



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Influencia de la aplicación de ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) en las propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Puno – 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA CIVIL**

**AUTORA:**

Manzano Velasquez, Beatriz (Orcid: 0000-0002-2226-0343)

**ASESOR:**

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto (Orcid: 0000-0002-4136-7189)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA - PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a Dios que ha guiado siempre mi camino el que me acompaña siempre, a mis padres, mis hermanos y en especial a Rodrigo, Camila y Anibal mi familia que han sido un gran soporte en cada uno de los pasos a seguir, para lograr esta meta.

### **Agradecimiento**

En primer lugar agradecer a Dios, por la dicha de seguir en esta vida, así como a mis padres por haberme forjado y brindado siempre su apoyo incondicional.

A mi compañero de vida que Dios puso en mi camino Anibal, que sin su apoyo no hubiera sido posible lograr esta meta, así también al Dr. Luis Alberto Vargas Chacaltana por su apoyo y orientación para lograr el desarrollo de la presente tesis.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>30</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	30
3.2. Variables y operacionalización.....	31
3.3. Población, muestra y muestreo.....	32
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.5. Procedimientos.....	35
3.6. Método de análisis de datos.....	48
3.7. Aspectos éticos.....	48
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>49</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>75</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>84</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>85</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXOS</b>	

## Índice de tablas

Tabla 1:	Características de la ceniza de thola .....	13
Tabla 2:	Tipos de cemento. ....	16
Tabla 3:	Tipos de cemento adicionado.....	16
Tabla 4:	Características técnicas del cemento RUMI IP.....	17
Tabla 5:	Requisitos granulométricos del agregado fino .....	18
Tabla 6:	Requisitos granulométricos del agregado grueso.....	19
Tabla 7:	Limites admisibles del agua para curado .....	20
Tabla 8:	Consistencia en función del asentamiento del cono de Abrams...	23
Tabla 9:	Clasificación del concreto por su resistencia.....	25
Tabla 10:	Tolerancia el tiempo del ensayo de resistencia .....	26
Tabla 11:	Determinación del número de muestras para la investigación.....	33
Tabla 12:	Análisis granulométrico el agregado grueso.....	37
Tabla 13:	Análisis granulométrico el agregado fino.....	38
Tabla 14:	Contenido de humedad del agregado grueso.....	39
Tabla 15:	Contenido de humedad del agregado fino.....	39
Tabla 16:	Peso unitario suelto del agregado grueso.....	40
Tabla 17:	Peso unitario compactado del agregado grueso.....	40
Tabla 18:	Peso unitario suelto del agregado fino.....	41
Tabla 19:	Peso unitario compactado del agregado fino.....	41
Tabla 20:	Características del agregado cantera Cutimbo.....	41
Tabla 21:	Resistencia requerida ( $f'_{cr}$ ).....	42
Tabla 22:	Consistencias y asentamientos.....	42
Tabla 23:	Volumen unitario del agua.....	43

Tabla 24: Contenido del aire.....	43
Tabla 25: Relación agua cemento.....	44
Tabla 26: Agregado grueso por unidad de volumen.....	44
Tabla 27: Dosificación de materiales .....	46
Tabla 28: Dosificación con ceniza de thola .....	47
Tabla 29: Asentamiento del concreto .....	52
Tabla 30: Peso unitario del concreto .....	54
Tabla 31: Contenido de aire del concreto .....	55
Tabla 32: Resultados de prueba de compresión a los 7 días .....	57
Tabla 33: Resultados de prueba de compresión a los 14 días .....	58
Tabla 34: Resultados de prueba de compresión a los 28 días .....	60
Tabla 35: Resultados de prueba de tracción a los 7 días .....	63
Tabla 36: Resultados de prueba de tracción a los 14 días .....	64
Tabla 37: Resultados de prueba de tracción a los 28 días .....	66
Tabla 38: Resultados de prueba de flexión a los 28 días .....	68

## Índice de figuras

Figura 1:	Thola especie (Parastrephia lepidophylla).....	12
Figura 2:	Composición química el cemento.....	15
Figura 3:	Equipo para prueba de revenimiento.....	21
Figura 4:	Tipos de revenimiento.....	22
Figura 5:	Determinación de la resistencia del concreto.....	26
Figura 6:	Esquemas de fracturas típicas de la resistencia a la compresión.....	27
Figura 7:	Esquema de la resistencia a la tracción.....	27
Figura 8:	Esquema del ensayo a flexión.....	28
Figura 9:	Calcinación de la thola .....	35
Figura 10:	Tamizado de ceniza de thola .....	35
Figura 11:	Imagen satelital de la cantera Cutimbo .....	36
Figura 12:	Curva granulométrica del agregado grueso .....	37
Figura 13:	Curva granulométrica del agregado fino .....	38
Figura 14:	Dosificación de la ceniza de thola .....	46
Figura 15:	Macrolocalización de Puno .....	49
Figura 16:	Microlocalización de Puno .....	50
Figura 17:	Determinación del asentamiento .....	52
Figura 18:	Asentamientos del concreto .....	53
Figura 19:	Peso unitario del concreto .....	54
Figura 20:	Contenido del aire del concreto .....	55
Figura 21:	Ensayo de resistencia a la compresión .....	56
Figura 22:	Resistencia promedio a la compresión 7 días .....	57
Figura 23:	Resistencia promedio a la compresión 14 días .....	59

Figura 24:	Resistencia promedio a la compresión 28 días .....	60
Figura 25:	Resumen de resistencia a la compresión.....	61
Figura 26:	Ensayo de resistencia a la tracción .....	62
Figura 27:	Ensayo de resistencia a la tracción 7 días .....	63
Figura 28:	Ensayo de resistencia a la tracción 14 días .....	65
Figura 29:	Ensayo de resistencia a la tracción 28 días .....	66
Figura 30:	Resumen de resistencia a la tracción .....	67
Figura 31:	Ensayos de resistencia a la flexión .....	68
Figura 32:	Resistencia promedio a la flexión 28 días .....	69

## Resumen

En la presente tesis de investigación que tuvo como objetivo general evaluar cómo influye la aplicación de la ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Puno- 2022, para lo cual se realizaron 4 dosificaciones de reemplazo del cemento con la ceniza de thola en proporciones de 5%, 7%, 9% y 10 % evaluándose la influencia de la ceniza de thola en el concreto en las propiedades físicas y mecánicas del mismo así como la determinación de resistencia promedio a la compresión, resistencia promedio a la tracción y resistencia promedio a la flexión como base para determinar calidad del concreto de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

Para el desarrollo de la investigación se utilizó la metodología de investigación de tipo aplicada, con un diseño cuasi-experimental con enfoque cuantitativo donde la ceniza de thola es objeto de estudio, la población está constituida por un conjunto de 90 probetas cilíndricas y 15 vigas que se ensayaron a 7, 14 y 28 días de curado, obteniendo resultados satisfactorios con 5% de sustitución para una consistencia plástica de concreto convencional la mayor resistencia a compresión obtenida a 28 días es con 5% de ceniza de thola que es de 226.92 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con la resistencia de la probeta patrón superándola en 1.65%, así también con respecto de la resistencia a la tracción se obtuvo buenos resultados con 5% de sustitución a los 28 días de 20.37 kg/cm<sup>2</sup> superando en 4.20% a la probeta patrón, al igual que en la resistencia promedio a la flexión se obtuvo resultados satisfactorios con 5% de ceniza de thola a los 28 días con 21.59 kg/cm<sup>2</sup> que es superior en 8.24% de la probeta patrón.

En esta investigación se llegó a la conclusión que la ceniza de thola si es posible reemplazar por el cemento en un porcentaje máximo de 5 % de sustitución del cemento ya que este influye favorablemente en las propiedades físico-mecánicas del concreto.

**Palabras clave:** Biomasa, cemento, ceniza, concreto, puzolana.

## Abstract

In this research thesis, which had as a general objective to evaluate how the application of thola ash (*Parastrephia lepidophylla*) influences the physical and mechanical properties of concrete  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Puno - 2022, for which 4 cement replacement dosages were carried out with thola ash in proportions of 5%, 7%, 9% and 10%, evaluating the influence of thola ash in the concrete on its physical and mechanical properties, as well as the determination of average compressive strength, average tensile strength and average flexural strength as a basis for determining concrete quality of  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

For the development of the research, the applied research methodology was used, with a quasi-experimental design with a quantitative approach where the thola ash is the object of study, the population is made up of a set of 90 cylindrical specimens and 15 beams that They were tested at 7, 14 and 28 days of curing, obtaining satisfactory results with 5% substitution for a plastic consistency of conventional concrete. The highest compressive strength obtained at 28 days is with 5% thola ash, which is 226.92 kg/ cm<sup>2</sup>, in comparison with the resistance of the standard test piece, exceeding it by 1.65%, as well as with respect to the tensile strength, good results were obtained with 5% substitution at 28 days of 20.37 kg/cm<sup>2</sup>, exceeding by 4.20% the Standard specimen, as in the average tensile strength, satisfactory results were obtained with 5% thola ash at 28 days, As in the average resistance to bending, satisfactory results were obtained with 5% thola ash at 28 days with 21.59 kg/cm<sup>2</sup>, which is 8.24% higher than the standard specimen.

In this investigation, it was concluded that the thola ash can be replaced by cement in a maximum percentage of 5% of cement substitution since this favorably influences the physical-mechanical properties of concrete.

**Keywords :** Biomass, cement, ash, concrete, pozzolana.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional el ligante más antiguo con propiedades cementantes, data de hace 7.000 años a.c, fue descubierto en 1985, en la construcción de la carretera Yiftah en Galilea. En América hace 5000 años, en el norte de Chile se descubren la primeras construcciones en piedra unidas por un conglomerante hidráulico o puzolana de origen vegetal procedente de la incineración de algas, estos constituían las viviendas rústicas habitadas por los indios; así también en el antiguo Egipto todos los materiales que se utilizaban en la construcción eran productos naturales que en algún caso, se sometían a procesos térmicos, es así que el cemento ha permitido el desarrollo de muchas civilizaciones en el pasado y muchos países, en la actualidad el cemento portland viene desarrollándose a nivel mundial a pasos agigantados por la necesidad de viviendas. asimismo, el consumo del cemento se ha incrementado a nivel mundial llegando a superar los 2.3 millones de toneladas anualmente, donde el país asiático China es considerado como el primer consumidor mundial, esto a su vez genera un gran impacto ambiental con las emisiones de CO<sub>2</sub> y su efecto que tiene en el calentamiento global. (Namarak y Col 2017). La preocupación por el impacto ambiental que se generan con las emisiones de CO<sub>2</sub> que se da en la fabricación de cemento, junto con el costo de dicho proceso son elevados, estas consideraciones han dado lugar a diferentes investigaciones con el fin de reducir el consumo de cemento, a través de la incorporación y/o sustitución de diferentes productos que puedan disminuir en un porcentaje el uso del cemento. Investigaciones recientes buscan revertir las emisiones de CO<sub>2</sub> que llega a una tonelada de dióxido de carbono por tonelada de cemento, sustituyendo el cemento portland en forma parcial o total con materiales alternativos (Ismail & Col., 2014).

A nivel nacional nuestro país no fue ajeno al resto de países latinoamericanos donde se tuvo gran acogida de construcciones con concreto para la construcción de infraestructuras de gran magnitud esto generó una gran demanda del cemento en las últimas décadas haciendo que esta industria tenga un crecimiento exponencial, a la par se ve como la industrialización de diferentes productos a gran escala viene perjudicando el medio ambiente mayormente

con las emisiones de CO<sub>2</sub> que es perjudicial para el ambiente y en este caso se ve reflejado en los cambios de clima radicales que se vienen presentando, es así que se realizaron estudios de las cenizas de material vegetal que se cuenta en las diferentes regiones como desecho producto de la industrialización y manufactura de diferentes productos que fueran capaces de reaccionar con compuestos del cemento y hacer que mejoren las propiedades físico mecánicas del concreto cuidando al mismo tiempo el medioambiente, además de reducir los costos en las construcciones puesto que las cenizas se consideran un desecho de las industrias y pueden ser empleados para sustituir al cemento en la elaboración de concretos.

A nivel regional no es muy conocido la utilización de cenizas en la elaboración del concreto, pero si se tiene estudios realizados con materiales de desecho de la agricultura. La thola está siendo utilizada como fuente de calentamiento de hornos artesanales para la producción de pan y ladrilleras, producto del mismo se producen cenizas que en muchas ocasiones no tienen ningún uso convirtiéndose en desechos, es por eso la necesidad de obtener mejores conocimientos sobre la aplicación de cenizas de origen vegetal y cómo influyen estos en las propiedades del concreto, siendo está de competencia de los ingenieros civiles, en el presente trabajo se determinará como es la influencia de la aplicación de ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) en la resistencia del concreto.

En ese contexto como problema general del presente proyecto de investigación tiene ¿Cómo influye la aplicación de la ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Puno - 2022?, Así también se tiene los siguientes problemas específicos ¿Cómo influye la aplicación de ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) en las propiedades físicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Puno - 2022?, ¿Cómo influye la aplicación de la ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Puno – 2022, ¿La dosificación con la aplicación de ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) influye en las propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Puno – 2022?.

