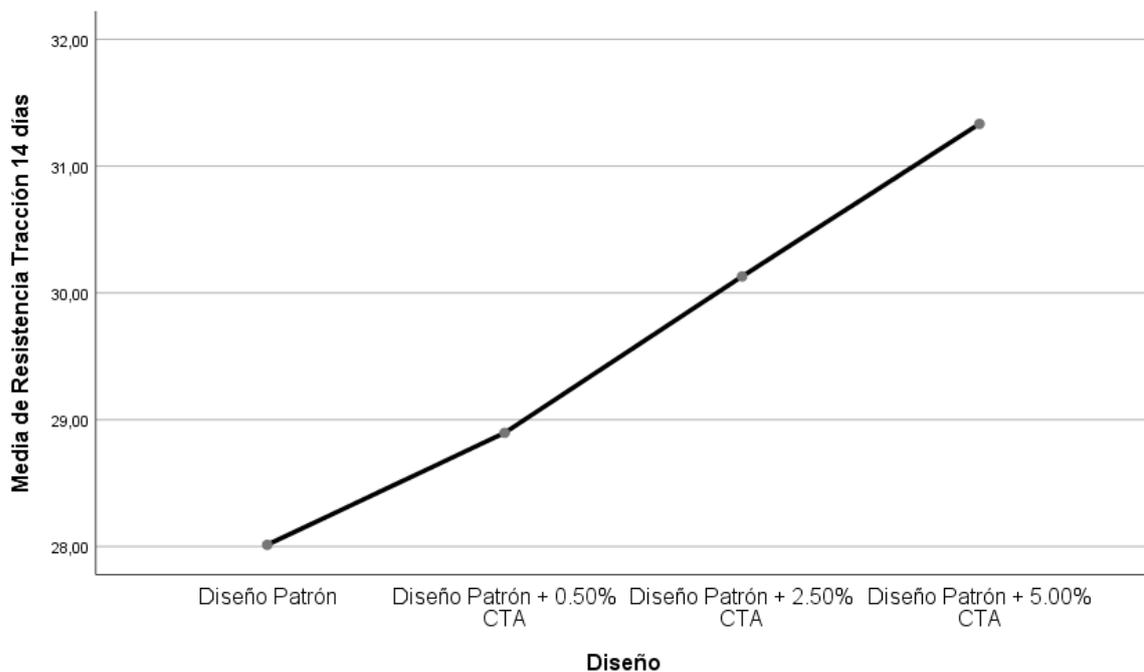
Diseño Patrón + 2.50%CTA	3			30,1300
Diseño Patrón + 5.00%CTA	3			31,3333
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**Figura 67**

*Gráfico de Medias de la Resistencia a tracción del concreto a 14 días de curado*



De los resultados obtenidos en la prueba de Tukey y del gráfico de medias, podemos indicar según la regla de decisión que, aquellos valores que se encuentran en los mismos sub grupos, dichos diseños son homogéneos, esto es, no existen diferencias significativas entre sus medias, caso contrario pasa con los que se encuentran en diferentes sub grupos, de esta manera podemos observar que, las medias de la resistencia a tracción de todos los diseños son mayores que el Diseño Patrón, debido a que se encuentran en diferentes sub grupos, sin embargo el Diseño Patrón + 5.00%CTA es significativamente mayor que los otros diseños experimentales y del mismo Diseño Patrón, por lo tanto, el Diseño Patrón + 5.00%CTA es el diseño experimental que más influye significativamente en la

resistencia a tracción del concreto convencional a los 14 días de curado en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

**Tabla 48**

*Prueba de post hoc de Tukey para la Resistencia a tracción del concreto a 28 días de curado*

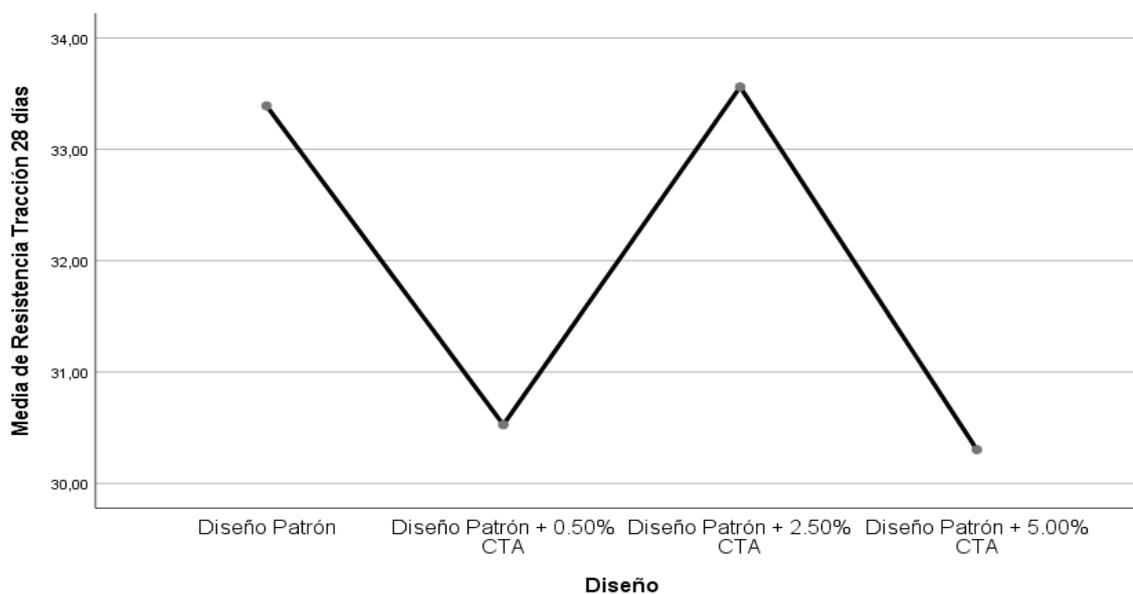
<b>Resistencia Tracción 28 días</b>			
HSD Tukey			
Diseño	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Diseño Patrón + 5.00%CTA	3	30,3033	
Diseño Patrón + 0.50%CTA	3	30,5267	
Diseño Patrón	3		33,3900
Diseño Patrón + 2.50%CTA	3		33,5600
Sig.		,797	,895

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**Figura 68**

*Gráfico de Medias de la Resistencia a tracción del concreto a 28 días de curado*



De los resultados obtenidos en la prueba de Tukey y del gráfico de medias, podemos indicar según la regla de decisión que, aquellos valores que se

encuentran en los mismos sub grupos, dichos diseños son homogéneos, esto es, no existen diferencias significativas entre sus medias, caso contrario pasa con los que se encuentran en diferentes sub grupos, de esta manera podemos observar que, la media de la resistencia a tracción del Diseño Patrón + 5.00%CTA y Diseño Patrón + 0.50%CTA no son homogéneos respecto al Diseño Patrón, y son significativamente diferentes, siendo así que, la media del Diseño Patrón + 2.50%CTA es ligeramente mayor que el Diseño Patrón, y por ende de los demás diseños, por lo tanto, el Diseño Patrón + 5.00%CTA y Diseño Patrón + 0.50%CTA son los diseños que influyen en la resistencia a tracción de forma negativa del concreto convencional a los 28 días de curado en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022. Asimismo, el Diseño Patrón + 2.50%CTA no es significativamente mayor que la media del Diseño Patrón.

### **Planteamiento de la prueba de hipótesis específica 3.3**

**Hipótesis nula (Ho):** No influye la ceniza de tallos de alfalfa en la resistencia a flexión del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

$$\mu_{RF1} = \mu_{RF2} = \mu_{RF3} = \mu_{RF\_Patrón}$$

**Hipótesis alterna (Ha):** Influye la ceniza de tallos de alfalfa en la resistencia a flexión del concreto convencional, con adición en proporción del 0.50%, 2.50% y 5.00% del cemento en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022.

Existe al menos un  $i/\mu_{RFi} \neq \mu_{RF\_Patrón}$

Donde:  $\mu_{RFi}$  es la media de la resistencia a flexión del diseño  $i$ .

Donde:  $i = 1, 2$  y  $3$

Los diseños son los porcentajes de la ceniza de tallos de alfalfa (CTA).

### **Estadístico de prueba**

Dado que la variable respuesta de la resistencia a flexión es cuantitativa y existe una variable independiente llamado factor que viene hacer la no adición y adición de ceniza de tallos de alfalfa con cuatro niveles de tipo categórica ordinal y lo que se quiere probar es sí existe un efecto significativo del factor sobre la variable respuesta, entonces estamos frente a un diseño de análisis de varianza de un factor

llamado ANOVA, por consiguiente para probar las hipótesis se utilizará el análisis de varianza ANOVA de un factor y la prueba paramétrica de rango post hoc de Tukey para comparar cuál de los diseños es la que mejor efecto tiene en comparación con el diseño patrón.

### **Requisitos para el ANOVA**

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Chapiro Wilk y de Homocedasticidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron en el programa estadístico SPSS v.25.

En caso no se cumpla el supuesto de normalidad, se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

En caso no se pruebe la igualdad de varianzas se aplicará la prueba no paramétrica T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey.

### **Consideraciones de las pruebas**

Para todas las pruebas se asumirá un valor de significancia de 0.05 y se aceptará la hipótesis nula si el valor de significancia de la prueba es mayor al valor de significancia asumido.

### **Prueba de supuesto de Normalidad para la Resistencia a flexión a 28 días**

Planteamiento de la hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** Los datos provienen de una distribución normal.