Como justificación teórica hoy en día existe una gran variedad de diseños de concreto que contienen adiciones que forman parte del material cementante en el concreto, según los estudios realizados algunos de estos productos no tienen propiedades cementantes, pero cuando se utilizan simultáneamente con el cemento portland reaccionan generando propiedades cementantes. Dadas las circunstancias de la actualidad a nivel mundial el sector de la manufactura cementera se encuentra en la búsqueda y experimentación de otros materiales que puedan presentar características cementantes, así reducir la producción de cemento que indirectamente ayudaría a la disminución de gases como CO<sub>2</sub> que ocasiona el efecto invernadero que es perjudicial en el clima a nivel mundial, en la actualidad los materiales más investigados con los cuales se modifican los concretos son: Escorias de alto horno, residuos industriales de la fabricación de aceros, vidrios molidos, humo de sílices, puzolanas naturales y artificiales, cenizas volantes, arcillas, entre otros. Ghosh, R , Kumar (2013). Justificación Social la evolución de las tecnologías de construcción nos presenta retos en la construcción que deben ser resueltos y aplicarse en las diferentes edificaciones de diferentes sectores, esto nos permitirá obras civiles de mejor calidad mostrando nuevas alternativas en construcciones donde se emplee el reciclado de diferentes materiales. Justificación económica las cenizas son el resultado de la combustión de fibras vegetales (thola) que son incineradas aprovechando el poder calorífico que tienen y que al finalizar el proceso se obtiene ceniza que al ser un desecho tienen bajo costo. justificación ambiental el presente proyecto se da frente al progresivo incremento de residuos sólidos y su gestión inadecuada que se ha convertido en uno problemas actuales de mayor preocupación, por eso la necesidad de investigar en el presente proyecto nos ocuparemos en reunir información valiosa para realizar un adecuado diseño de mezclas con la aplicación de ceniza de thola que cumpla con las NTP así como las resistencias requeridas, asimismo se cree que el estudio de la aplicación de ceniza favorecerá al avance de conocimientos técnicos sobre el tema de concretos con adiciones puzolánicas de biomasa. La investigación propuesta es una investigación cuasi experimental, ya que los beneficios se conseguirán a partir de los resultados y conclusiones de la misma, como el diseño de mezclas y algunos aspectos que deben ser considerados al momento de la incorporación

de cenizas esperando más adelante se puedan realizar en procedimientos constructivos.

Como objetivo general se tiene: Evaluar cómo influye la aplicación de la ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Puno- 2022. así también se presenta los siguientes objetivos específicos: Determinar cómo influye la aplicación de ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) en las propiedades físicas del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Puno – 2022; Determinar cómo influye la aplicación de ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Puno – 2022; Determinar la influencia de la dosificación en la aplicación ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) en las propiedades del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Puno – 2022.

Como hipótesis para la presente tesis se tiene: La aplicación de la ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) influyen positivamente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Puno – 2022; y así también como hipótesis específica mencionamos los siguientes: la aplicación de la ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) influye en las propiedades físicas del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Puno – 2022; La aplicación de ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) influye en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Puno – 2022; La dosificación de la aplicación de la ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) influye en las propiedades del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Puno – 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales mencionamos a Rodríguez, A. & Tibabuzo, M. (2019), en su investigación de tesis que tienen como objetivo evaluar las mezclas de concreto utilizando como suplemento del cemento la ceniza de cascarilla de arroz, con un diseño de investigación experimental como resultados obtenidos experimentalmente según las normas técnicas determinó que la cascarilla de arroz contiene un buen porcentaje de sílice que es necesario para la actividad puzolánica ya que este compuesto es el que permite el aumento de la resistencia en el concreto con adiciones de 3, 5 y 15% no alcanzaron la resistencia esperada, con 10%, si se logró superar la resistencia patrón de 21 Mpa a los 7, 14 y 28 días de curado repetidamente observaron que a mayor tiempo de curado aumenta la resistencia de las muestras; en sus conclusiones mencionaron: que la ceniza de cascarilla de arroz fue obtenido por calcinación donde no tuvo vigilancia al momento de ser calcinado, en el análisis químico realizado se observó material puzolánico. Este producto no tuvo ningún proceso previo a la calcinación. como recomendaciones mencionan la importancia del control en el transcurso de elaboración de la ceniza, siendo necesario realizar procesos de molienda, tamizado y secado, con el fin obtener partículas homogéneas para que puedan reaccionar con el cemento adecuadamente en igualdad de condiciones.

Izquierdo, Juan P; Álvarez, María J Y Rojas Manuel (2019) en su investigación cuyo trabajo de investigación tuvieron como objetivo la utilización de ceniza que resulta del proceso de quema con bagazo de caña de azúcar como reemplazo parcial del cemento portland en sus conclusiones según varias investigaciones se ha venido utilizando la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBC), encontrando que en su composición química contienen alto contenido de  $\text{SiO}_2$  desde 60 a 78% dependiendo de la zona geográfica en que se encuentra, este es fundamental para actuar como material puzolanico en diversas investigaciones manifiestan que se garantiza hasta un máximo de 10% de reemplazo las propiedades el concreto se ven mejoradas haciéndolo más trabajable, disminuye su porosidad lo que incrementa la resistencia al ataque de agentes agresivos mencionan también que este tipo de adiciones

puzolánicas significan un impacto positivo para las regiones productoras del valle del Cauca ya que conlleva a la disminución del impacto ambiental principalmente por su aprovechamiento, evitando su disposición final en rellenos sanitarios y su consecuente contaminación al suelo o recurso hídrico.

Coyasamin Maldonado, Oscar Vinicio (2016) en su investigación de tesis que tiene por objetivo diseñar hormigón por medio de la inclusión de materiales con características puzolánicas como material alternativo del cemento portland. Con un tipo de investigación exploratorio experimental, como resultados a 28 días obteniendo  $262,30 \text{ kg/cm}^2$  con 15 % de ceniza de cáscara de arroz y con 30% de ceniza de cascara de arroz un valor de  $245.03 \text{ kg/cm}^2$  así también con 15% de ceniza de bagazo de caña a los 28 días obtuvo un valor de  $304,30 \text{ kg/cm}^2$  y con 30% un valor de  $233.60 \text{ kg/cm}^2$  menciona que al sustituir el cemento hasta en un se tiene un comportamiento superior en comparación con el normal en un 23% evidenciando que las cenizas aumentan la resistencia pero no, interviene en la Trabajabilidad, con una sustitución de 30% de ceniza las resistencias bajan pero son aceptables, en conclusiones menciona que la cenizas de bagazo de caña de azúcar funciona mucho mejor que las cenizas de cascara de arroz, en recomendaciones menciona que se debe trabajar con agregados de cantera que cumplan con la norma y realizar el proceso adecuado de compactación y curado del concreto.

En antecedentes nacionales se tiene a Mejia E, (2020) cuyo objetivo de investigación fue evaluar el porcentaje de reducción de cemento con la adición de ceniza de tallo de espiga de cebada, este estudio tiene como tipo de estudio metodológico cuantitativo y descriptivo, como resultados menciona para cada tipo de diseño adicionando 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de ceniza de tallo y espiga de cebada, se obtuvo los siguientes resultados  $235.73 \text{ kg/cm}^2$ ,  $237.6 \text{ kg/cm}^2$ ,  $229.27 \text{ kg/cm}^2$ ,  $200.21 \text{ kg/cm}^2$ ,  $191.5 \text{ kg/cm}^2$ ,  $177.01 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente en cuanto a la resistencia a la compresión, observando que con la proporción de 5% de ceniza de tallo y espiga de cebada se obtuvo buenos resultados que superaron la muestra patrón y a los demás especímenes por lo que determinó que el porcentaje optimo es de 5% para un  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  así también en sus conclusiones manifiesta que el concreto con ceniza de tallo y

espiga de cebada logro obtener la granulometría deseada donde más del 91% paso la malla 200 que se catalogó como ceniza del grupo F y presenta mayor beneficio técnico-económico que el concreto convencional y como recomendaciones manifiesta el uso del 5% de ceniza en reemplazo del cemento siempre realizando el análisis para garantizar que cumpla con la norma.

Velásquez Real, Yuniors (2018) en su tesis de grado que menciona como objetivo determinar la resistencia a la compresión en un concreto con 15 % de sustitución de cemento por ceniza de cola de caballo comparando con un patrón, con tipo de investigación aplicada de diseño experimental con enfoque de investigación cuantitativa, en resultados menciona que se realizó la calcinación a 400 grados centígrados por un tiempo de dos horas, obteniendo una ceniza con un PH de 10.41 así también la ceniza presentó un 12.473% de óxido de calcio, en cuanto a las resultados de ensayos de compresión con 15 % de ceniza de cola de caballo se obtuvo 190.62 kg/cm<sup>2</sup> 281.53 kg/cm<sup>2</sup> y 245.02 kg /cm<sup>2</sup> a las edades de 7, 14 y 28 días de edad observándose un resultados aceptable con respecto a las muestras patrón donde sus resistencias a las mismas edades se encuentran con menor valor así que se pudo apreciar el aumento de la resistencia en un 8.82 % en comparación con la muestra patrón con 28 días de edad. En conclusiones menciona que la cola de caballo cambia de estado a partir de los 400 grados centígrados, según el diseño de mezclas la relación agua cemento fue de 0.739 y un asentamiento de 3.5” como recomendaciones menciona que falta más investigación con mayores temperaturas de calcinación y tamaños más finos de la ceniza así como el porcentaje de sustitución.

Huacho M., & Ronceros J. (2021) es su tesis de investigación que tiene como objetivo como influye la adición de ceniza de Stipa lchu en el diseño de mezclas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para estructuras de edificación de tipo de investigación aplicada nivel explicativa método descriptivo como resultados se pudo verificar la positividad de la resistencia a la compresión con cenizas de Stipa lchu en porcentajes de 2, 4, 7, 8% de proporción los resultados con 8 % de adición son los siguientes en 201.00 kg/cm<sup>2</sup> para 7 días , para 14 dias 257.00 kg/cm<sup>2</sup> y 311.00 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días con 7 % de adición concluyendo

que en todas las adiciones muestran incremento de la resistencia a compresión del concreto, en conclusiones manifiestan que las cenizas de Stipa Ichu presenta un 57.66% de  $\text{SiO}_2$  y 14.67 de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  en recomendaciones recomiendan proponer obras de edificación con 8% de adición ya que estos presentan resultados superiores a los de la muestra patrón.

Antecedentes locales: Lencinas F., Incahuanaco B.(2017) cuyo objetivo fue determinar la influencia física y mecánica en las mezclas de concreto sustituyendo ceniza de paja de trigo, tipo de investigación experimental como resultados menciona: Al utilizar ceniza de paja de trigo como sustituyente del cemento portland puzolánico se obtuvo resultados a los 28 días con un porcentaje de 2.5% y 5% del peso del cemento portland puzolánico un asentamiento de 2.6 y 2.1 pulgadas respectivamente, así también se observó la disminución de la trabajabilidad, después del proceso de calcinación se realizaron análisis a la ceniza de paja de trigo en cuanto a su composición química en los resultados se pudo apreciar que cumple con la norma ASTM C 618-3 para el uso de porcelanas por calcinación o artificial ; en valores de 2.5 y 5% de sustitución la resistencia se mantiene, siempre manteniendo la misma relación agua cemento para todas las pruebas, resultando más económico en comparación con la muestra patrón, menciona en conclusiones que como referencia utilizó productos diferentes en los que se manipulaba ceniza en el concreto porque no obtuvo antecedentes con el mismo producto. Los demás materiales usados (Agua y Agregados) fueron los más convencionales que encontró, la incineración de paja de trigo no es dañino para el medio ambiente por el bajo contenido de gases que presenta. así también que la adición de la ceniza de paja de trigo no aporta Trabajabilidad a la mezcla ya que esta se reduce en la medida que se va aumentando la ceniza y como recomendaciones tiene tener en consideración el porcentaje de adición de la ceniza así como la caracterización de la misma según ASTM C 618 – 03 considerando que cada puzolana reacciona de diferente forma según el proceso de obtención de la misma.

En otros idiomas se tiene Michael C. (2021), To study the effects of the application of sugarcane bagasse ash for concrete with portland cement (CPC)

and fly ash (FA). The sugarcane bagasse ash was used without any treatment only with sieving through a No. 75  $\mu\text{m}$  mesh (ASTM) for four minutes. In addition to the control test, three concrete mixes were prepared: the control mix (C) with 100% CPC; a mixture with 80% CPC, 20% FA and 0% UTSCBA (T0); a mixture with 70% CPC, 20% FA and 10% UTSCBA (T1); and a mixture with 60% CPC, 20% FA and 20% UTSCBA (T2). The properties of the concretes in the fresh and hardened state, the resistance to compression, were studied. The results indicate that UTSCBA can be considered a pozzolan. UTSCBA particles must be heterogeneous of only one size and shape with one that is very similar to that of cement. Considering the volume of pores that the use of UTSCBA has, it is high, which leads to a decrease in workability and volumetric weight; but quite the opposite with the air content and the temperature that are not affected. According to the results at early ages, the high carbon content affects the strength of the concrete. Thus, it is concluded that ash addition affects resistance at an early age but later it rises, exceeding the standard sample.

Jakub Popławski & Małgorzata Lelusz (2021) according to this author, biomass combustion is very necessary to see sustainable energy in the process, with the convenient use of by-products that are the result of it, this represents a growing challenge for the energy industry. Biomass ash is a great alternative in the use of concrete production to replace cement. For the physical and mechanical activation of these products, the grinding of ash is necessary and or it could be through the application of active silica in the form of silica fume, as possible methods to activate the biomass flyers. An analysis of setting time, compressive strength and water absorption is performed on hardened concrete. Although all the activation methods influenced the development of the concrete's compressive strength, shaking is essential for biomass fly ash as it improves the conditions for a concrete with good strengths. The use of active silica in the form of silica fume improves the results according to the analysis carried out in the compression test.

Yang, Z., Huddleston, J. & Brown, H (2016) In their research thesis they used wood ash in order to replace cement, they obtained tests to analyze the properties of the application of wood ash in concrete as the main objective.

Where they realized that wood ash could be successfully added to conventional concrete. Specifically, the application of wood ash not only accelerated the setting, it was possible to observe the improvement in the initial compressive strength, as well as maintaining the strength over the life of the structure. , essentially when combined with class C or class F fly ash.

En artículos científicos Slobodan, Mirjana, (2017) es su estudio que tuvo como objetivo analizar las cenizas provenientes de residuos de cosechas con varias pruebas de evaluación con un diseño experimental menciona en sus resultados los factores que afectan la reactividad de las puzolanas es su finura, contenido de fase amorfa y composición química que con el proceso de molienda que se realizó tuvo un impacto positivo en su índice de activación mecánica, la sílice reactiva es la clave como parámetro que determina el potencial puzolánico de un material, con esto afirma que la molienda y la composición química son eficientes en la producción de materiales puzolánicos a partir de residuos de biomasa y estos ofrecen una oportunidad para la creación de nuevos compuestos sostenibles a base de cemento y representa una ruta amigable ambientalmente hablando.

Según Señas, Maiza, Marfil, Priano & Valea (2017) en su investigación que tiene objetivo estudiar el comportamiento de los morteros con la inclusión de cenizas de cascara de girasol método de diseño experimental en sus resultados menciona al realizar que en proporciones de 10 y 15% el concreto demora en fraguar, en las pruebas realizadas de flexión y tracción a los 7 y 28 días de edad pudo verificar que disminuyeron a medida que se incrementa el porcentaje de ceniza en este caso se pudo apreciar que la ceniza de girasol no fue posible incorporar en el concreto en los porcentajes de 10 y 15 %.

Según Wei Wang y otros (2021) Desde la aplicación de manera práctica y el desarrollo de los desechos agrícolas para la utilización como materiales de construcción en los últimos años están mostrando un gran potencial desde diferentes puntos de vista que se pueden dividir en reemplazo del cemento, reemplazo de agregados, y refuerzo de fibra , las características que tienen los residuos es que son de bajo costo o de un costo extremadamente bajo, ya se ha visto que generan rendimientos aceptables en las propiedades mecánicas y

durabilidad del concreto, sin embargo también reducen algunas propiedades según los experimentos encontrados así también el desempeño del desecho dependerá de la región, niveles de madurez, pre tratamiento, etc mostrando diferentes desviaciones en los resultados de las prueba, por lo tanto de estos dependerá si ayudan a mejorar las propiedades del hormigón respetuoso con el medio ambiente y así prevenir el agotamiento de los recursos naturales, sino también prevenir el agotamiento de los recursos naturales y la escasez causada por la explotación excesiva de canteras y agregados mineros, así como la contaminación ambiental ecológica causada por las emisiones de dióxido de carbono. En el futuro, se reutilizarán cada vez más desechos en el campo de los materiales de construcción, lo que será una perspectiva brillante para el desarrollo sostenible.

Como bases teóricas tenemos: La thola (*Parastrephia lepidophylla*) nombre que proviene del origen aimara cuyo significado es “leña”, es una especie forestal que crece entre los 3,500 y 4,200 metros sobre el nivel del mar, así como otras especies como queñuales y pajonales que se encuentran en las regiones de Ayacucho, Moquegua Tacna y Puno. Tiene un alto poder calorífico porque contiene un compuesto llamado lignina así como la dureza y el grosor de sus tallos debido a este compuesto se le confiere el atributo como leña combustible ecológico de uso doméstico e industrial por parte de las panaderías artesanales. La thola es un arbusto resinoso, posee una fragancia muy aromática, crecimiento erguido y de hojas lisas y brillantes, que puede superar 1,5 m de altura. Se identifica por presentar ramas muy delgadas y densamente protegidas por hojas apretadas, que miden tan sólo 1,5 mm, con flores de color amarillo - anaranjadas. Su habitat se da en zonas de la puna del Perú, Bolivia, Chile y Argentina, la thola se encuentra en varios sectores de la meseta altiplánica, está se constituye, principalmente por especies de los géneros *Parastrephia* y *Baccharis*.<sup>1</sup>

La thola tiene la siguiente clasificación taxonómica; De Clase Dicotiledoneae; con la Sub Clase Sympetales; de Orden Campanudales; Familia Compositae

---

<sup>1</sup> (TRIVELLI, 2009)

(Asteraceae); Genero Parastrephia; Especie Parastrephia lepidophylla; Nombre común Koa; Tanta t`ula, Thola.<sup>2</sup>

Figura 01 : thola especie (Parastrephia lepidophylla)



*Fuente: Manual de manejo y uso sostenible de la thola*

La propagación de la Thola, o repoblación de la pradera de tolares se puede realizar con la intervención de la mano del hombre por rebrote de las plantaciones o en forma natural que se da cuando el fruto está maduro este desprende su semilla y es trasladada por el viento o las precipitaciones lo que se conoce con el nombre de brinzal : Este tipo de propagación seda en el cuello o corona de la planta madre<sup>3</sup>.

Los tólares ocupan grandes áreas de los andes en el altiplano, son oriundos del sur y el alto andino árido y semiárido, son plantaciones que tiene amplio rango de adaptación es decir que puede encontrarse en suelos francos, franco arenoso y también en suelos franco arcillosos en áreas de abanico y de pampa donde se ubica mayormente la suputola.

Según investigaciones son numerosos los atributos que se le confiere, pero principalmente es utilizado como leña, también es conocido por evitar la erosión de los suelos, en la medicina tiene muchos usos, así también es utilizado para el teñido de prendas y lanas, un pequeño porcentaje es utilizado para la alimentación de llamas. Actualmente es muy reducida la importancia que se le brinda a la producción forestal, aunque a nivel nacional se tiene grandes

---

<sup>2</sup> (CABRERA, 1978)

<sup>3</sup> (QOLLASUYO , 2003)

extensiones de vegetación arbórea y arbustiva. Sin embargo, anteriormente era bastante intenso el uso de la vegetación para el combustible de las personas en sus hogares y en la panificadora artesanal que ha venido siendo reemplazado por el uso del gas. Para este fin se aprovechan especialmente los tolares *Baccharis tricuneata* y *Parastrephia lepidophylla*.<sup>4</sup>

En un estudio realizado por González (1994) sobre la densificación y el poder calorífico en especie leñosas nativas alto andinas, manifestó que la (suputola) (*Parastrephia lepidophylla*) es buen combustible, sobresaliendo sobre otras especies arbustivas.

Tabla 01: Características químicas de la ceniza de thola

Descripción	(%)
SiO <sub>2</sub>	33.40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.29
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.92
CaO	18.52
MgO	3.87
Na <sub>2</sub> O	5.86
K <sub>2</sub> O	17,64
LOI	7.00

*Fuente : Laboratorio analíticos del sur E.I.R. Ltda. Arequipa.*

Según los resultados realizados en laboratorio se determina las sumatorias de los siguientes compuestos (SiO<sub>2</sub>) + (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) + (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) resultando la suma total de 42.47%, con estos resultados se asemejaría a una ceniza de clase C por la cantidad de cal que presenta de 15 y 30%, según la norma ASTM C 618 estas son llamadas cenizas sulfocálcicas, o hidráulicas comportándose como aglomerantes hidráulicos.

Cenizas uno de los principales usos que se le atribuye a las cenizas producto de residuos agroindustriales es para mejorar y fertilizar suelos agrícolas para productos de autoconsumo, sin embargo, estas contienen trazas de elementos peligrosos lo que origina una gran inquietud en las poblaciones por los efectos

---

<sup>4</sup> (QOLLASUYO , 2003)

secundarios en la salud y el medioambiente. Otra de las aplicaciones que actualmente se viene estudiando con bastante énfasis con las cenizas de biomasa es para mejorar propiedades de los materiales constructivos como reemplazo o sustitución en el cemento<sup>5</sup>.

La actividad puzolánica de un material es la capacidad que tenga el mismo para fijar el hidróxido de calcio en presencia del agua, lo que conlleva a tener productos que no se puedan disolver y adquieren resistencia mecánica, esta propiedad es la más importante que se está estudiando en las cenizas esta es una de las principales razones para emplearlas en el concreto, así también dependiendo de la composición química que se presente esta puede ser viable o no, reaccionando con el cemento portland en el proceso de hidratación. Por otro lado la porción de inquemados o carbón no debe superar el 10 % este es perjudicial en la actividad puzolánica.

Según la norma ASTM C 618, Se las cenizas se dividen en tres tipos; Clase N que son consideradas puzolanas naturales como cenizas volcánicas y tierras diatomáceas como las pizarras y arcillas ya sean calcinadas o sin calcinar; clase F que normalmente es la ceniza volante que se produce por la incineración del carbón antracítico o bituminoso donde los óxidos de  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$  y  $SiO_2$  sumados como mínimo representan el 70% del total; clase C que es una ceniza procedente de la calcinación de carbón sub bituminoso donde la suma de óxidos de  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$  y  $SiO_2$  es como mínimo de 50%. Otra clasificación de debe a la concentración de elementos que serían cenizas volantes silíceas o V y cenizas calcáreas o W según RC-08 son materiales de propiedades hidráulicas en forma de polvo.

En los lugares donde no se encuentren donde no existe industrialización y que aún están en proceso de desarrollo no se cuenta con grandes industrias de donde puedan obtener cenizas volantes o escorias de hornos, sin embargo se vienen realizando esfuerzos de estudios con cenizas de residuos agrícolas comparándolos con los industriales que se mencionaron anteriormente, entre los más reportados en la literatura se tienen las cenizas de: arroz, aserrín, paja

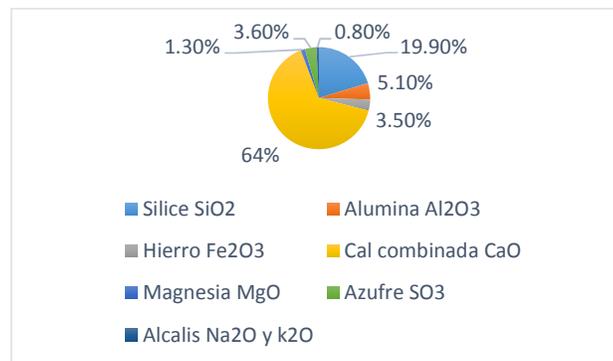
---

<sup>5</sup> (VASSILEV SV., 2013)

de trigo, bagazo de caña de azúcar, residuos de maíz etc. En numerosos estudios se vienen estudiando la posibilidad de aplicar cenizas como sustitutos del cemento, hasta la fecha la ceniza con mayor contenido de sílice en % es la ceniza de cascara de arroz que presenta un 88% de contenido de sílice que se obtuvo a una temperatura de calcinación de 600 °C hasta un 10% de sustitución<sup>6</sup>.

Componentes del concreto: como principales componentes del concreto tenemos al cemento, los agregados fino y grueso, y el agua, que deben cumplir con las especificaciones técnicas para obtener concretos adecuados según sus especificaciones que se requieran con las resistencias necesarias y las condiciones requeridas para cada tipo de proyecto, una de las funciones del agua y la arena es actuar como conglomerante para articular las arenas del agregado grueso inundando los vacíos que se forman cuando se unen los componentes.<sup>7</sup> Cemento para la producción del cemento se realiza un proceso de pulverización del clinker que es un producto derivado de la calcinación de materia prima como los calcáreos y arcillas a altas temperaturas, que principalmente están compuestos de silicato tricálcico el cual le otorga la resistencia inicial y este interviene directamente en el calor de hidratación seguido del silicato dicálcico, que es quien define la resistencia a largo tiempo.

Figura 02 : Composición química del cemento



*Fuente: Materiales de construcción <https://ocw.unican.es>*

<sup>6</sup> (análisis y efectos de la ceniza de cascara de arroz en la hidratación de materiales cementosos, 2016)

<sup>7</sup> (HARMSSEN, 2005)

Existen diferentes tipologías de cemento que están detallados en la norma técnica ASTM-C 150-99.

Tabla 02 :Tipos de cemento

<b>TIPOS DE CEMENTO</b>	<b>PROPIEDADES</b>
Tipo I	De uso general sin propiedades específicas
Tipo II	Tiene alguna resistencia al arremetida de los sulfatos
Tipo III	Elevado calor de hidratación y resistencia temprana
Tipo IV	Bajo calor de hidratación
Tipo V	Alta resistencia al ataque de sulfato

*Fuente: Norma ASTM-C- 150-99.*

En la norma ASTM-C están definidos las particularidades de los cementos adicionados que tienen escorias y puzolanas incluidas que hacen variar el comportamiento del concreto.

Tabla 03 :Tipos de cemento adicionados

<b>TIPOS DE CEMENTO</b>	<b>PROPIEDADES</b>
<b>Tipo IS</b>	Que contiene entre 2.7 y 70% en peso de escoria de horno.
<b>Tipo ISM</b>	Contiene 25% en peso de escoria de horno
<b>Tipo IP</b>	Que posee 15 Y 40% en peso de puzolana
<b>Tipo PM</b>	Contiene 15% en peso de puzolana

*FUENTE: Norma ASTM- C-595-00*

En la estructuración química el cemento portland se tiene como principal elemento los siguientes minerales al CaO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> que provienen de minerales como la caliza, arcilla, piritita, hematita, que al ser calcinados en hornos a altas temperaturas alrededor de 1450 °C estas se recombinan para formar los oxidos que forman el Clinker.