**H<sub>a</sub>:** Los datos no provienen de una distribución normal.

**Tabla 49***Prueba de normalidad para la Resistencia a flexión a 28 días del concreto*

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Diseño	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia Flexión 28 días	Diseño Patrón	,244	3	.	,971	3	,675
	Diseño Patrón + 0.50%CTA	,322	3	.	,880	3	,323
	Diseño Patrón + 2.50%CTA	,193	3	.	,997	3	,890
	Diseño Patrón + 5.00%CTA	,328	3	.	,871	3	,298

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, los valores de significancia (sig) que van desde 0.298 hasta 0.890 para todos los diseños a 28 días de curado, son mayores al valor de significancia asumido de 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que todos los datos para el diseño para la edad de 28 días de curado siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

#### **Prueba del supuesto de Homogeneidad para la Resistencia a flexión a 28 días**

Planteamiento de la hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** Si existen igualdad de varianzas entre los grupos.

**H<sub>a</sub>:** No existen igualdad de varianzas entre los grupos.

**Tabla 50**

*Prueba de homogeneidad de varianzas de la Resistencia a flexión del concreto a 28 días*

<b>Prueba de homogeneidad de varianzas</b>					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia Flexión 28 días	Se basa en la media	7,966	3	8	,090
	Se basa en la mediana	1,166	3	8	,381
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,166	3	2,261	,479
	Se basa en la media recortada	6,970	3	8	,130

Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indica que, para la edad de 28 días de curado, el valor de significancia (sig) de la prueba es de 0.090 y es mayor al valor de significancia asumido de 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión no rechazamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que si existe igualdad de varianzas entre los diseños.

Ahora, una vez probado la normalidad de los datos, procederemos a la prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 51**

*Prueba de ANOVA de un factor para de la Resistencia a flexión del concreto a 28 días*

<b>ANOVA</b>					
Resistencia Flexión 28 días					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4,560	3	1,520	8,069	,008

Dentro de grupos	1,507	8	,188
Total	6,067	11	

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para no aceptar la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig de la prueba entre grupos o diseños es igual a 0.008 y es menor al valor de significancia asumido de 0.05, esto es, si existe diferencias significativas entre la media de la resistencia a flexión del diseño concreto patrón y al menos uno de los diseños experimentales, ahora debido a que si existe igualdad de varianzas, se aplicará la prueba paramétrica post hoc de Tukey para determinar cuál de los tratamientos o diseños experimentales es el que mejor efecto positivo tiene sobre la resistencia a flexión del concreto.

**Tabla 52**

*Prueba de post hoc de Tukey para la Resistencia a flexión del concreto a 28 días de curado*

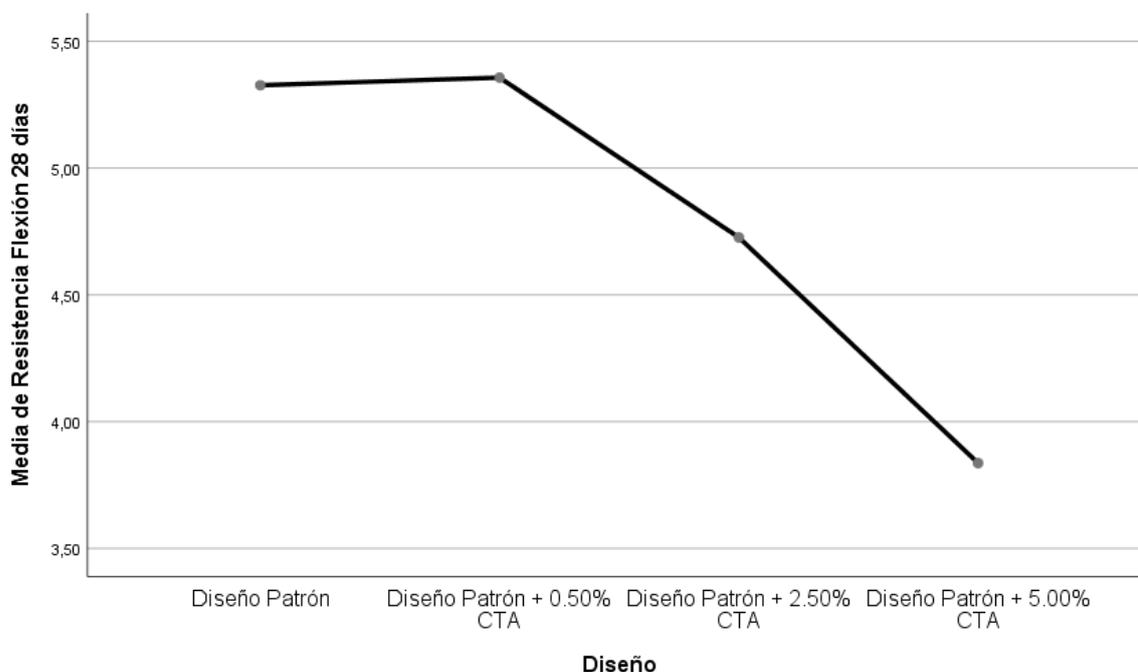
<b>Resistencia Flexión 28 días</b>			
HSD Tukey			
Diseño	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Diseño Patrón + 5.00%CTA	3	3,8367	
Diseño Patrón + 2.50%CTA	3	4,7267	4,7267
Diseño Patrón	3		5,3267
Diseño Patrón + 0.50%CTA	3		5,3567
Sig.		,132	,349

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**Figura 69**

*Gráfico de Medias de la Resistencia a flexión del concreto a 28 días de curado*



De los resultados obtenidos en la prueba de Tukey y del gráfico de medias, podemos indicar según la regla de decisión que, aquellos valores que se encuentran en los mismos sub grupos, dichos diseños son homogéneos, esto es, no existen diferencias significativas entre sus medias, caso contrario pasa con los que se encuentran en diferentes sub grupos, de esta manera podemos observar que, las medias de la resistencia a flexión del Diseño Patrón es significativamente mayor a los diseños Diseño Patrón + 5.00%CTA y Diseño Patrón + 2.50%CTA debido a que se encuentran en diferentes sub grupos, sin embargo con el Diseño Patrón + 0.50%CTA son homogéneos y no existe diferencias significativas, pero ésta es mayor al Diseño Patrón, por lo tanto, el Diseño Patrón + 5.00%CTA y Diseño Patrón + 2.50%CTA influyen significativamente de forma negativa en la resistencia a flexión del concreto convencional a los 28 días de curado en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022. Asimismo, el Diseño Patrón + 0.50%CTA no es significativamente mayor que la media del Diseño Patrón.

## Anexo 4. Ensayos

### 4.1 Activación térmica de la ceniza de tallos de alfalfa



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“Santiago Antúnez de Mayolo”**  
**“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN**  
Telefax. 043-426588 - 106  
**HUARAZ – REGIÓN ANCASH**



### RESULTADOS DE INSENERACIÓN (CENIZA) DE TALLOS DE ALFALFA

**PROYECTO** : “Influencia de la Adición de la Ceniza de Tallos de Alfalfa en las Propiedades Físicas- Mecánicas del Concreto Convencional en la Ciudad de Huaraz, Ancash, 2022”

**TESISTA** : Bach. Rosales Cueva Juan Carlos

**MUESTRA** : Tallos de alfalfa

**LUGAR DE MUESTREO**: Barrio Huanlla, Jangas - Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN**: 24-10-22

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS**: 24- 10-22

**FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS**: 28 -10-22

Muestra	Cantidad Kg.
Ceniza de tallos de alfalfa	15.00

#### ENSAYOS

1.- Determinación de Ceniza

#### OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

#### CONCLUSIONES

- Se ha obtenido ceniza propiamente dicha en el Horno Mufla a una temperatura de 600 °C por 1.5 horas en promedio.

Huaraz, 28 de octubre del 2022.



*[Firma]*  
M.Sc. Gerardo Castillo Tomaro  
JEFE DEL LABORATORIO DE ANALISIS  
DE SUELOS Y AGUAS

## 4.2 Determinación de Ca (Calcio) en la ceniza de tallos de alfalfa



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“Santiago Antúnez de Mayolo”**  
**“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN**  
Telefax. 043-426588 - 106  
**HUARAZ – REGIÓN ANCASH**



### **RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE Ca EN (CENIZA) DE TALLOS DE ALFALFA**

**PROYECTO** : “Influencia de la Adición de la Ceniza de Tallos de Alfalfa en las Propiedades Físicas- Mecánicas del Concreto Convencional en la Ciudad de Huaraz, Ancash, 2022”

**TESISTA** : Bach. Rosales Cueva Juan Carlos

**MUESTRA** : Tallos de alfalfa

**LUGAR DE MUESTREO**: Barrio Huanlla - Jangas - Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN**: 28-10-22

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS**: 31-10-22

**FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS**: 31-10-22

Muestra	Resultado Ca. %
Ceniza de tallos de alfalfa	1.35

#### **ENSAYOS**

1.- Determinación del contenido de calcio

#### **OBSERVACIONES:**

- La muestra es tomado de la ceniza insenarada.
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

#### **CONCLUSIONES**

- Se ha obtenido el resultado de determinación de Calcio en la lectura de Absorción Atómica, extraído con Acetato de Amonio 1 Normal.

Huaraz, 31 de octubre del 2022.