Los materiales puzolánicos que reaccionan en la hidratación del cemento, son el agua y el hidróxido de calcio que actúan como aglomerantes que al combinarse con el agua forman silicatos y aluminatos de calcio hidratados quedando el calcio libre o portlandita que en conjunto con el uso de cenizas en el concreto promueve la generación de productos de hidratación adicionales y suplementarios, En el Perú podemos encontrar los cementos de tipo I, tipo II,

tipo V, tipo IP Y tipo IPM, Del mismo modo en algunos cementos que reducen la contracción de fraguado.<sup>8</sup>

El cemento empleado en el presente proyecto de investigación es cemento RUMI IP que es un cemento de alta durabilidad que permite que el concreto tenga cualidades óptimas para cualquier tipo de obra.

**Tabla 04 : Características técnicas del cemento RUMI IP**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS						
REQUISITOS	CEMENTO RUMI TIPO IP		REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595			
<b>REQUISITOS QUÍMICOS</b>						
MgO (%)			6.00 Máx.			
SO <sub>2</sub> (%)	1,5 a 3,0		4.00 Máx.			
Pérdida por ignición (%)	1,5 a 4,0		5.00 Máx.			
<b>REQUISITOS FÍSICOS</b>						
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2,75 a 2,85		-			
Expansión en autoclave (%)	0,07 a 0,03		-0.20 a 0.80			
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170 a 270		45 a 420			
Contenido de aire	2.5 a 8,0		12 Máx			
<b>REQUISITOS NORMA NTP 334.099 ASTM C-150 (CEMENTO TIPO I)</b>						
Resistencia a la compresión	Kg/cm <sup>2</sup>	MPa	Kg/cm <sup>2</sup>	MPa	Kg/cm <sup>2</sup>	MPa
3 días	175 a 200	17.1 a 19,6	133 Min	13	122 Min	12Min
7 días	225 a 255	22 a 25	204 Min	20	194 Min	19 Min
28 días	306 a 340	30 a 33,3	255 Min	25	-	-
<b>Resistencia a los sulfatos</b>						
	%		%			
% Expansión a los 6 meses	< 0,04		0.05 Máx			
% Expansión a 1 año	< 0,05		0.10 Máx			

*Fuente : Ficha técnica cemento RUMI IP*

Los agregados representan del 70 al 75 % del volumen del concreto endurecido, y la otra parte lo conforma la pasta de cemento endurecida, y el agua que no actuó en la hidratación del cemento más los vacíos de aire. Indudablemente, estos no ayudan a la resistencia del concreto, mucho mejor sería que los agregados puedan empaquetarse densamente para mejorar su comportamiento a la intemperie, es ese sentido es fundamental la gradación del agregado.

El agregado fino así como el grueso son los que componen la parte inerte del concreto es decir no interviene ni interactúan químicamente en las reacciones que se dan entre el cemento y el agua, por lo que todos los materiales a emplear en el concreto deben ser limpios y libres de materiales extraños, cumpliendo con las normas para la gradación del concreto especificado en la norma.

Para el agregado fino se determina el módulo de fineza que permitirá determinar qué tan grueso o fino es el agregado, este se realiza mediante

<sup>8</sup> (HARMSSEN, 2005)

cálculo de la sumatoria de las proporciones de retención acumuladas en los tamices dividiendo por 100, según la ASTM el módulo de finura no deberá ser superior a 3.1 ni inferior a 2.3

Tabla 05: Requisitos granulométricos del agregado fino

Requisitos del agregado fino	
Tamiz estándar	% que pasa el tamiz en peso
3/8"	100
#4	95 a 100
#8	80 a 100
#16	50 a 85
#30	25 a 60
#50	10 a 30
#100	2 a 10

FUENTE : Norma ASTM-C-33-99

El agregado grueso que queda conformado por rocas graníticas, dioríticas y sieníticas en su mayoría o también están considerados como agregado grueso la piedra partida o chancada de las riveras de los ríos, al igual que el agregado fino deben cumplir los requisitos de granulometría dentro de los límites especificados y especificaciones en cada caso para cada proyecto dependiendo del uso y el tipo de concreto que se requiera con una conveniente trabajabilidad en función de las circunstancias que deberá requerir para una adecuada la colocación de la mezcla.<sup>9</sup>

Uno de los factores que determina un adecuado agregado es el tamaño máximo del agregado que es la menor dimensión de la malla por el cual este debe pasar mayormente, que se determina por el análisis granulométrico denominado tamaño máximo nominal (TMN)

---

<sup>9</sup> (HARMSSEN, 2005)

**Tabla 06: Requisitos granulométricos para el agregado grueso**

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS												
	100 mm (4")	90 mm (3 1/2")	75 mm (3")	63 mm (2 1/2")	50 mm (2")	37.5 mm (1 1/2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	4.75 mm (Nº 4)	2.36 mm (Nº 8)	1.18mm (Nº 16)
90 mm a 37.5 mm (3 1/2 a 1 1/2")	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
63 mm a 37.5 mm (2 1/2 a 1 1/2")	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
50 mm a 25 mm (2 a 1")	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
50 mm a 4.75 mm (2" a Nº 4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-
37.5mm a 9 mm (1 1/2 a 3/4")	-	-	-	-	100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-
37.5mm a 4.75 mm (1 1/2 a Nº 4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-
25 mm a 12.5 mm (1 a 1/2")	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-
25 mm a 9.5mm (1 a 3/8")	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0a 5	-	-
25 mm a 4.75 mm (1 a Nº 4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-
19 mm a 9.5mm (3/4 a 3/8")	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-
19 mm a 4.75 mm (3/4 a Nº 4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-
12.5 mm a 4.75 mm (1/2 a Nº 4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-
9.5 mm a 2.56 mm (3/8 a Nº 8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
9.5 mm a 1.18 mm (3/8 a Nº 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10
4.75 mm a 1.18 mm (Nº 4 a Nº 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10

Fuente: NTP 400.037 -2014

El agua que se maneja para la producción del concreto debe ser exenta de impurezas de preferencia debe ser agua potable, como función principal del agua se tiene hidratar el cemento, pero a la vez incrementa la trabajabilidad del concreto, siempre el agua debe cumplir con lo estipulado en las normas técnicas.

Tabla 07: Límites admisibles del agua para curado

<b>Descripción</b>	<b>Lim. Permisible (máx.)</b>
Sólidos en suspensión	5000 p.p.m
Alcalinidad (NAHCO <sub>3</sub> )	1000 p.p.m
Cloruros (Ion Cl <sup>-</sup> )	1000 p.p.m
Sulfato (Ion SO <sub>4</sub> )	600 p.p.m
Materia orgánica	3 p.p.m
PH	5 a 8

*Fuente: NTP 339.088*

Las adiciones minerales que se viene utilizando como la ceniza volante y la escoria de alto horno son materiales que no poseen propiedades cementantes estos solo actúan en presencia del cemento portland y ayudan al concreto endurecido en sus propiedades, los materiales cementantes suplementarios se añaden al concreto para formar parte del conjunto haciendo un producto cementante total. Se menciona en diferentes investigaciones que se puede utilizar como adición o como reemplazo parcial del cemento, el principal objetivo de las adiciones es mejorar una o varias propiedades del concreto, buscando mejorar la resistencia los diferentes productos pueden actuar solos o combinar dos o más de los materiales, siempre con la idea de mejorar las propiedades del concreto.

Los aditivos que se utilizan para los concreto pueden ser líquidos o en polvo, son sustancias que al ser incrementadas al concreto algunas afectan sus propiedades en estado fresco o endurecido, estos pueden ser aditivos químicos o aditivos minerales, entre los principales se puede mencionar a los plastificantes y superplastificantes, así también existen los incorporadores de

aire y los controladores de fragua, que deben cumplir normas ASTM donde se muestran sus especificaciones par cada caso <sup>10</sup>

Propiedades del concreto fresco son las más importantes que deben ser consideradas dentro de las primeras 48 horas de vida esto garantizara el buen desempeño a lo largo de su vida útil y puede verse reflejado en las características del concreto endurecido; las principales características del concreto son cuatro: La trabajabilidad que es muy importante y tiene muchas aplicaciones como su característica principal tiene la facilidad con que se mezclaran los materiales directos y esa mezcla pueda manejarse, transportarse y colocarse con sin perder homogeneidad del concreto; la durabilidad para decir que el concreto es durable debe ser capaz de resistir las inclemencias del tiempo a la intemperie así como la acción de diferentes procesos de desgaste o químicos a los cuales estará sometido en su vida útil; la impermeabilidad es otra de las propiedades muy importantes no muy estudiadas pero que con frecuencia se puede mejorar reduciendo la cantidad de agua de la mezcla o en todo casos con aditivos; la resistencia esta propiedad es una de las que más se da importancia, la resistencia se determina en laboratorio aplicando una fuerza de compresión y esta aumenta en un periodo largo casi siempre la medida se da a los 28 días la unidad de medida de la resistencia es en Kg/cm<sup>2</sup> .<sup>11</sup>

Revenimiento o cono, es la prueba más antigua que se utiliza normalmente para la medición de la trabajabilidad apareció desde 1922 con la norma ASTM C143, el equipo cono de Abrams es un muy simple de manejar que consta de un cono metálico , donde se llena con concreto en tres capas de similar volumen, en cada capa se varilla con una varilla de 16 mm de diámetro ,hasta llenar completamente, luego se enraza para posteriormente se quita las sobras y se quita el exceso, una vez levantado el molde se mide la diferencia de altura entre el cono y el concreto, el proceso de medición debe ser máximo de 2.5 min.

---

<sup>10</sup> (HARMSSEN, 2005)

<sup>11</sup> (FREDERICK S., 1992)

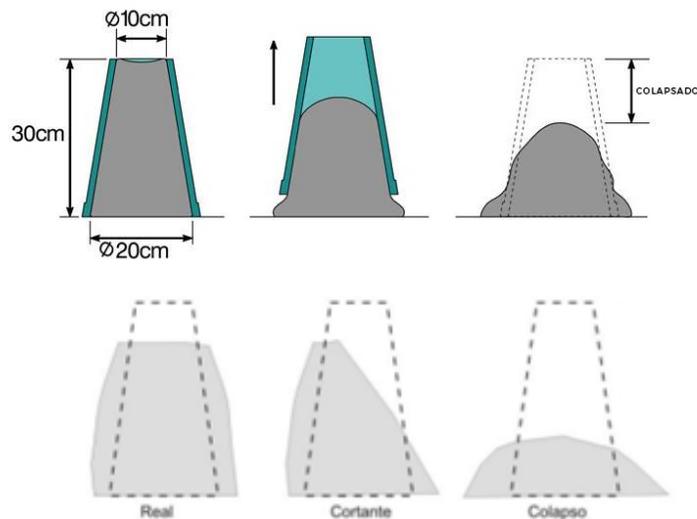
Figura 03 : Equipo para prueba de revenimiento



*Fuente: Material test equipments Slump Cone Test Set*

Tipos de revenimiento: el revenimiento es el asentamiento que se produce en el concreto, que puede presentarse, por cortante, real o colapsado, el revenimiento por cortante indica la falta de cohesión de la mezcla propensa a segregación que indica que el concreto no es adecuado, revenimiento real es cuando el asentamiento es general sin rotura de la masa, y el revenimiento colapsado nos indica que el concreto es pobre y posiblemente sea una mezcla muy húmeda normalmente se presenta en concretos autocompactables .

Figura 04 : Tipos de revenimiento



*Fuente: prueba de revenimiento del concreto PREXON*

La segregación del concreto es cuando se presenta separación de los componentes en estado fresco que normalmente se presenta en una mezcla no uniforme donde existe separación del mortero y del agregado grueso, es una medida empírica ya que no se cuenta con pruebas de segregación, pero de fácil identificación, los factores que influyen en la segregación son, el tamaño de la partícula mayores de 25 mm, partículas mal proporcionadas, la gravedad específica de los agregados, cantidad de finos, forma del agregado, mezclas demasiado secas o demasiado húmedas.

El asentamiento del concreto es otra propiedad relacionada a la consistencia esta característica es el consecuencia de la cantidad de líquido suministrada en la preparación del concreto, estas medidas son tomadas cuando el concreto se encuentra en estado fresco en el cono de Abrams antes del proceso de fraguado.

Tabla 08: Consistencia en función del asentamiento del cono de Abrams

CONSISTENCIA	ASIENTO (cm)	TOLERANCIA (cm)
SECA	0-2	±0
PLASTICA	3-5	±1
BLANDA	6-9	±1
FLUIDA	10- 15	±2
LIQUIDA	16 - 20	±2

*Fuente: Prueba de revenimiento del concreto PREXON*

La exudación es un proceso donde el agua realiza un movimiento en forma ascendente después de haber realizado la compactación del concreto, pero antes que se encuentre en estado fraguado. El agua sobresale hacia la superficie lo que se conoce como el proceso de exudación del concreto. Una buena exudación manifiesta un buen concreto, la exudación también puede ocurrir por los vacíos, que se crea en el concreto esto ocasiona la falta de durabilidad, este vacío se presenta por la presencia de partículas grandes o acero de refuerzo, ocasionando que se debilite y se reduzca la adherencia sin embargo este proceso se puede reducir incrementando la finura del cemento o

utilizando puzolanas, aumentando el índice de hidratación, reduciendo el contenido de agua.

Una forma para garantizar que el concreto tenga durabilidad, para una mejor protección del acero frente a la corrosiones es que este sea apto para conservar sus propiedades en el tiempo de vida útil que se le calcula, para que no afecte la corrosión es necesario un concreto de baja permeabilidad reduciendo la relación agua cemento esto permitirá prolongar la vida del concreto frente a diferentes circunstancias de intemperismo al reducir los poros capilares con una compactación adecuada de esta forma se consigue la menor cantidad de poros posibles. (Instrucción de Hormigón Estructural. EHE).

Al adicionar cenizas en las mezclas de concreto se busca mejorar la demanda de agua adecuada para mejorar la trabajabilidad, que produce un incremento en la plasticidad y por lo tanto una mayor cohesión esto nos permitirá la reducción en el monto de cemento utilizado, pero generara un crecida en los tiempos preliminares y última etapa de fraguado, sin embargo un efecto beneficioso será la menor fisuración por retracción de la resistencia inicial y final, por la cantidad de poros que se verá disminuida, esto llevara a disminuir el ataque de gentes externos.

Para la dosificación de mezclas del concreto se debe verificar los requerimientos ya que de estos dependerá la calidad de la pasta, una manejabilidad apropiada en el transcurso de vaciado, así como la relación agua cemento.<sup>12</sup>

Tenemos el análisis granulométrico de los agregados según norma técnica estos son aplicados para el diseño de mezclas donde deben ser considerados el tamaño máximo nominal del agregado teniendo en consideración que el agregado deba ser situado sin dificultad.

---

<sup>12</sup> (NILSON ARTHUR, 2001)

Tabla 09: Clasificación del concreto por su resistencia

TIPO	USOS	BENEFICIOS	INFORMACIÓN TÉCNICA
<b>Baja Resistencia</b>	Elemento sin requisitos estructurales	Bajo costo	Resistencia a la compresión inferiores a 150kg/cm <sup>2</sup> .
<b>Resistencia moderada</b>	Con pequeña altura de tipo habitación	Bajo costo	Con resistencia a la compresión entre 150 a 250 kg/cm <sup>2</sup> .
<b>Normal</b>	Estructura de concreto de todo tipo	Funcionalidad y disponibilidad	Con resistencia a la compresión de 250 a 420 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Muy alta resistencia</b>	Edificaciones muy altas, elementos presforzados	Elementos estructurales con menos esbeltez	Resistencia a la compresión de 400 a 800 kg/cm <sup>2</sup> , de alta cohesividad, y baja permeabilidad
<b>Alta resistencia temprana</b>	Elementos prefabricados y preesforzados,	Minimizan el tiempo de construcción	Se logra el 80% de la resistencia en 1 a 3 días, es decir elevada resistencia temprana.

Fuente: *Clasificación de concretos doc.com*

Peso unitario es la masa volumétrica del espécimen del concreto esta se da Kg/m<sup>3</sup> para esto se tiene la siguiente formula:

$$P.U.C_{fresco} = \frac{(W_b - W_{me}) - W_b}{Vol}$$

Dónde :

$W_b$  = Peso del balde en Kg

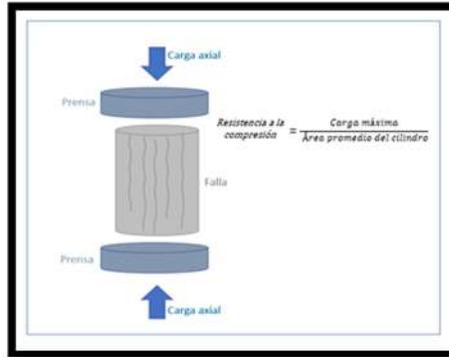
$W_{me}$  = Peso de la mezcla en Kg

$Vol$  = Volumen del recipiente en m<sup>3</sup>

Propiedades mecánicas del concreto: el método de ensayo más empleado para la determinación de la resistencia del concreto que esta normalizado según NTP 339.034 es la compresión, que se especifica como el máximo esfuerzo que podrá tolerar este sin romperse realizado en muestras cilíndricas, es un método que radica en utilizar una fuerza axial en los moldes cilíndricos a una velocidad normalizada con rangos ya determinados, la resistencia es calculada por la división de la carga máxima entre el área de la sección de la probeta.

Para efectuar el ensayo la compresión las probetas de concreto deben haber pasado un curado normalizado según norma ASTM C 39 para realizar las roturas a 7,14 y 28 días.

Figura 05 : Determinación de la resistencia del concreto



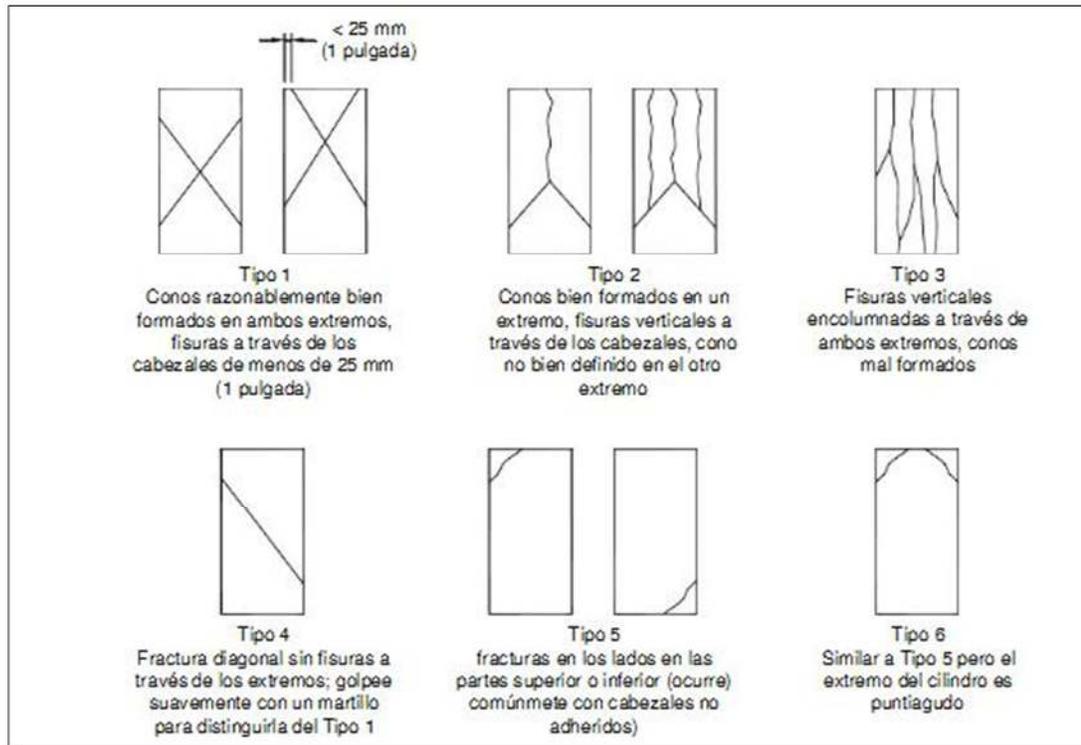
Fuente: calidad y propiedades del concreto <https://alio.com>

TABLA 10 : TOLERANCIA DE TIEMPO DEL ENSAYO

Edad de la probeta	Tolerancia de tiempo NTP 339.034	
	horas	%
<b>24h</b>	± 0.5	± 2.1
<b>3d</b>	± 2	± 2.8
<b>7d</b>	± 6	± 3.6
<b>28d</b>	± 20	± 3.0
<b>90d</b>	± 48	± 2.2

FUENTE : Norma NTP 339.034

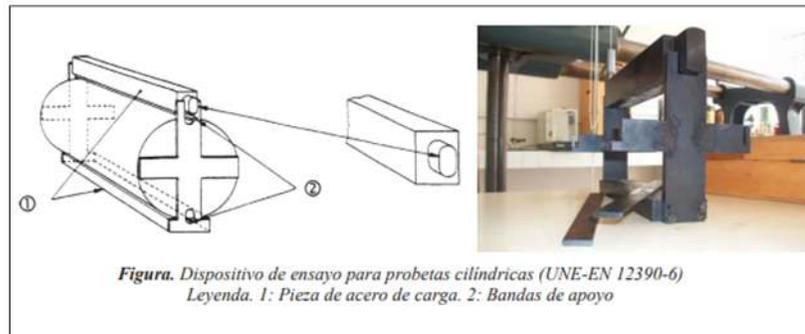
Figura 06: Esquemas de fracturas típicas resistencia a la compresión



*Fuente: Comité ACI*

La resistencia a la tracción del concreto se realiza por el método de compresión diametral. Que según NTP establece el procedimiento adecuado en probetas cilíndricas o testigos diamantinos, es un ensayo que se realiza aplicando una fuerza en toda la longitud de la probeta, a una velocidad de 689 kpa/min a 1380kpa min determinada, hasta que ocurra la falla ocasionada por el esfuerzo de tracción a la compresión diametral, debe ser ensayado con carga estándar.

Figura 07: Esquema de resistencia a la tracción



La fórmula para el procesamiento de datos de la resistencia a compresión diametral es:

$$T = \frac{2P}{\pi Ld}$$

Dónde:

T = Resistencia por compresión diametral.

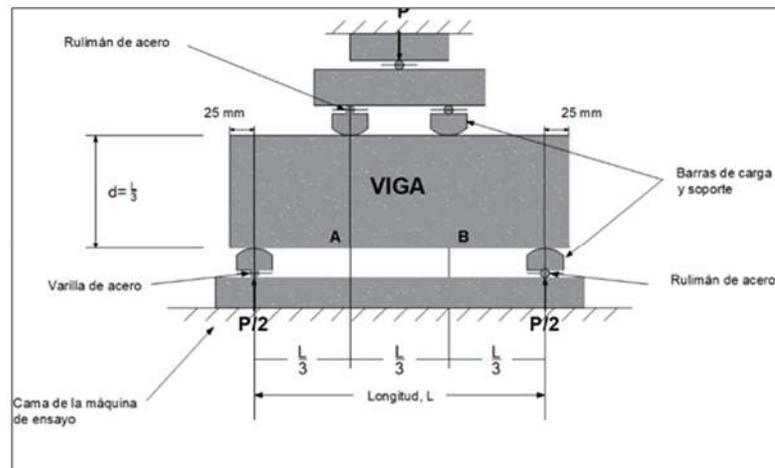
P = Carga aplicada.

L = Longitud.

d = Diámetro

Los ensayos para establecer la resistencia a la flexión según la NTP 339.078 ASTM C 68 consiste en aplicar cargas en vigas sencillamente apoyadas a los tercios del tramo hasta que ocurra la falla, el módulo de rotura se computara según la grieta donde se ubique dentro del tercio medio a un espacio no mayor del 5% de la luz estos ensayos son utilizados en diseño de losas placas sobre terreno, normalmente la resistencia a la flexión es 1.25 a 1.50 veces de la resistencia a la tracción en kg/cm<sup>2</sup>, este procedimiento se efectúa después de 28 días de edad de la probeta, los resultados son reportados como el módulo de ruptura.

Figura 08 :Esquema del ensayo a flexión



Fuente : MTC E-711

El proceso que ocurre es un esfuerzo de tensión por flexión en donde el concreto empieza a agrietarse que se da en tres etapas primero se agrieta, luego ocurre un esfuerzo por la elasticidad del concreto, y por último la resistencia a la cual se fractura que es conocida como la resistencia última.

Para el diseño de mezclas  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  según el método ACI se debe tener en consideración los componentes del concreto y el proporcionamiento de los mismos para ello tomara en cuenta los siguientes aspectos como : Análisis granulométrico, peso unitario, peso específico, contenido de humedad y porcentaje de absorción así como su textura, perfil de los agregados finos y gruesos, tipo y marca y peso específico el cemento, así también la relación de agua / cemento.

En enfoque conceptuales tenemos: Biomasa se considera a la porción biodegradable de los remanentes ya sean de origen biológico originadas en las actividades agropecuarias como la silvicultura, pesca acuicultura así como la parte biológica degradable procedente de despojos industriales y municipales<sup>13</sup>, Ceniza es un producto que se consigue a partir del calcinamiento de un producto que está compuesto de sustancias inorgánicas. Calcinación: proceso en el cual se calienta una sustancia a temperaturas elevadas y provocar un cambio físico o químico este suele llevarse a cabo en hornos. Dosificación: es la proporción o cantidad de un producto para realizar las proporciones apropiadas en una mezcla.

---

<sup>13</sup> (ITAGRA.CT, 2012)

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **Tipo de investigación**

Este tipo de investigación está definido como una investigación práctica o empírica, que normalmente explora la aplicación o utilización de los conocimientos obtenidos con anterioridad y posterior al trabajo de investigación después de sistematizar se seguirán consiguiendo más información. <sup>14</sup>

El tipo de investigación para este proyecto de tesis fue aplicada porque se realizó la investigación para incorporar ceniza de thola en el concreto.

##### **Diseño de investigación**

Cuando un investigador desea establecer un posible resultado manipulando la causa se dice que son diseños experimentales.<sup>15</sup>

Dentro de los diseños cuasi experimentales también se manipulan intencionadamente una de las variables generalmente la independiente o variable experimental que permite comparar dos grupos de una investigación.<sup>16</sup>

Para determinar su efecto en la variable dependiente la diferencia con los diseños experimentales es por el nivel de seguridad y confianza que se tiene.