*[Handwritten signature]*  
JEFE DEL LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS

### 4.3 Diseño de Mezcla



#### DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO ACI 211

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LA CENIZA DE TALLOS DE ALFALFA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUARAZ - ANCASH 2022

SOLICITANTE: ROSALES CUEVA JUAN CARLOS

LUGAR: HUARAZ-ANCASH  
CANTERA: PARIAHUANCA  
UBIC. CANTERA: PARIAHUANCA  
FECHA: 28/10/2022

CERT: 22-1526



fc de diseño :	DATOS TÉCNICOS: 210 Kg/cm <sup>2</sup>		
<b>AGREGADO FINO</b>			
Módulo de finura:	2.86	Peso específico (Ton/m <sup>3</sup> ):	2.65
Contenido de Humedad(%):	6.04	Peso Seco Suelto (Kg/m <sup>3</sup> ):	1624
Absorción(%):	2.16	Peso seco Compactado(Kg/m <sup>3</sup> ):	1755
<b>AGREGADO GRUESO:</b>			
Contenido de Humedad(%):	1.04	Peso específico (Ton/m <sup>3</sup> ):	2.68
Absorción(%):	1.18	Peso Seco Suelto (Kg/m <sup>3</sup> ):	1496
		Peso seco Compactado(Kg/m <sup>3</sup> ):	1499
<b>VALORES DE DISEÑO</b>			
Resistencia a la compresión(Kg/cm <sup>2</sup> ):	210	Peso específico cemento (Tipo I):	3.11
Tamaño Máximo nominal (Pulg):	3/4"	Revenimiento(pulg):	3"-4"
Agua de mezclado (Lit):	206	Aire atrapado (%):	2.00
Relación a/c	0.53	Volumen de agregado grueso:	0.61

#### CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO

MATERIAL	KG/M3	DOSIFICACION		
Cemento:	397.00	0.257	m <sup>3</sup>	9.11 Bolsas/m <sup>3</sup>
Arena:	869.00	0.500	m <sup>3</sup>	
Piedra:	924.00	0.609	m <sup>3</sup>	
Agua:	174.47	0.175	m <sup>3</sup>	

#### PROPORCIONES

MATERIAL	PESO	VOLUMEN
Cemento	1	1
Arena	2.25	1.96
Piedra	2.39	2.39
Agua	0.45	19.16



**OBSERVACION:**  
Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-99/INDECOPI-ORT del 07.01.99). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



#### 4.4 Contenido de Humedad



Página 2 de 6

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICION DE LA CENIZA DE TALLOS DE ALFALFA EN LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUARAZ - ANCASH 2022

SOLICITANTE: ROSALES CUEVA JUAN CARLOS

LUGAR: HUARAZ-ANCASH

CANTERA: PARIAHUANCA

UBIC. CANTERA: PARIAHUANCA

FECHA: 28/10/2022

CERT: 22-1526

#### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM C 566 (NTP 339.185)

AGREGADO: FINO

Muestra	M-01	
	8	10
Recipiente N°		
Peso Húmedo + Recipiente (gr)	166.20	177.90
Peso Seco + Recipiente (gr)	177.10	168.60
Peso recipiente	20.20	20.30
Peso del agua (gr)	9.10	9.30
Peso Suelo Seco (gr)	156.90	148.30
Contenido de Humedad (%)	5.80	6.27
Humedad Promedio (%)		
6.04		

AGREGADO: GRUESO

Muestra	M-01	
	2	4
Recipiente N°		
Peso Húmedo + Recipiente (gr)	170.41	159.32
Peso Seco + Recipiente (gr)	168.90	158.00
Peso recipiente	26.40	27.20
Peso del agua (gr)	1.51	1.32
Peso Suelo Seco (gr)	142.50	130.80
Contenido de Humedad (%)	1.06	1.01
Humedad Promedio (%)		
1.04		



## 4.5 Análisis granulométrico del agregado grueso



Página 3 de 8

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICION DE LA CENIZA DE TALLOS DE ALFALFA EN LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUARAZ - ANCASH 2022

SOLICITANTE: ROSALES CUEVA JUAN CARLOS

LUGAR: HUARAZ-ANCASH

CANTERA: PARIAHUANCA

UBIC. CANTERA: PARIAHUANCA

FECHA: 28/10/2022

CERT: 22-1526

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM C136 (NTP 400.012)

AGREGADO: GRUESO

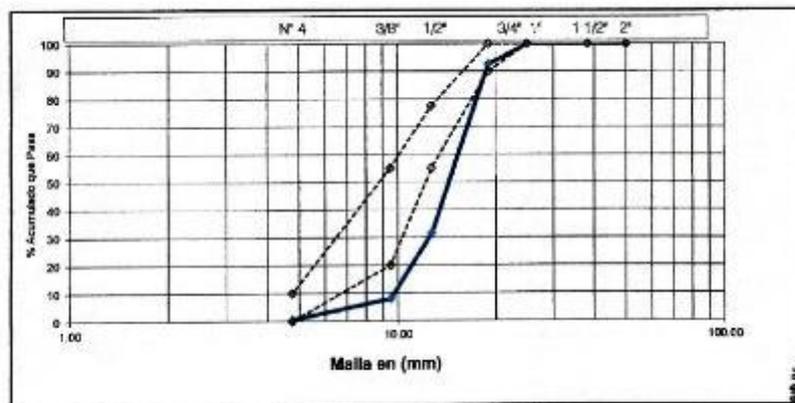
PESO INICIAL SECO : 3400.00 grs

% Pasa N° 4 : 0.57

PESO LAVADO SECO: 3380.60 grs

Peso Retenido 2" (gr): 0.00

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	250.30	7.36	7.36	92.64
1/2"	12.700	2080.10	61.18	68.54	31.46
3/8"	9.500	800.10	23.53	92.07	7.93
N° 4	4.750	250.10	7.36	99.43	0.57
		3380.60			



OBSERVACION: El agregado grueso esta compuesto por piedra chancada



## 4.6 Análisis granulométrico del agregado fino



Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Laboratorio en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316209652 RNP: C7390 SO386686

Página 4 de 6

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICION DE LA CENIZA DE TALLOS DE ALFALFA EN LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUARAZ - ANCASH 2022

SOLICITANTE: ROSALES CUEVA JUAN CARLOS

LUGAR: HUARAZ-ANCASH

CANTERA: PARIAN-UANCA

UBIC. CANTERA: PARIAN-UANCA

FECHA: 28/10/2022

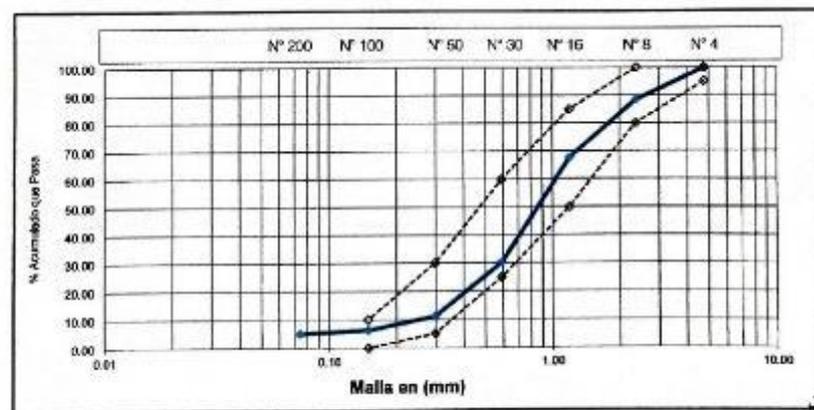
CERT: 22-1526

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM C 136 (NTP 400.012)

AGREGADO: A. FINO  
PESO INICIAL SECO: 2500.00 grs % Pasa N° 200: 5.09  
PESO LAVADO SECO: 2372.80 grs Peso Retenido N° 4 (g): 0.00

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360	290.70	11.63	11.63	88.37
N° 16	1.190	520.40	20.82	32.44	67.56
N° 30	0.590	930.30	37.21	69.66	30.34
N° 50	0.297	480.40	19.22	88.87	11.13
N° 100	0.149	120.60	4.82	93.70	6.30
N° 200	0.074	30.40	1.22	94.91	5.09

2372.80



Módulo de finura: 2.96

OBSERVACION:

INSTITUTO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE  
GEOSTRUCT  
LABORATORIO



## 4.7 Peso unitario del agregado grueso y fino



Página 5 de 6

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICION DE LA CENIZA DE TALLOS DE ALFALFA EN LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUARAZ - ANCASH 2022

SOLICITANTE: ROSALES CUEVA JUAN CARLOS

LUGAR: HUARAZ-ANCASH  
 CANTERA: PARIAHUANCA  
 UBIC. CANTERA: PARIAHUANCA  
 FECHA: 28/10/2022

CERT: 22-1526

### PESO UNITARIO AGREGADO FINO ASTM C29 (NTP 400.017)

TIPO DE PESO UNITARIO	Peso Unitario Suelto			Peso Unitario Compactado		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
Peso Material + Molde	10180.00	10120.00	10150.00	10470.00	10410.00	10400.00
Peso del Molde	6700.00	6700.00	6700.00	6700.00	6700.00	6700.00
Peso del Material	3480.00	3420.00	3450.00	3770.00	3710.00	3700.00
Volumen del Molde	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00
Peso Unitario(Ton/m3)	1.636	1.61	1.624	1.775	1.747	1.742
Peso Unitario Promedio (Ton/m3)	1.624			1.755		

### PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO ASTM C29 (NTP 400.017)

TIPO DE PESO UNITARIO	Peso Unitario Suelto			Peso Unitario Compactado		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
Peso Material + Molde	9820.00	9860.00	9890.00	9870.00	9890.00	9890.00
Peso del Molde	6700.00	6700.00	6700.00	6700.00	6700.00	6700.00
Peso del Material	3120.00	3160.00	3190.00	3170.00	3190.00	3190.00
Volumen del Molde	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00
Peso Unitario(Ton/m3)	1.469	1.488	1.502	1.492	1.502	1.502
Peso Unitario Promedio (Ton/m3)	1.486			1.499		



#### 4.8 Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso y fino



**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Asesoría en Ingeniería Estructural  
Asesoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 1031620952 RNP: C7390 SO386686

Página 6 de 6

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICION DE LA CENIZA DE TALLOS DE ALFALFA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUARAZ - ANCASH 2022

SOLICITANTE: ROSALES CUEVA JUAN CARLOS

LUGAR: HUARAZ-ANCASH

CANTERA: PARIAHUANCA

UBIC. CANTERA: PARIAHUANCA

FECHA: 28/10/2022

CERT: 22-1526

**PESO ESPECIFICO**  
ASTM C127-C128 ( NTP 400.021-400.022)

AGREGADO	FINO	GRUESO
Tamaño Máximo de la muestra	Malla Nº 4	3/4"
Tipo de Frasco Utilizado	Fiola 500 ml	Prob. 1000 ml
Peso Frasco + Agua	854.70	1567.40
Peso Material Sup Seca al aire	200.00	500.00
Peso Material Saturado + Agua + Frasco	854.70	2067.40
Peso Global con desp. de Volumen	779.30	1880.60
Peso Vol. Masa + Vol Vacios	75.40	188.80
Peso Especifico	2.65	2.68

**PORCENTAJE DE ABSORCION**  
ASTM C127-C128 ( NTP 400.021-400.022)

AGREGADO	FINO	GRUESO
N° Recipiente	2	6
Peso Recipiente + Material Sup. Seca en Aire	140.20	143.90
Peso Recip. + Material Secado en Estufa	137.90	142.60
Peso del Agua	2.30	1.30
Peso del Recipiente	51.20	32.20
Peso Material Secado en estufa	106.70	110.40
Porcentaje de absorción	2.16	1.18





## 5.2 Peso Unitario



Página 1 de 1

### ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046)

PROYECTO: INFLUENCIA DE LA ADICION DE LA CENIZA DE TALLOS DE ALFALFA EN LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUARAZ - ANCASH 2022

SOLICITANTE: ROSALES CUEVA JUAN CARLOS

LUGAR: HUARAZ-ANCASH

FECHA:

DOSIFICACION:

En Peso: --

En Volumen: --

fo de Diseño: 210

CERT: 22-1739



### PESO UNITARIO DEL CONCRETO

N°	MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	V. DE RECIPENTE (M3)	PESO DE RECIPENTE (KG)	P.D.E RECIPENTE + CONCRETO	PESO UNITARIO	PROMEDIO PESO UNITARIO
<b>CONCRETO PATRON</b>							
1	PATRON + 0 %	26/10/2022	0.0030	3.0450	10.620	2525.000	2523.33
2	PATRON + 0 %	28/10/2022	0.0030	3.0450	10.610	2521.667	
3	PATRON + 0 %	28/10/2022	0.0030	3.0450	10.615	2523.333	
<b>CENIZA DE TALLOS DE ALFALFA (CTA)</b>							
1	PATRON + 0.50 % CTA	28/10/2022	0.0030	3.0450	10.690	2548.33	2546.67
2	PATRON + 0.50 % CTA	28/10/2022	0.0030	3.0450	10.695	2550.00	
3	PATRON + 0.50 % CTA	28/10/2022	0.0030	3.0450	10.670	2541.67	
4	PATRON + 2.50 % CTA	29/10/2022	0.0030	3.0450	10.600	2518.33	2515.56
5	PATRON + 2.50 % CTA	29/10/2022	0.0030	3.0450	10.580	2511.67	
6	PATRON + 2.50 % CTA	29/10/2022	0.0030	3.0450	10.595	2516.67	
7	PATRON + 5.00 % CTA	30/10/2022	0.0030	3.0450	10.515	2490.00	2493.33
8	PATRON + 5.00 % CTA	30/10/2022	0.0030	3.0450	10.520	2491.67	
9	PATRON + 5.00 % CTA	30/10/2022	0.0030	3.0450	10.540	2498.33	

**OBSERVACIONES:**

Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas. Las muestras se hicieron ensayo con máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.



Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942818776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geoestruct.com.pe  
[www.geoestruct.com.pe](http://www.geoestruct.com.pe)

### 5.3 Contenido de aire



### ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO (NTP 339.081-2011)

PROYECTO: INFLUENCIA DE LA ADICION DE LA CENIZA DE TALLOS DE ALFALFA EN LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUARAZ - ANCASH 2022

SOLICITANTE: ROSALES CUEVA JUAN CARLOS

LUGAR: HUARAZ-ANCASH

FECHA: -  
DOSIFICACION:

En Peso: --

En Volumen: --

fc de Diseño: 210

CERT: 22-1740



### CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO

N°	MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	CONTENIDO DE AIRE			C.A. PROMEDIO (%)
			C.A. N° 01	C.A. N° 02	C.A. N° 03	
CONCRETO PATRON						
1	PATRON + 0 %	28/10/2022	2.00	1.90	1.80	1.90
CENIZA DE TALLOS DE ALFALFA (CTA)						
1	PATRON + 0.50 %	28/10/2022	1.70	1.90	1.60	1.73
2	PATRON + 2.50 %	29/10/2022	2.00	1.90	2.10	2.00
3	PATRON + 5.0 %	30/10/2022	2.20	2.00	2.10	2.10



**OBSERVACIONES:**

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002 98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

## 5.4 Resistencia a la compresión



Página 1 de 1

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO ASTM C39/C39-M

PROYECTO: INFLUENCIA DE LA ADICION DE LA CENIZA DE TALLOS DE ALFALFA EN LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUARAZ - ANCASH 2022

SOLICITANTE: ROSALES CUEVA JUAN CARLOS

LUGAR: HUARAZ-ANCASH

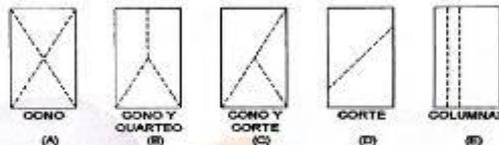
FECHA: 6/11/2022

DOSIFICACION:

En Peso: --

En Volumen: --

fc de Diseño: 210



DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Altura: 30.0 cm 176.7 cm<sup>2</sup>

Diámetro: 15.0 cm



N°	DESCRIPCION	Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Tipo de Rotura	Fecha		Edad Dias	Carga (Kg)	fc (Kg/cm <sup>2</sup> )	% fc/fcd
				Moldeo	Rotura				
1	PROBETA N° 01 - PATRON	210	D	25/10/2022	4/11/2022	7	32190	182	86.67
2	PROBETA N° 01 - PATRON	210	E	25/10/2022	4/11/2022	7	35840	203	96.67
3	PROBETA N° 01 - PATRON	210	C	26/10/2022	4/11/2022	7	31440	178	84.76
4	PROBETA N° 01 PATRON + 0.50 % CTA	210	D	26/10/2022	4/11/2022	7	44140	250	119.05
5	PROBETA N° 01 PATRON + 0.50 % CTA	210	E	26/10/2022	4/11/2022	7	55460	314	149.52
6	PROBETA N° 01 PATRON + 0.50 % CTA	210	C	28/10/2022	4/11/2022	7	52020	294	140.00
7	PROBETA N° 01 PATRON + 2.50 % CTA	210	D	29/10/2022	5/11/2022	7	46110	261	124.29
8	PROBETA N° 01 PATRON + 2.50 % CTA	210	E	29/10/2022	5/11/2022	7	46860	265	126.19
9	PROBETA N° 01 PATRON + 2.50 % CTA	210	C	29/10/2022	5/11/2022	7	43920	249	118.57
10	PROBETA N° 01 PATRON + 5.00 % CTA	210	D	30/10/2022	6/11/2022	7	50280	285	135.71
11	PROBETA N° 01 PATRON + 5.00 % CTA	210	E	30/10/2022	6/11/2022	7	48720	276	131.43
12	PROBETA N° 01 PATRON + 5.00 % CTA	210	C	30/10/2022	6/11/2022	7	51380	291	138.57

#### OBSERVACIONES:

Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas. Las muestras se han ensayado con máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.