El diseño de esta investigación es cuasi experimental porque se tuvo como variable independiente a la ceniza de tola que fue adicionada al concreto para ver su comportamiento con respecto a sus propiedades físico- mecánicas.

##### **Nivel de investigación**

El presente trabajo de investigación es de nivel explicativo porque se determina la relación de causa y efecto de las cenizas de thola en las propiedades del concreto.

---

<sup>14</sup> (MURILLO, 2008)

<sup>15</sup> (HENANDEZ, 2003)

<sup>16</sup> (HERNADEZ SAMPIERI, 2006)

### **Enfoque de investigación**

El enfoque es cuantitativo ya que se utilizó la recolección y el análisis de datos con valores numéricos en los resultados obtenidos.

### **3.2 Variables y operacionalización**

- **Definición conceptual:** Prácticamente es la enunciación de la variable obtenida de diferentes referencias bibliográficas como textos revistas, investigaciones etc. Las variables de estudio deben ser plasmadas en la matriz de consistencia según el tema elegido por el investigador teniendo en consideración las características y particularidades de las mismas<sup>17</sup>

**Variable independiente:** Son variables que corresponden a la causa de estudio y que serán los que generen los cambios en la variable dependiente es decir es fundamentalmente la casusa o antecedente de la esencia del estudio.

En el presente proyecto de tesis la variable independiente es la ceniza de thola: las cenizas de biomasa son considerada como un material cementante porque en su composición química contienen un alto porcentaje de  $\text{SiO}_2$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$  que actúa con el  $\text{CaO}$  del cemento formando un material altamente cementante.<sup>18</sup>

**Variable dependiente:** Es un efecto producido por la variable independiente. Que viene a representar el resultado de la manipulación de la variable independiente.<sup>19</sup>

En este caso la variable dependiente es el concreto: donde los componentes como la arena, grava, cemento y agua deben ser adecuadamente dosificados de modo que el concreto resultante obtenga una resistencia requerida, con un bajo costo, depende de estos aspectos la durabilidad del concreto, de la cantidad de vacíos depende la cantidad de pasta requerida para que el concreto sea compacto.<sup>20</sup>

---

<sup>17</sup> (QUINTANA PUMACHOQUE, 2020)

<sup>18</sup> (GALICIA, y otros, 2016)

<sup>19</sup> (VARIABLES: ESTRUCTURE AND FUNCTION IN THE HYPHOTESIS, 2007)

<sup>20</sup> (NILSON ARTHUR, 2001)

- **Definición operacional:** La definición operacional es redactada por el investigador que de acuerdo a la definición conceptual debe redactar la definición operacional que fundamentalmente debe contener las dimensiones que componen la variable, señalando claramente el cómo se estudiara la variable en estudio.<sup>21</sup>

- **Dimensión :** Dosificación

- **Indicadores:** Son elementos que proporcionaran, datos, los cuales son un valor, medida o señal que permitirá el estudio o cuantificación de una variable, es el indicador quien señala como medir los componentes o atributos de una variable <sup>22</sup>

Para la variable independiente se tiene como indicadores las dosificaciones de 0%, 5%,7%, 9% ,10% de ceniza de thola,

Para la variable dependiente tenemos como indicadores las propiedades físicas: Trabajabilidad, Segregación, Exudación y así como la prueba de resistencia a la flexión, resistencia a la tracción y resistencia a la compresión.

- **Escala de medición:** una escala de medición viene a ser la representación de los posibles valores que pueden tomar las variables estos permiten la jerarquización en niveles o escalas de medición, usualmente se puede distinguir la medición ordinal, nominal, intervalos y de razón. <sup>23</sup>

En este caso para este proyecto de investigación la escala de medición será de razón.

### 3.3 Población y muestra

Población está definido como los elementos de estudio de la investigación

Se considera al conjunto de `probetas en estudio donde se adiciona ceniza de thola en porcentajes de 0%, 5% ,7%, 9%,10% en función del peso del cemento,

---

<sup>21</sup> (LA OPERACIONALIZACION DE VARIABLES, 2020)

<sup>22</sup> (QUINTANA)Ibíd.

<sup>23</sup> (QUINTANA)Ibíd.

que al momento de los resultados estos sean capaces de cumplir o superar la resistencia patrón de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

### Muestra

Se tomaron en cuenta la siguiente variable para la determinación de la muestra:

- 1) Concreto con resistencia de diseño  $f'c = 210/\text{cm}^2$
- 2) Tiempo de rotura de los moldes curados = 7, 14 y 28 días
- 3) Tipos de pruebas del concreto endurecido:
  - Prueba de resistencia a la flexión.
  - Prueba de la resistencia a la tracción.
  - Prueba de resistencia a la compresión
- 4) Dosificación de ceniza de thola = 5 dosificaciones (0%, 5% 7%, 9%, 10%, en función al peso del cemento).

Tabla 11 : Determinación del número de muestras para esta investigación

	TIEMPO DE ROTURA (Días )	PORCENTAJE DE DOSIFICACIÓN (%)				
		0	5	7	9	10
Resistencia a la compresión.	7	3	3	3	3	3
	14	3	3	3	3	3
	28	3	3	3	3	3
Resistencia a la tracción.	7	3	3	3	3	3
	14	3	3	3	3	3
	28	3	3	3	3	3
Resistencia a la flexión.	28	3	3	3	3	3

*Fuente: Elaboración propia*

Haciendo un total de 90 probetas y 15 vigas de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

**Observación directa** la observación directa constituye un método de trabajo donde la recolección se realiza directamente por el investigador que maneja criterios para la observación del fenómeno a investigar.

**Instrumentos de recolección de datos** son documentos ya sea digital o en papel donde se registran valores de acuerdo a la necesidad y/o actividad que el investigador necesita para responder a los problemas de investigación.

**Validez** la validez es reconocida por 3 expertos de la especialidad para que un instrumento de recolección sea válido, donde observan la profundidad y relevancia de los ítems, observan la coherencia con las variables y las dimensiones este debe contener en su estructura los puntos mencionados en normas.

**Confiabilidad** es el calidad que un herramienta que producirá resultados consistentes y coherentes.

La técnica empleada en esta investigación fue por observación directa de datos utilizado, las herramientas y/o instrumentos de recolección que son formatos y fichas técnicas donde se recogieron datos que fueron entregados por laboratorios con certificación respectiva y validada por 3 expertos en el área estos son considerados en anexos.

### **3.5 Procedimiento**

Los procedimientos en la diferentes etapas de la investigación son efectuados según NTP y ASTM de acuerdo a cada ítem y/o proceso de elaboración del concreto.

#### **a) Obtención de la ceniza de thola**

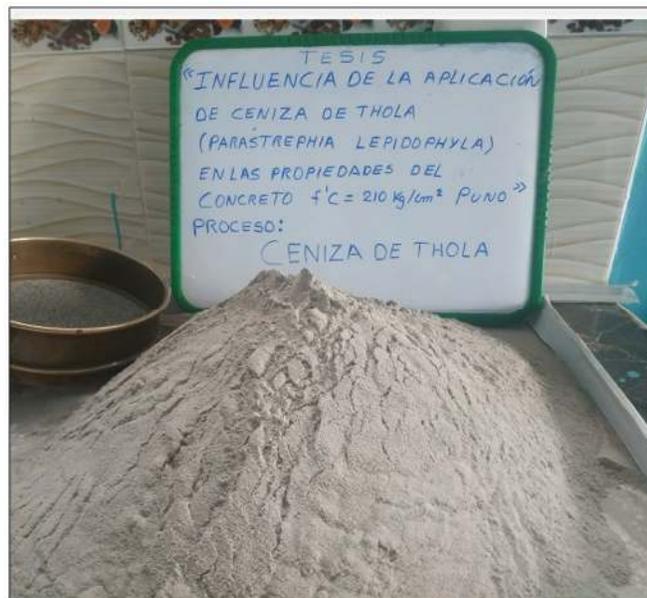
Obtención de la ceniza de thola, la ceniza de thola fue obtenida por calcinación a temperaturas mayores de 600°C por un tiempo de dos horas en un horno artesanal, posteriormente enfriado por 24 horas, secado y un proceso de tamizado para ser aplicado en el concreto, asimismo se analizó en laboratorio para su caracterización química.

Figura 09: Calcinación de thola



*Fuente : Fotografía propia*

Figura 10 : Tamizado de ceniza de thola



*Fuente : Fotografía propia*

## b) Análisis y ensayos de los agregados

En cuanto a los agregados provienen de la cantera de Cutimbo que se ubica a 22 km de la carretera Puno Moquegua en el distrito de Pichacani Laraqueri estos son analizados en laboratorio para su caracterización de acuerdo a norma ASTM y NTP. A la par se realizó la caracterización de la ceniza, según los resultados conseguidos de laboratorio se realizó el diseño mezclas patrón para determinar los porcentajes del reemplazo de cemento con la ceniza de thola, con respecto al cemento se tomó el cemento portland RUMI IP.

Figura 11: Imagen satelital de la cantera Cutimbo



Fuente: Google Earth

- **Granulometría del agregado grueso.** - Para la obtención de la granulometría del agregado gruesos se realizó de acuerdo a las especificaciones que brinda las normas ASTM C 33 y NTP 400.037 con el cual se determinó el tamaño máximo nominal de agregado grueso que se representa en la tabla de análisis granulométrico y Gráfico de curva granulométrica.

### Materiales

- Tamices
- Balanza
- Horno

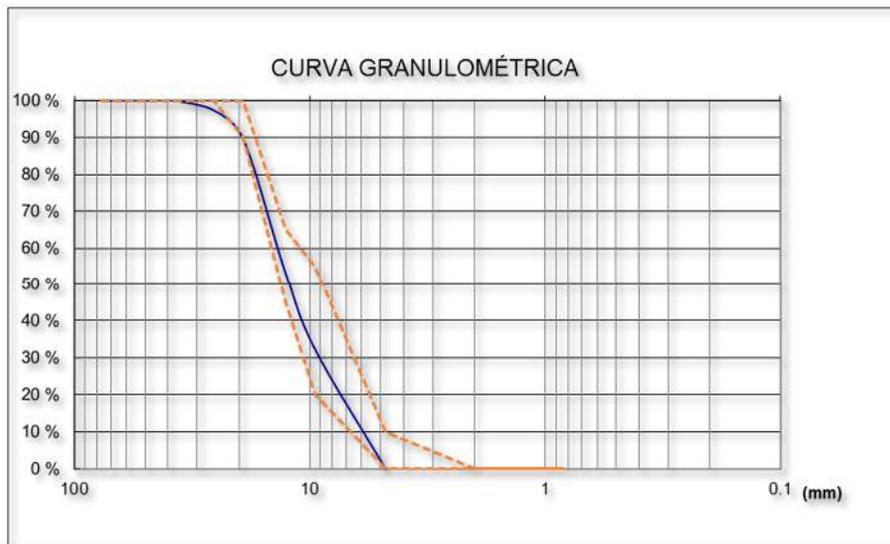
**Tabla 12 : Análisis granulométrico del agregado grueso**

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES	
		(gr)	(%)	RETENIDO	PASA	MIN	MAX
1 1/2"	38.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.400	094.00	2.69	2.69	97.31	90	100
3/4"	19.050	280.00	8.00	10.69	89.31	20	55
1/2"	12.700	1254.00	35.83	46.51	53.49	0	15
3/8"	9.525	735.00	21.00	67.51	32.49	0	5
No4	4.760	1136.00	32.46	99.97	0.03		
BASAL		1.00	0.03	0.00	100.0		
TOTAL		3500.00	100.00				

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla se puede verificar que el agregado grueso utilizado para la elaboración de probetas esta graduado dentro de las especificaciones que nos brinda la NTP y ASTM C 33 se manejó una muestra de 3500 gr, obteniendo un resultado de tamaño máximo nominal de 3/4".

**Figura 12 : Curva granulométrica del agregado grueso**



*Fuente : Elaboración propia*

Según la figura se puede determinar en la curva granulométrica que está en el rango de especificaciones de las normas 400.037 y ASTM C 33.

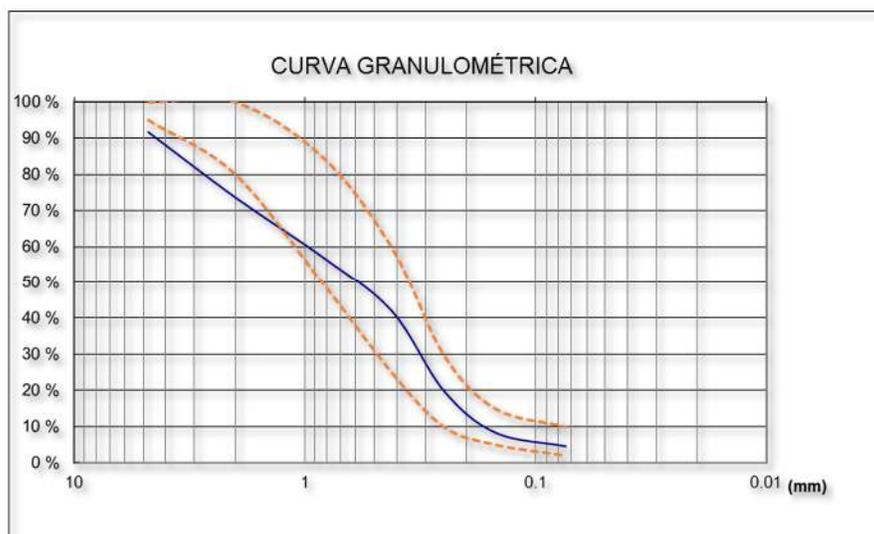
- **Granulometría del agregado fino.** - Del mismo modo se realizó la granulometría del agregado fino con las especificaciones de las normas ASTM C33 y NTP 400.037 con el cual se determinó el módulo de finura y los porcentajes retenidos en cada malla.