**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Asesoría en Ingeniería Estructural  
Asesoría en Ingeniería Geotécnica

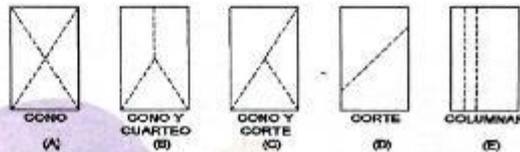
INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316299652 RNP: C7390 SO386686

Página 1 de 1

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO**  
ASTM C39/C39-M

PROYECTO: INFLUENCIA DE LA ADICION DE LA CENIZA DE TALLOS DE ALFALFA EN LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL, EN LA CIUDAD DE HUARAZ - ANCASH 2022

SOLICITANTE: ROSALES CUEVA JUAN CARLOS  
LUGAR: HUARAZ ANCASH  
FECHA: 13/11/2022  
DOSIFICACION:  
En Peso: --  
En Volumen: --  
fc de Diseño: 210



DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Altura: 30.0 cm 176.7 cm<sup>2</sup>  
Diámetro: 15.0 cm

CERT: 22-1736



N°	DESCRIPCION	Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Tipo de Rotura	Fecha		Edad Dias	Carga (Kg)	fc (Kg/cm <sup>2</sup> )	% fc/fcd
				Moldeo	Rotura				
1	PROBETA N° 01 - PATRON	210	C	28/10/2022	11/11/2022	14	48350	274	130.48
2	PROBETA N° 01 - PATRON	210	E	28/10/2022	11/11/2022	14	46830	265	126.19
3	PROBETA N° 01 - PATRON	210	D	28/10/2022	11/11/2022	14	46960	277	131.90
4	PROBETA N° 01 PATRON + 0.50 % CTA	210	C	29/10/2022	12/11/2022	14	54020	306	145.71
5	PROBETA N° 01 PATRON + 0.50 % CTA	210	C	29/10/2022	12/11/2022	14	54090	306	145.71
6	PROBETA N° 01 PATRON + 0.50 % CTA	210	D	29/10/2022	12/11/2022	14	59960	339	161.43
7	PROBETA N° 01 PATRON + 2.50 % CTA	210	C	29/10/2022	12/11/2022	14	48820	276	131.43
8	PROBETA N° 01 PATRON + 2.50 % CTA	210	C	29/10/2022	12/11/2022	14	53830	306	145.24
9	PROBETA N° 01 PATRON + 2.50 % CTA	210	C	29/10/2022	12/11/2022	14	50890	288	137.14
10	PROBETA N° 01 PATRON + 5.00 % CTA	210	C	30/10/2022	13/11/2022	14	53530	303	144.29
11	PROBETA N° 01 PATRON + 5.00 % CTA	210	D	30/10/2022	13/11/2022	14	49990	283	134.76
12	PROBETA N° 01 PATRON + 5.00 % CTA	210	C	30/10/2022	13/11/2022	14	52060	295	140.48

**OBSERVACIONES:**

Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas. Las muestras se han ensayado con máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.



Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geoestruct.com.pe  
www.geoestruct.com.pe



**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

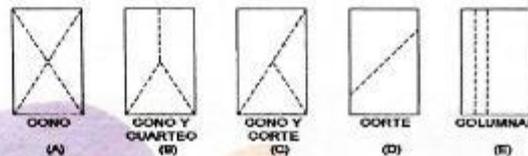
INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 1 de 1

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO  
ASTM C39/C39-M**

PROYECTO: INFLUENCIA DE LA ADICION DE LA CENIZA DE TALLOS DE ALFALFA EN LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUARAZ - ANCASH 2022

SOLICITANTE: ROSALES CUEVA JUAN CARLOS  
LUGAR: HUARAZ-ANCASH  
FECHA: 27/11/2022  
DOSIFICACION:  
En Peso: --  
En Volumen: --  
fc de Diseño: 210



DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Altura: 30.0 cm 176.7 cm<sup>2</sup>  
Diámetro: 15.0 cm

CERT: 22-1737



N°	DESCRIPCION	Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Tipo de Rotura	Fecha		Edad Dias	Carga (Kg)	fc (Kg/cm <sup>2</sup> )	% fc/fcd
				Moldeo	Rotura				
1	PROBETA N° 01 - PATRON	210	D	28/10/2022	25/11/2022	28	59900	339	161.43
2	PROBETA N° 01 - PATRON	210	D	28/10/2022	25/11/2022	28	66900	379	180.48
3	PROBETA N° 01 - PATRON	210	D	28/10/2022	25/11/2022	28	58990	334	159.05
4	PROBETA N° 01 PATRON + 0.50 % CTA	210	C	29/10/2022	26/11/2022	28	62150	352	167.62
5	PROBETA N° 01 PATRON + 0.50 % CTA	210	D	29/10/2022	26/11/2022	28	64140	363	172.86
6	PROBETA N° 01 PATRON + 0.50 % CTA	210	B	29/10/2022	26/11/2022	28	66600	377	179.52
7	PROBETA N° 01 PATRON + 2.50 % CTA	210	D	30/10/2022	27/11/2022	28	65270	369	175.71
8	PROBETA N° 01 PATRON + 2.50 % CTA	210	D	30/10/2022	27/11/2022	28	63930	362	172.38
9	PROBETA N° 01 PATRON + 2.50 % CTA	210	C	30/10/2022	27/11/2022	28	63800	361	171.90
10	PROBETA N° 01 PATRON + 5.00 % CTA	210	D	30/10/2022	27/11/2022	28	56430	319	151.90
11	PROBETA N° 01 PATRON + 5.00 % CTA	210	E	30/10/2022	27/11/2022	28	53570	303	144.29
12	PROBETA N° 01 PATRON + 5.00 % CTA	210	C	30/10/2022	27/11/2022	28	54820	310	147.62

OBSERVACIONES:

Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas. Las muestras se han ensayado con máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.



## 5.5 Resistencia a la tracción

	<b>FORMATO DE ENSAYO</b>	Código	TD-PD-01
	Método de prueba estándar para determinar la resistencia a la tracción de muestras cilíndricas de hormigón	Versión	01
		Fecha	06-11-2022
		Página	1 de 1

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LA CENIZA DE TALLOS DE ALFALFA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUARAZ - ANCAASH 2022\* **REGISTRO N°** : 2022 - 75550  
**SOLICITANTE** : JUAN CARLOS ROSALES OLIVERA **REALIZADO POR** : D. Corallo  
**CÓDIGO DE PROYECTO** : — **REVISADO POR** : K. TINOCO  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : Destinado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C. **FECHA DE EMISIÓN** : 04/11/2022  
**TURNO** : Diurno

**Tipo de muestra** : Concreto endurecido  
**Presentación** : Espesores: 6" x 12"  
**F<sub>c</sub> de diseño** : 210 kg/cm<sup>2</sup>

### RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL EN PRUEBAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C496

CÓDIGO DE MEZCLA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	TIPO DE FALLA	ALTURA PROMEDIO cm	DIÁMETRO PROMEDIO cm	FUERZA MÁXIMA kgf	ESFUERZO A LA TRACCIÓN kg/cm <sup>2</sup>
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	4/11/2022	7 días	Normal	30.0	15.0	18732	27
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	4/11/2022	7 días	Normal	30.0	15.0	16968	25
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	4/11/2022	7 días	Normal	30.0	15.0	18626	26
PROBETA N° 01 DISEÑO CON ADICIÓN DE 0.90% C.T.A = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	4/11/2022	7 días	Normal	30.0	15.0	19467	28
PROBETA N° 02 DISEÑO CON ADICIÓN DE 0.90% C.T.A = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	4/11/2022	7 días	Normal	30.0	15.0	21170	30
PROBETA N° 03 DISEÑO CON ADICIÓN DE 0.90% C.T.A = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	4/11/2022	7 días	Normal	30.0	15.0	20688	29
PROBETA N° 01 DISEÑO CON ADICIÓN DE 2.50% C.T.A = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	5/11/2022	7 días	Normal	30.0	15.0	20313	29
PROBETA N° 02 DISEÑO CON ADICIÓN DE 2.50% C.T.A = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	5/11/2022	7 días	Normal	30.0	15.0	20337	29
PROBETA N° 03 DISEÑO CON ADICIÓN DE 2.50% C.T.A = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	5/11/2022	7 días	Normal	30.0	15.0	20434	29
PROBETA N° 01 DISEÑO CON ADICIÓN DE 5.00% C.T.A = 210 kg/cm <sup>2</sup>	30/10/2022	6/11/2022	7 días	Normal	30.0	15.0	17779	25
PROBETA N° 02 DISEÑO CON ADICIÓN DE 5.00% C.T.A = 210 kg/cm <sup>2</sup>	30/10/2022	6/11/2022	7 días	Normal	30.0	15.0	19402	28
PROBETA N° 03 DISEÑO CON ADICIÓN DE 5.00% C.T.A = 210 kg/cm <sup>2</sup>	30/10/2022	6/11/2022	7 días	Normal	30.0	15.0	21088	31

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras curadas en el laboratorio de MATESTLAB S.A.C. a condiciones estándar.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C.

EQUIPO VIGILADO			
NOMBRE	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	F. CERT. DE CALIBRACIÓN
Balance digital base 1000g x 0.1g	15-05	20/07/22	L-0443-0102
Balance digital base 1000g x 1g	15-07	15/07/22	L-0444-0101
Balance digital base 200g x 0.01mg	15-09	15/07/22	L-0445-0102
Placa de curado FROSTY	15-10	15/07/22	L-0442-0102

MATESTLAB S.A.C.		
150224 - LMS	1515 - 001	200 - 002
 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	<b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 163930	<b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 2006758672 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE (GPMFRA)

	<b>FORMATO DE ENSAYO</b>	Código	TD-FC-01
	Método de prueba estándar para determinar la resistencia a la tracción de muestras cilíndricas de hormigón	Versión	01
		Fecha	11/11/2022
		Página	1 de 1

PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LA CENIZA DE TALLOS DE ALFALFA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HURRAZ - ANCASH, 2022*	REGISTRO N°:	2022 - 16556
SOLICITANTE	: JUAN CARLOS ROSALES CUEVA	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: -	REVISADO POR :	R. TINGCO
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE EMISIÓN :	11/11/2022
		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos $\phi \times L = 12"$		
Peso de diseño	: 210 kg/cm <sup>2</sup>		

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL EN PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ENDURECIDO  
ASTM C496**

CÓDIGO DE MUESTRA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	TIPO DE FALLA	ALTURA PROMEDIO cm	DIÁMETRO PROMEDIO cm	FUERZA MÁXIMA kgf	ESFUERZO A LA TRACCIÓN kg/cm <sup>2</sup>
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	11/11/2022	14 días	Normal	30.0	15.0	19085	28
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	11/11/2022	14 días	Normal	30.0	15.0	18764	28
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	11/11/2022	14 días	Normal	30.0	15.0	19562	28
PROBETA N° 01 DISEÑO CON ADICIÓN DE 0.50% C.T.A. = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	11/11/2022	14 días	Normal	30.0	15.0	20474	29
PROBETA N° 02 DISEÑO CON ADICIÓN DE 0.50% C.T.A. = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	11/11/2022	14 días	Normal	30.0	15.0	20533	29
PROBETA N° 03 DISEÑO CON ADICIÓN DE 0.50% C.T.A. = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	11/11/2022	14 días	Normal	30.0	15.0	20174	29
PROBETA N° 01 DISEÑO CON ADICIÓN DE 2.50% C.T.A. = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	12/11/2022	14 días	Normal	30.0	15.0	21122	30
PROBETA N° 02 DISEÑO CON ADICIÓN DE 2.50% C.T.A. = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	12/11/2022	14 días	Normal	30.0	15.0	21488	30
PROBETA N° 03 DISEÑO CON ADICIÓN DE 2.50% C.T.A. = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	12/11/2022	14 días	Normal	30.0	15.0	21352	30
PROBETA N° 01 DISEÑO CON ADICIÓN DE 5.00% C.T.A. = 210 kg/cm <sup>2</sup>	30/10/2022	13/11/2022	14 días	Normal	30.0	15.0	22477	32
PROBETA N° 02 DISEÑO CON ADICIÓN DE 5.00% C.T.A. = 210 kg/cm <sup>2</sup>	30/10/2022	13/11/2022	14 días	Normal	30.0	15.0	22122	31
PROBETA N° 03 DISEÑO CON ADICIÓN DE 5.00% C.T.A. = 210 kg/cm <sup>2</sup>	30/10/2022	13/11/2022	14 días	Normal	30.0	15.0	21841	31

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras curadas en el laboratorio de MATESTLAB S.A.C. a condiciones estándar
- \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C.

MATERIALES			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	FECHA DE EMISIÓN
Gravador de concreto 200kg x 400kg	10-01	20/10/22	10/11/2022
Gravador de concreto 100kg x 200kg	10-01	20/10/22	10/11/2022
Gravador de concreto 200kg x 400kg	10-01	20/10/22	10/11/2022
Gravador de concreto 100kg x 200kg	10-01	20/10/22	10/11/2022

MATESTLAB S.A.C.		
10000 - LSA	001 - LSA	007 - LSA
 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELY YARINA TIMOCO LOZADA INGENIERA CIVIL I.O.S. C.I.O.N° 183956	 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 20061736672 NICOLLE CUMBA BARRETO GERENTE GENERAL

	<b>FORMATO DE ENSAYO</b> <b>Método de prueba estándar para determinar la resistencia a la tracción de muestras cilíndricas de hormigón</b>	Código	TD-00-01
		Verificación	01
		Fecha	28/11/2022
		Página	1 de 1

**PROYECTO :** INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LA CENIZA DE TALLOS DE ALFALFA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUANAZA - ANCAHUSHI, 2022  
**REGISTRO N°:** 2022 - 75299  
**SOJICITANTE :** JUAN CARLOS ROSALES CUEVA  
**REALIZADO POR :** D. Castro  
**CÓDIGO DE PROYECTO :** ---  
**REVISADO POR :** ILTIMOCO  
**Lugar de Proyecto :** Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.  
**FECHA DE EMISIÓN :** 28/11/2022  
**TURNO :** Diurno

**Tipo de muestra :** Concreto endurecido  
**Presentación :** Especímenes cilíndricos 10" x 12"  
**Procedimiento :** 210 kg/cm<sup>2</sup>

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL EN PRUEBAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ENDURECIDO**  
**ASTM C498**

CÓDIGO DE MEZCLA	FECHA DE VACADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	TIPO DE FALLA	ALTURA PROMEDIO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	FUERZA MÁXIMA (kgf)	ESFUERZO A LA TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
PRUEBA N° 01 CONCRETO PATRÓN f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	28/11/2022	28 días	Normal	30.0	15.0	23335	35
PRUEBA N° 02 CONCRETO PATRÓN f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	30/11/2022	28 días	Normal	30.0	15.0	23014	34
PRUEBA N° 03 CONCRETO PATRÓN f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	28/11/2022	28 días	Normal	30.0	15.0	23351	35
PRUEBA N° 01 CONCRETO CON ADICIÓN DE 0.50% C.T.A = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	28/11/2022	28 días	Normal	30.0	15.0	21490	32
PRUEBA N° 02 CONCRETO CON ADICIÓN DE 0.60% C.T.A = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	30/11/2022	28 días	Normal	30.0	15.0	21737	31
PRUEBA N° 03 CONCRETO CON ADICIÓN DE 0.50% C.T.A = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28/10/2022	28/11/2022	28 días	Normal	30.0	15.0	21533	32
PRUEBA N° 01 CONCRETO CON ADICIÓN DE 2.50% C.T.A = 210 kg/cm <sup>2</sup>	30/10/2022	27/11/2022	28 días	Normal	30.0	15.0	22760	34
PRUEBA N° 02 CONCRETO CON ADICIÓN DE 2.60% C.T.A = 210 kg/cm <sup>2</sup>	30/10/2022	27/11/2022	28 días	Normal	30.0	15.0	22818	35
PRUEBA N° 03 CONCRETO CON ADICIÓN DE 2.50% C.T.A = 210 kg/cm <sup>2</sup>	30/10/2022	27/11/2022	28 días	Normal	30.0	15.0	22801	34
PRUEBA N° 01 CONCRETO CON ADICIÓN DE 5.00% C.T.A = 210 kg/cm <sup>2</sup>	30/10/2022	27/11/2022	28 días	Normal	30.0	15.0	21208	30
PRUEBA N° 02 CONCRETO CON ADICIÓN DE 5.00% C.T.A = 210 kg/cm <sup>2</sup>	30/10/2022	27/11/2022	28 días	Normal	30.0	15.0	21614	31
PRUEBA N° 03 CONCRETO CON ADICIÓN DE 5.00% C.T.A = 210 kg/cm <sup>2</sup>	30/10/2022	27/11/2022	28 días	Normal	30.0	15.0	21441	30

**OBSERVACIONES:**

- Muestras curadas en el laboratorio de MATESTLAB S.A.C. a condiciones estándar.
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C.

EQUIPO UTILIZADO				
TÍTULO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN	
Caricador digital tipo 1000g/0.01g	1388	28/02/22	1249-0101	
Balance digital Ohaus 2000g/0.1g	1347	28/02/22	1249-0101	
Caricador digital Ohaus 10kg/0.1g	1346	28/02/22	1249-0101	
Balanza de precisión FORTIN	1345	28/02/22	1249-0101	

MATESTLAB S.A.C.		
LABORATORIO	GERENTE	INGENIERO
 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	 <b>KELY YAMINA TINOCO LOZADA</b> INGENIERO CIVIL RUC: CIP-183295	 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC: 2080776872 <b>NICOLLE QUIMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL

## 5.6 Resistencia a la flexión



# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RV-002-MATHLAB-2022

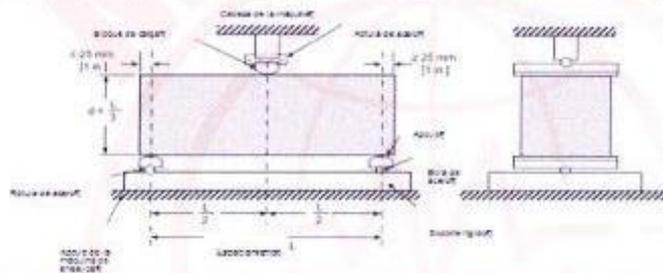
### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO

Norma MTC E 711 - NTP 333.079

SOLICITA : JUAN CARLOS ROSALES CUEVA

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE LA CENIZA DE TALLOS DE ALFALFA EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUARAZ - ANCASH, 2022".

f'c de Diseño 21.00 Mpa Altura: 15.00 cm. Ancho: 15.00 cm. Longitud : 50.00 cm



$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

VIGA	DISEÑO	FECHA	EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Modulo de Rotura		
N°	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(MPa)
1	Concreto Patron Vigueta N° 01	21.00	28/10/2022	25/11/2022	28	150.00	150.00	450.00	27,650.0	5.53
2	Concreto Patron Vigueta N° 02	21.00	28/10/2022	25/11/2022	28	150.00	150.00	450.00	26,451.0	5.29
3	Concreto Patron Vigueta N° 03	21.00	28/10/2022	25/11/2022	28	150.00	150.00	450.00	25,800.0	5.16

**OBSERVACIONES:**

- Las muestras de Vigas de Concreto fueron traídas por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados era responsabilidad del solicitante

**EQUIPO UTILIZADO:**

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: MT-0190-2022



MSc. Ing. Rubén Darío Aranda Leiva  
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 102290  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N° 1430 - Huaraz  
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima  
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

**INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.**

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RV-002-MATHLAB-2022

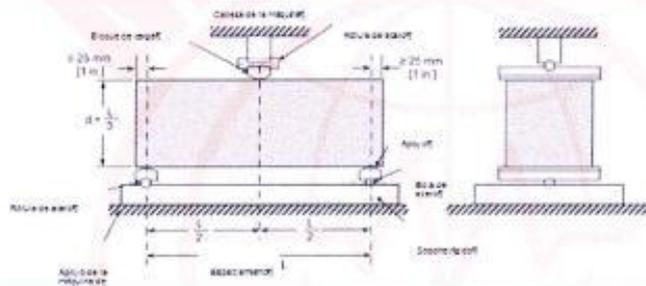
## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO

Norma MTC E 711 - NTP 333.079

SOLICITA : JUAN CARLOS ROSALES CUEVA

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE LA CENIZA DE TALLOS DE ALFALFA EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUARAZ - ANCASH, 2022".