Tabla 13: Análisis granulométrico del agregado fino

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES	
		(gr)	(%)	RETENIDO	PASA	MIN	MAX
3/8"	9.525	0	0	0	100		
No4	4.760	41.59		8.32	91.68	95.00	100.00
No8	2.38	90.15	18.03	26.35	73.65	80.00	100.00
No16	1.19	82.28	16.46	42.8	57.2	50.00	85.00
No30	0.59	75.95	15.19	57.99	42.01	25.00	60.00
No 50	0.3	110.25	22.05	80.04	19.96	10.00	30.00
No100	0.149	58.26	11.65	91.7	8.3	5.00	15.00
No200	0.074	18.71	3.74	95.44	4.56	2.00	10.00
BA		22.81	4.56	100			
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		4.56					

*Fuente: Elaboración propia*

Figura 13 : Curva granulométrica del agregado fino



*Fuente: Elaboración propia*

El agregado fino cumple en parte con las determinaciones de la norma NTP 400.037 para ello se recomendó realizar lavado de la arena fina y superar la cantidad que pasan en la malla 200 y se encuentre dentro de los límites de graduación presentando un módulo de fineza 3.07

- **Contenido de humedad de los agregados.** - Este se determinó de acuerdo a la norma ASTM D-2216 y MTC E 108-2000 en donde este representa la cantidad de agua de los agregados que se expresa en valor porcentual con el que se determinó la cantidad de agua de la mezcla.

$$P = \frac{W - D}{D} \times 100$$

Dónde:

P = Humedad de la muestra (%)

W = Peso húmedo de la muestra (gr)

D = Peso seco de la muestra (gr)

Tabla 14: Contenido de humedad del agregado grueso

Contenido de humedad (%) agregado grueso	
Peso muestra hum + tarro (gr)	419.59
Peso muestra seca + tarro (gr)	416.91
Peso del tarro (gr)	39.09
Peso el agregado humedo (gr)	380.5
Peso el agregado seco (gr)	377.82
Peso del agua (gr)	2.68
% HUMEDAD	0.71

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 15: Contenido de humedad del agregado fino

Contenido de humedad (%) agregado fino	
Peso muestra hum + tarro (gr)	
Peso muestra seca + tarro (gr)	314.03
Peso tarro (gr)	36.14
Peso el agregado humedo (gr)	292.53
Peso el agregado seco (gr)	277.89
Peso del agua (gr)	14.64
% HUMEDAD	5.27

*Fuente : Elaboración propia*

La cantidad de contenido de humedad de los agregados es muy necesario determinar para obtener el agua efectiva que se colocara en la mezcladora para conservar la trabajabilidad constante con respecto a

la relación agua cemento, trabajabilidad y consistencia seleccionadas para el diseño de mezclas.

- **Peso unitario de los agregados.** - Se determinaron con los procedimientos establecidos en la NTP 400.017 ASTM C – 29 AASHTO T- 19, esta investigación se basó en los procedimientos para realizar los cálculos de pesos unitarios secos y compactados de los agregados y densidad de los mismos tanto del agregado fino como del agregado grueso donde determina el procedimiento y condiciones de los procesos.

Tabla 16: Peso unitario suelto del agregado grueso

DENSIDAD MINIMA DEL AGREGADO GRAVA			
Peso del molde (gr)	5765	6050	6050
Volumen del molde (cm3)	3225	3225	3225
Nº de capas	3	3	3
Nº de golpes por capa	25	25	25
Peso del molde + muestra compactada (gr)	10900.00	10925	10925
Peso de la muestra compactada (gr)	4850.00	4875	4875
Densidad maxima de la muestra seca (gr/cm3)	1.504	1.512	1.512
Promedio (gr/cm3)	1.417		
<i>Fuente : Elaboracion propia</i>			

Tabla 17: Peso unitario compactado del agregado grueso

DENSIDAD MINIMA DEL AGREGADO GRAVA			
Peso del molde (gr)	5765	6050	6050
Volumen del molde (cm3)	3225	3225	3225
Nº de capas	3	3	3
Nº de golpes por capa	25	25	25
Peso del molde + muestra compactada (gr)	10900.00	10925	10925
Peso de la muestra compactada (gr)	4850.00	4875	4875
Densidad maxima de la muestra seca (gr/cm3)	1.504	1.512	1.512
Promedio (gr/cm3)	1.417		
<i>Fuente : Elaboracion propia</i>			

Tabla 18: Peso unitario suelto del agregado fino

DENSIDAD MINIMA DEL AGREGADO ARENA			
Peso del molde (gr)	5765	5765	5765
Volumen del molde(cm3)	1993	1993	1993
Colocación de muestra al molde	Caída libre	Caída libre	Caída libre
Peso del molde + muestra suelta (gr)	8950.00	8935.00	8940.00
Peso de la muestra suelta (gr)	3185.00	3170.00	3175.00
Densidad mínima de la muestra seca (gr/cm3)	1.598	1.591	1.593
Promedio (gr/cm3)	1.594		
<i>Fuente : Elaboracion propia</i>			

Tabla 19: Peso unitario compactado del agregado fino

DENSIDAD MINIMA DEL AGREGADO ARENA			
Peso del molde (gr)	5765	5765	5765
Volumen del molde (cm3)	1993	1993	1993
Nº de capas	3	3	3
Nº de golpes por capa	25	25	25
Peso del molde + muestra compactada (gr)	9095.00	9095.00	9105
Peso de la muestra compactada (gr)	3330.00	3330.00	3340
Densidad maxima de la muestra seca (gr/cm3)	1.671	1.671	1.676
Promedio (gr/cm3)	1.673		
<i>Fuente : Elaboracion propia</i>			

Los pesos unitarios de los agregados determinaran el volumen absoluto de los agregados que en este caso cumplen con la norma que especifica que los pesos unitarios de los agregados se encuentren de 1.50gr/cm<sup>3</sup> a 1.70gr/cm<sup>3</sup>.

Tabla 20 : Características del agregado de la cantera Cutimbo

PARAMETROS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Tamaño máximo		3/4"
Peso específico	2.55	2.53
Peso unitario	1673	1509
Peso unitario suelto	1594	1417
Contenido de	5.27	0.71
Absorción (%)	3.02	1.91
Módulo de fineza	3.07	-

*Fuente: Elaboración propia*

➤ **Diseño de mezcla del concreto.** - De acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis previos en los agregados se realizó el diseño de mezclas según el ACI 211 para estimar la cantidad de materiales requeridos para elaborar un concreto de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , proporcionando en forma adecuada los componentes del concreto según tablas, una vez obtenido la cantidad de los componentes se reemplazó el cemento por porcentajes de ceniza de thola que va desde 5, 7, 9 y 10% en función del peso del cemento.

1. Determinación de la resistencia promedio. - Según el comité ACI para una resistencia requerida de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días se suma  $84 \text{ kg/cm}^2$  entonces la resistencia promedio es  $f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$ .

Tabla 21 : Resistencia requerida ( $f'cr$ )

$F'C$	$F'cr$
Menos de 210	$F'cr + 70$
210 a 350	$F'cr + 84$
Sobre 350	$F'cr + 98$

*Fuente: comité ACI 211*

2. Selección del tamaño máximo nominal del agregado. - se utilizó el agregado de la cantera cutimbo cuya graduación nominal máxima es  $\frac{3}{4}$ ".
3. Selección del asentamiento. - Según las circunstancias de colocación se asumió una consistencia plástica de 3" a 4".

Tabla 22: Consistencias y asentamientos

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
Seca	0" a 2"
Plástica	3" a 4"
Fluida	$\geq$ a 5"

*Fuente: comité ACI 211*

4. Volumen unitario del agua. - Se determinó el volumen unitario del agua para un asentamiento de 3" a 4" en una mezcla sin aire incorporado y un tamaño máximo del agregado de  $\frac{3}{4}$ ".

Tabla 23 : Volumen unitario del agua

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA								
Asentamiento	Agua, en lt/m <sup>3</sup> , para los tamaños máximo nominales de agregados grueso y consistencias indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	.....
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	.....

*Fuente: comité ACI 211*

5. Contenido del aire. - Considerando que el concreto estará sometido a intemperismo se consideró un contenido de aire atrapado de 2%.

Tabla 24: Contenido de aire

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Aire atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
4"	0.2%

*Fuente: comité ACI 211*

6. Relación agua cemento. - Se considera el intemperismo por lo tanto la relación agua cemento para un  $f'c = 294 \text{ kg/cm}^2$  es de 0.55.

Tabla 25 : Relación agua cemento

Resistencia a la compresión a los 28 días (F'cr) (kg/cm2)	Relación agua - cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	...
400	0.43	...
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.7	0.61
150	0.8	0.71

Fuente: comité ACI 211

7. Factor cemento. - Se determina fraccionando el volumen unitario y la relación agua cemento

$$\frac{205}{0.55} = 372.72$$

$$cemento = 372.72 \text{ kg}$$

8. Contenido de agregado grueso. - Para un módulo de fineza de 3.07 y un tamaño nominal el agregado grueso de ¾" se obtiene un valor de 0.593, por tanto, el peso seco del agregado grueso será:

$$\text{Peso del agregado grueso} = 0.593 \text{ m}^3 \times 1509 \text{ kg/m}^3 = 895 \text{ kg.}$$

Tabla 26 : Agregado grueso por unidad de volumen

Tamaño máximo nominal de agregado, Pulg. ( mm )	Volumen de agregado grueso* varillado en seco, por volumen unitario de concreto para distintos módulos de finura de arena.			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8 ( 10 )	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2 ( 12.5 )	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4 ( 20.0 )	0.66	0.64	0.62	0.60
1 ( 25.0 )	0.71	0.69	0.67	0.65
1½ ( 40.0 )	0.75	0.73	0.71	0.69
2 ( 50.0 )	0.78	0.76	0.74	0.72
3 ( 70.0 )	0.82	0.80	0.78	0.76
6 ( 150.0 )	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: comité ACI 211

9. Calculo de volúmenes absolutos. - Se determinó los volúmenes absolutos con los pesos obtenidos del cemento agua y agregado grueso.

$$\begin{array}{l} \blacksquare \text{Cemento} = \frac{373 \text{ kg}}{2880 \text{ kg/m}^3}; \quad \text{Cemento} = 0.129 \text{ m}^3 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \blacksquare \text{Agua} = \frac{205 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3}; \quad \text{Agua} = 0.205 \text{ m}^3 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \blacksquare \text{Aire} = 2.0\%; \quad \text{Aire} = 0.020 \text{ m}^3 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \blacksquare \text{Agreg. grueso} = \frac{895 \text{ kg}}{2530 \text{ kg/m}^3}; \quad \text{Vol. A. grueso} = 0.354 \text{ m}^3 \end{array}$$

$$\blacksquare \text{Suma de volúmenes} = 0.708 \text{ m}^3$$

10. Contenido del agregado fino

$$\text{Vol. A. fino} = 1 - 0.708 \text{ m}^3 = 0.292 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del agregado fino} = 0.292 \times 2.55 \times 1000 = 746 \text{ kg /m}^3$$

11. Valores de diseño

- Cemento = 372.73 kg
- A. F. = 746.00 kg
- A. G = 895.00 kg
- Agua = 205 lts

12. Corrección por humedad del agregado. - se corrigieron según las condiciones de humedad de los agregados.

Peso húmedo del:

$$\text{A. F.} \quad 746.00 \times 1.0527 = 785 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{A. G.} \quad 895.00 \times 1,0071 = 901 \text{ kg/m}^3$$

Luego determinamos de los agregados la humedad superficial:

$$\text{Humedad superficial del agregado fino} = 5.27 - 3.02 = + 2.25\%$$

$$\text{Humedad superficial de agregado grueso} = 0.71 - 1.91 = - 1.2\%$$

Y entonces la humedad de los agregados aporta:

$$\begin{aligned} \text{Agregado fino} &= 746.00 \times (+ 2.25\%) = +16.78 \text{ lt/m}^3 \\ \text{Agregado grueso} &= 895.00 \times (- 1.2\%) = - 10.74 \text{ lt/m}^3 \\ \text{Total de aporte de agua} &= +16.78 + (-10.74) = 6.04 \text{ lt/m}^3 \\ \text{Agua efectiva} &= 205 - 6.04 = 199 \text{ lt/m}^3 \end{aligned}$$

### 13. Dosificación

Tabla 27: Dosificaciones de materiales

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO (KG/M3)	PROPORCION EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACION EN PESO HUMEDO (KG/M3)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HUMEDO
CEMENTO	373	1	373	1
AGUA	205	0.55	199	0.53
AGREGADO GRUESO	895	2.4	901	2.42
AGREGADO FINO	746	2	785	2.11
AIRE	2		2	

*Fuente: Elaboración propia*

#### c) Dosificación de diseño sustituyendo cemento por ceniza de thola

Para la elaboración de probetas se realizó por tandas de dosificación con la ceniza de thola se pesó la cantidad requerida para cada proporción de la ceniza, así como de los agregados y el cemento.