**f<sub>c</sub> de Diseño**    **21.00 Mpa**    **Altura:** 15.00 cm.    **Ancho:** 15.00 cm.    **Longitud :** 50.00 cm



$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

VIGA	DISEÑO	FECHA	EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Modulo de Rotura	
N°	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(N)	(MPa)
1	Concreto Patron + 0.5% de ceniza de tallos de alfalfa N° 01	21.00	28/10/2022	25/11/2022	28	150.00	150.00	22,040.0	<b>4.41</b>
2	Concreto Patron + 0.5% de ceniza de tallos de alfalfa N° 02	21.00	28/10/2022	25/11/2022	28	150.00	150.00	29,850.0	<b>5.97</b>
3	Concreto Patron + 0.5% de ceniza de tallos de alfalfa N° 03	21.00	28/10/2022	25/11/2022	28	150.00	150.00	28,451.0	<b>5.69</b>

**OBSERVACIONES:**

- Las muestras de Vigas de Concreto fueron traídas por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados será responsabilidad del solicitante

**EQUIPO UTILIZADO:**

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: MT-0190-2022

  
**MSc. Ing. Ruben Dario Aranda Leiva**  
 INGENIERO CIVIL - RUC: CIP N° 162399  
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz  
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima  
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638  
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

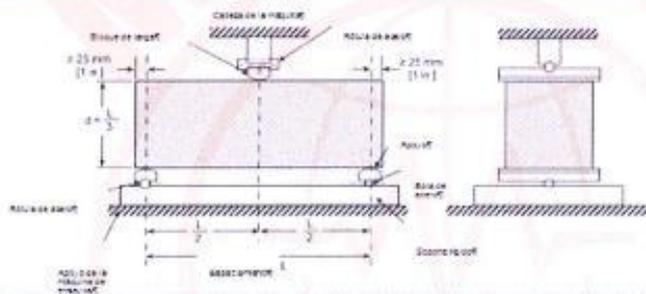
INFORME N° RV-002-MATHLAB-2022

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO

Norma NTC E 711 - NTP 333.079

**SOLICITA :** JUAN CARLOS ROSALES CUEVA  
**TESIS :** "INFLUENCIA DE LA ADICION DE LA CENIZA DE TALLOS DE ALFALFA EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUARAZ - ANCASH, 2022".

f <sub>c</sub> de Diseño	21.00 Mpa	Altura: 15.00 cm.	Ancho: 15.00 cm.	Longitud : 50.00 cm
--------------------------	-----------	-------------------	------------------	---------------------



$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

N°	VIGA DESCRIPCION	DISEÑO Mpa	FECHA		EDAD DIAS	ANCHO (b) (mm)	ALTO (h) (mm)	LONGITUD (L) (mm)	CARGA (P) (N)	Modulo de Rotura (MPa)
			MOLDEO	ROTURA						
1	Concreto Patron + 2.5% de ceniza de tallos de alfalfa N° 01	21.00	29/10/2022	26/11/2022	28	150.00	150.00	450.00	24,152.0	4.83
2	Concreto Patron + 2.5% de ceniza de tallos de alfalfa N° 02	21.00	29/10/2022	26/11/2022	28	150.00	150.00	450.00	23,152.0	4.63
3	Concreto Patron + 2.5% de ceniza de tallos de alfalfa N° 03	21.00	29/10/2022	26/11/2022	28	150.00	150.00	450.00	23,622.0	4.72

**OBSERVACIONES:**

- Las muestras de Vigas de Concreto fueron traídas por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados será responsabilidad del solicitante

**EQUIPO UTILIZADO:**

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: MT-0190-2022



*[Handwritten Signature]*  
 Ing. Ruben Darío Aranda Leiva  
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162039  
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz  
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima  
 Celular: 991 800 786 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RV-002-MATHLAB-2022

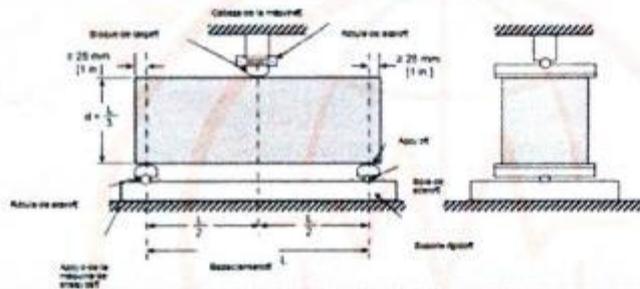
## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO

Norma MTC E 711 - NTP 333.079

SOLICITA : JUAN CARLOS ROSALES CUEVA

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE LA CENIZA DE TALLOS DE ALFALFA EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUARAZ - ANCASH, 2022".

f'c de Diseño	21.00 Mpa	Altura: 15.00 cm.	Ancho: 15.00 cm.	Longitud : 50.00 cm
---------------	-----------	-------------------	------------------	---------------------



$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

VIGA	DISEÑO	FECHA	EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Modulo de Rotura		
N°	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(MPa)
1	Concreto Patron + 5% de ceniza de tallos de alfalfa N° 01	21.00	30/10/2022	27/11/2022	28	150.00	150.00	450.00	19,652.0	3.93
2	Concreto Patron + 5% de ceniza de tallos de alfalfa N° 02	21.00	30/10/2022	27/11/2022	28	150.00	150.00	450.00	18,456.0	3.69
3	Concreto Patron + 5% de ceniza de tallos de alfalfa N° 03	21.00	30/10/2022	27/11/2022	28	150.00	150.00	450.00	19,451.0	3.89

**OBSERVACIONES:**

- Las muestras de Vigas de Concreto fueron traídas por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados será responsabilidad del solicitante

**EQUIPO UTILIZADO:**

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS – CERTIFICADO DE GALIBRACIÓN: MT-0190-2022



MSc. Ing. Beldar Darío Aranda  
INGENIERO CIVIL - CIP N° 16212  
Especialista en Enseñanza y Control de Calidad



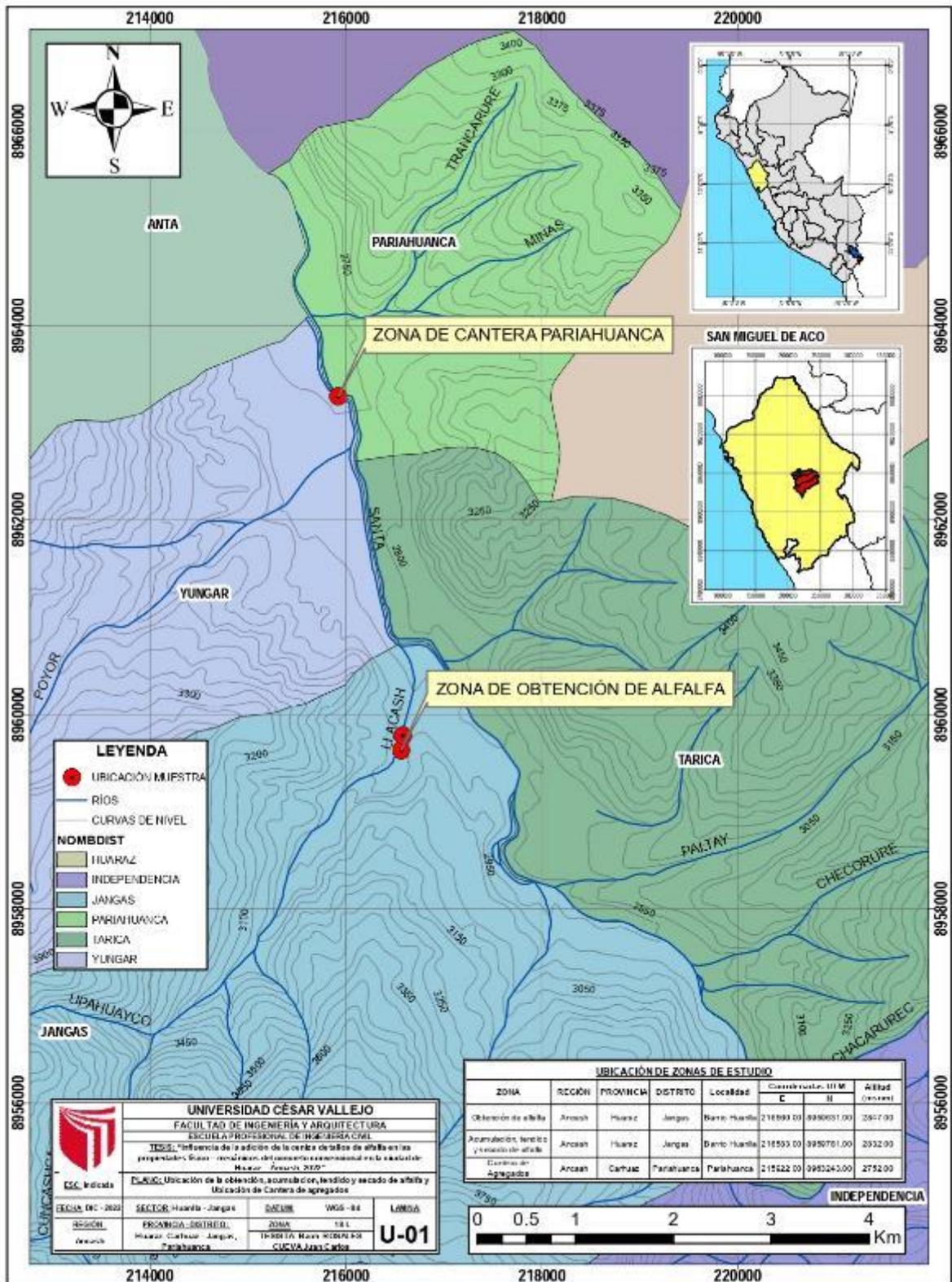
Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz  
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima  
Celular: 991 800 796 / Correo: rubermathlab@gmail.com



## Anexo 6. Planos

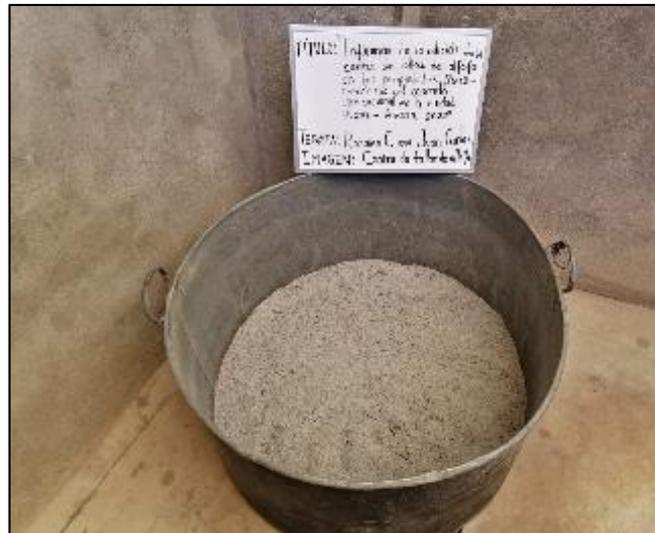
### 6.1 Ubicación de lugar de la obtención, acumulación, tendido y secado del cultivo de alfalfa y Ubicación de la Cantera de Agregados.

#### **UBICACIÓN DE OBTENCIÓN, ACUMULACIÓN, TENDIDO Y SECADO DE ALFALFA UBICACIÓN DE CANTERA DE AGREGADOS**



## Anexo 7. Panel Fotográfico

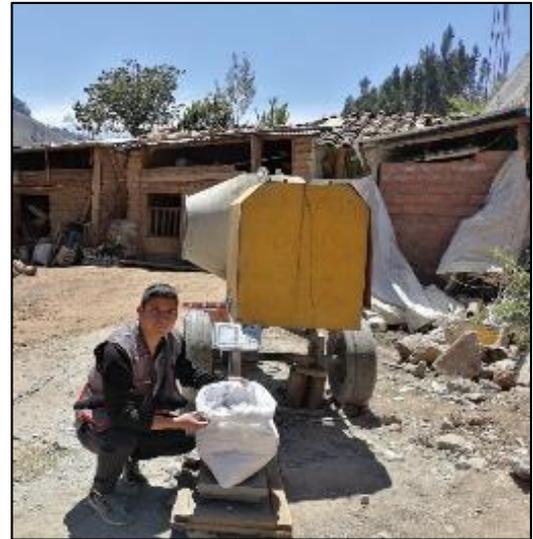
### 7.1 Obtención de la ceniza de tallos de alfalfa



## 7.2 Obtención de los materiales (agregados)



## 7.3 Elaboración del Concreto (Patrón y con adiciones de CTA)





#### 7.4 Ensayo de asentamiento y peso unitario





### 7.5 Ensayo de resistencia a compresión



### 7.6 Ensayo de resistencia a tracción



## 7.7 Ensayo de resistencia a flexión



Anexo 8. Fichas de validación del instrumento de recolección de datos

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>						
<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>						
<b>CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>						
<b>TÍTULO: "Influencia de la adición de la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022"</b>						
<b>ELABORADO:</b> Bach. Rosales Cueva Juan Carlos				<b>FECHA:</b> 12-09-2022		
<b>UBICACIÓN:</b> Distrito de Jangas, Provincia de Huaraz - Región Ancash.						
<b>CANTERA:</b> Sector Pariahuanca - Pariahuanca - Carhuaz						
<b>I. DATOS GENERALES</b>						
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>		Martínez Domínguez Alfredo Luis				
<b>N° de registro CIP:</b>		78049				
<b>Especialidad:</b>		Ing. Civil				
<b>Autor del instrumento:</b>		Bach. Rosales Cueva Juan Carlos				
<b>Instrumentos de evaluación:</b> Análisis granulométrico del agregados, Peso específico y absorción de los agregados, Peso unitario de los agregados, Asentamiento del concreto, Peso unitario del concreto, Contenido de aire de concreto, Resistencia de compresión simple de muestras cilíndricas de concreto, Resistencia a tracción por compresión diamétrica del concreto y Resistencia a flexión del concreto.						
<b>II. ASPECTOS DE EVALUACIÓN</b>						
		MUY DEFICIENTE(1)	DEFICIENTE(2)	ACEPTABLE(3)	BUENA(4)	EXCELENTE(5)
<b>CRITERIOS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Concreto en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: concreto					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitira analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Concreto					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					50	
(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)						
<b>III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD</b>						
		 Alfredo Luis Martínez Domínguez INGENIERO CIVIL CIP N° 78049				
<b>PROMEDIO DE VALORACION:</b>		5				
Huaraz, 12 de Septiembre del 2022						



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

TÍTULO: "Influencia de la adición de la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional en la ciudad de Huaraz – Ancash, 2022"

ELABORADO: Bach. Rosales Cueva Juan Carlos

FECHA: 12-09-2022

UBICACIÓN: Distrito de Jangas, Provincia de Huaraz - Región Ancash.

CANTERA: Sector Pariahuanca - Pariahuanca - Carhuaz

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: **HEVERA RONDAN GILMER ELMER**

N° de registro CIP: **145169**

Especialidad: **ING. CIVIL**

Autor del instrumento: Bach. Rosales Cueva Juan Carlos

Instrumentos de evaluación: Análisis granulométrico del agregados, Peso específico y absorción de los agregados, Peso unitario de los agregados, Asentamiento del concreto, Peso unitario del concreto, Contenido de aire de concreto, Resistencia de compresión simple de muestras cilíndricas de concreto, Resistencia a tracción por compresión diamétrica del concreto y Resistencia a flexión del concreto.

**II. ASPECTOS DE EVALUACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	MUY DEFICIENTE(1) DEFICIENTE(2) ACEPTABLE(3) BUENA(4) EXCELENTE(5)				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Concreto en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: concreto					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitira analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Concreto					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		<b>50</b>				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
Consorcio Departamental Ancash - Huaraz  
  
GILMER ELMER HERRERA RONDAN  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 145169

PROMEDIO DE VALORACION: **5**

Huaraz, 12 de SETIEMBRE del 2022



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

TÍTULO: "Influencia de la adición de la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional en la ciudad de Huaraz – Áncash, 2022"

ELABORADO: Bach. Rosales Cueva Juan Carlos

FECHA: 13-09-2022

UBICACIÓN: Distrito de Jangas, Provincia de Huaraz - Región Ancash.

CANTERA: Sector Pariahuanca - Pariahuanca - Carhuaz

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: CAMACHO RAMIREZ JULIO EMERSON

N° de registro CIP: 147923

Especialidad: ING. CIVIL

Autor del instrumento: Bach. Rosales Cueva Juan Carlos

Instrumentos de evaluación: Análisis granulométrico del agregados, Peso específico y absorción de los agregados, Peso unitario de los agregados, Asentamiento del concreto, Peso unitario del concreto, Contenido de aire de concreto, Resistencia de comprensión simple de muestras cilíndricas de concreto, Resistencia a tracción por compresión diamétrica del concreto y Resistencia a flexión del concreto.

**II. ASPECTOS DE EVALUACIÓN**

		MUY DEFICIENTE(1)	DEFICIENTE(2)	ACEPTABLE(3)	BUENA(4)	EXCELENTE(5)
CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Concreto en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: concreto					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitira analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Concreto					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					<b>50</b>	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL - ANCASH - ANCASH  
JULIO EMERSON CAMACHO RAMIREZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 147923

PROMEDIO DE VALORACION: 5

Huaraz, 13 de SETIEMBRE del 2022



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, VILDOSO FLORES ALEJANDRO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "Influencia de la adición de la ceniza de tallos de alfalfa en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional en la ciudad de Huaraz – Áncash, 2022", cuyo autor es ROSALES CUEVA JUAN CARLOS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 30.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

HUARAZ, 08 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
VILDOSO FLORES ALEJANDRO <b>DNI:</b> 10712728 <b>ORCID:</b> 0000-0003-3998-5671	Firmado electrónicamente por: AVILDOSOFL el 09- 12-2022 19:04:39

Código documento Trilce: TRI - 0479829