Figura 14: Dosificación en ceniza de thola



*Fuente: Fotografía propia*

Tabla 28: Dosificaciones con ceniza de thola

Componentes	% de ceniza de thola utilizada en el diseño				
	0%	5%	7%	9%	10%
Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	373.00	354.35	346.89	339.43	335.70
Ceniza de thola (kg/m <sup>3</sup> )		18.65	26.11	33.57	37.30
Agregado fino (kg/m <sup>3</sup> )	785.00	785.00	785.00	785.00	785.00
Agregado grueso (kg/m <sup>3</sup> )	901.00	901.00	901.00	901.00	901.00
Agua (Lt/m <sup>3</sup> )	199.00	199.00	199.00	199.00	199.00

*Fuente: Elaboración propia*

#### **d) Preparación de probetas de concreto**

Con apoyo de una mezcladora mecánica se realizó la mezcla para tener uniformidad en el mezclado del concreto.

Se realizó el vaciado en un carretilla para poder llenar en las briquetas como específica en las normas en moldes previamente asegurados limpios y con lubricante para cada dosificación se realizó 18 briquetas y 3 vigas rectangulares, la compactación o varillado se realizó de manera uniforme en tres capas enrasando el excedente después de 24 horas se desmoldo y se identificó con iniciales de P para patrón y C en el porcentaje realizado para ceniza, el curado se realizó en condiciones normalizadas, así también se realizó las pruebas de cono de Abrams previamente frotado con aceite y bien asegurados sus tornillos, en una superficie plana, se sujeta firmemente con ayuda de los pies para llenar el concreto hasta aproximadamente un tercio del volumen del molde, La capas se compactaron con 25 golpes con la varilla de punta de bala en forma uniforme sobre la sección transversal, una vez compactado se enrazo para eliminar el exceso de concreto , luego de alza mediante un movimiento uniforme hacia arriba, en un tiempo aproximado de 5 a 10 segundos, tratando que no exista movimiento lateral o de torsión, midiendo el asentamiento inmediatamente determinando la diferencia de alturas entre el molde y la base superior del concreto con la ayuda de la varilla de punta de bala.

### **e) Rotura de probetas**

Las roturas de las probetas se realizaron a 7, 14 y 28 días para la resistencia a la compresión y resistencia a la tracción, para la resistencia a la flexión se realizó a los 28 días.

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

Para el procesamiento y análisis de datos se realizó utilizando tablas, gráficos y formatos según las NTP. Que fueron clasificados por tabulación y codificación. En esta investigación se realizó con la metodología inductiva, puesto que los resultados de campo y análisis de laboratorio me brindaron las bases para realizar las conclusiones del presente trabajo e investigación con ayuda del programa SPSS.

### **3.7 Aspectos éticos**

El proyecto de tesis está basado en los aspectos éticos para realizar una investigación científica que son normas y buenas prácticas, así como la responsabilidad y honestidad para el manejo de la información. Los diferentes capítulos se desarrollaron cumpliendo las normas ISO – 690, así como también está enmarcado en los requisitos y formatos que exige la universidad Cesar Vallejo para la presentación de trabajos de investigación de tesis.

## IV. RESULTADOS

### Descripción de la zona de estudio

#### Nombre de la tesis

Influencia de la aplicación de ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) en las propiedades del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Puno – 2022.

#### Ubicación política

Este proyecto de investigación de tesis se efectuó en la ciudad de Puno, distrito de Puno, departamento de Puno, provincia de Puno también llamado región de Puno y sus límites son:

- Por el norte limita: Con las provincias de Huancane, San Roman y el Lago Titicaca
- Por el este limita : Con la provincia del Collao
- Por el sur limita : Con la región Tacna
- Por el oeste limita : Con la región Moquegua

Figura 15 : Macrolocalización de Puno

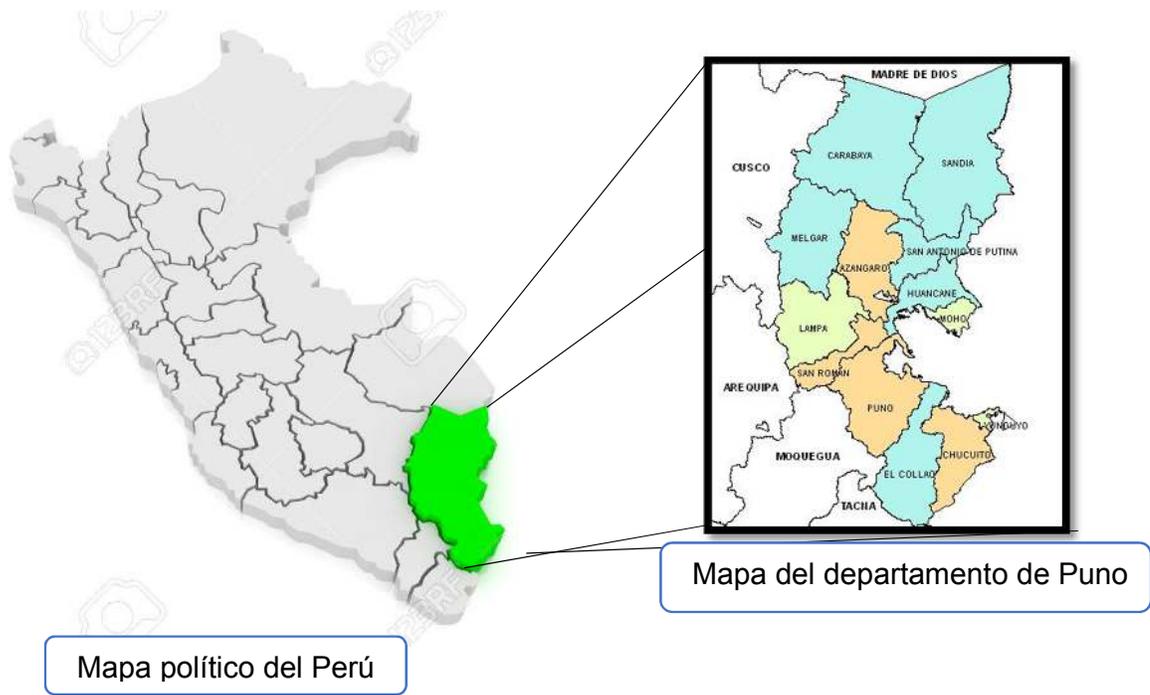
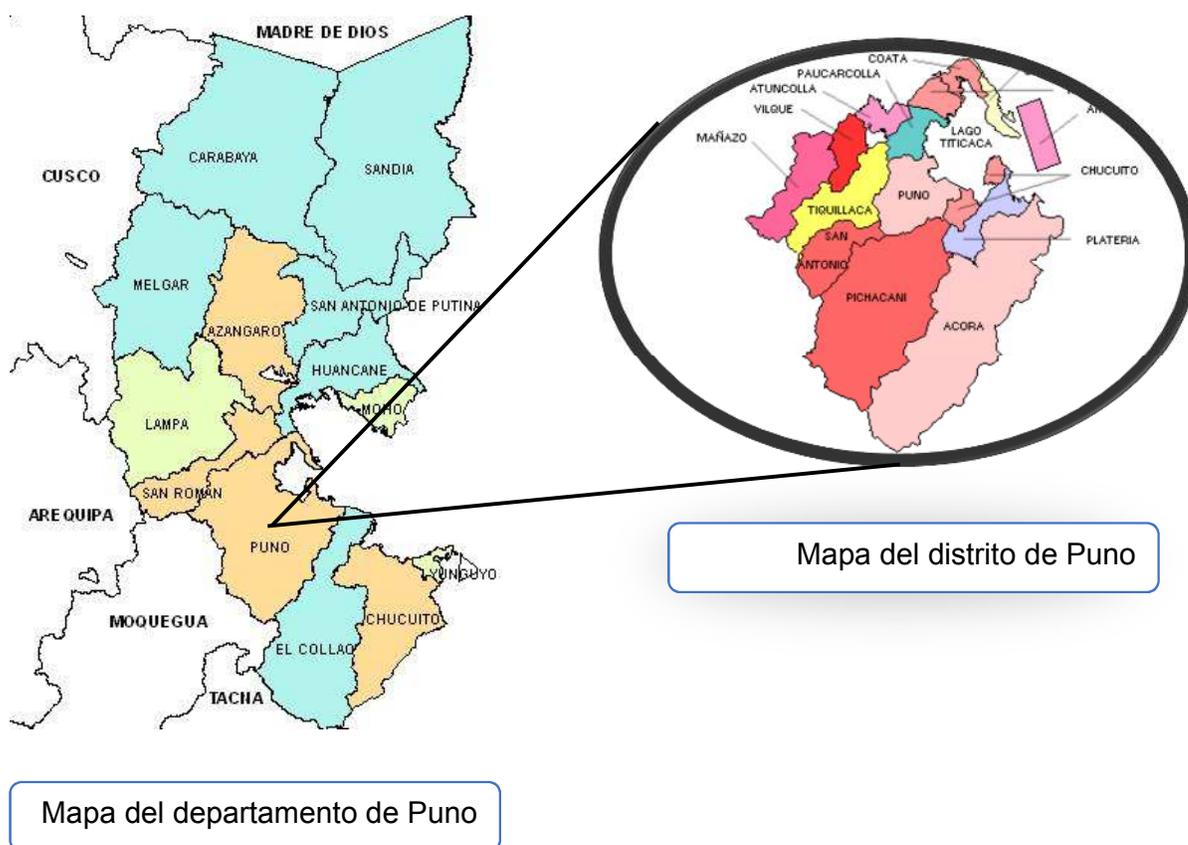


Figura 16 : Microlocalización de Puno



**Ubicación geográfica.** - La provincia de Puno se encuentra en el Altiplano Peruano que se encuentra entre los 3,812 y 5,500 m.s.n.m. entre la ceja de Selva y la Selva alta. Cabe indicar que la capital del departamento es la ciudad de Puno y está ubicada a márgenes del lago Titicaca, en un territorio de alrededor de 72,000 km<sup>2</sup>, representa el 5.6% del territorio peruano, con una población de 1'200,000 habitantes, de los cuales el 60% es rural y el 40% es urbano.

**Clima.** - El clima en la ciudad de Puno es semi-seco con bastante frio por su altitud y ubicación geográfica que oscila entre 3,827m.s.n.m. y hasta los 6,000m.s.n.m. las zonas más altas, con una temperatura media de 8°C en invierno la temperatura oscila de 15° a 1° C.

## **Aspectos generales del proyecto**

El actual proyecto de investigación se desarrolló en las condiciones climatológicas y ambientales de la ciudad de Puno, que en esta época del año presenta lluvias moderadas a intensas con una temperatura de 14 grados centígrados, generalmente el clima es frío y seco durante todo el año, a orillas de la ciudad por la ubicación del lago Titicaca el clima es templado con viento moderado por las tardes y alta incidencia de radiación solar.

Para llegar a la ciudad de Puno se puede realizar vía terrestre con la carretera que une Arequipa con Puno, o vía férrea.

La tesis se desarrolló con el propósito de conocer las propiedades del concreto sustituyendo en porcentajes el cemento por ceniza de thola teniendo como referencia las normas técnicas peruanas (NTP) y normas internacionales (ASTM) para realizar una correcta evaluación de las características físico mecánicas del concreto.

Se realizó la calcinación de la thola para convertirla en ceniza de thola en un horno artesanal a 640 °C de temperatura que posteriormente se tamizó para llegar a una granulometría uniforme y adecuada, las proporciones a considerarse son 5, 7, 9 y 10 % en remplazo el cemento.

Se realizó el diseño de mezclas según el comité ACI 211 para  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con agregados de la cantera Cutimbo a los cuales se le efectuaron los ensayos de granulometría, peso específico, peso unitario, humedad para con estos resultados realizar el diseño de la mezcla con un asentamiento de 3" a 4" y para una relación agua cemento 0.55 donde se determinó la proporción en peso del diseño del cemento, agregado fino, agregado grueso, agua siendo las siguientes proporciones en peso del diseño de mezclas.

**O.E 1:** Determinar cómo influye la aplicación de ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) en las propiedades físicas del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Puno – 2022.

**Asentamiento**

Para la determinación del asentamiento y la consistencia se tomó muestra de la mezcladora después de tener el concreto homogéneo y con ayuda de un cucharón de albañil se introdujo la mezcla en el cono de Abrams en tres capas compactando con 25 golpes con la varilla de acero, se retiró el molde para realizar la medida de asentamiento del concreto fresco que es la distancia vertical de la altura del molde y el centro de la superficie superior de la mezcla.

**Figura 17:** Determinación del asentamiento



Fuente: Fotografía propia

**Tabla 29:** Cuadro de asentamientos del concreto

CARACTERISTICAS	SLUMP (pulg)	SLUMP (cm)
Concreto patron	3.9	9.906
Concreto con 5% de ceniza de thola	3.8	9.652
Concreto con 7% de ceniza de thola	3.5	8.89
Concreto con 9% de ceniza de thola	3.2	8.128
Concreto con 10% de ceniza de thola	3	7.62

Fuente : Elaboracion propia

Figura 18: Asentamientos del concreto



*Fuente: Elaboración propia*

En los resultados se puede estimar que la consistencia del concreto disminuye cuando se incrementa la proporción de ceniza de thola, con esto determinamos también la trabajabilidad y consistencia del concreto, así podemos observar según el Gráfico la variación es mínima numéricamente hablando con respecto a la probeta patrón, pero este hace que el concreto sea menos trabajable, sin embargo, se mantiene en el rango especificado de SLUMP de consistencia plástica.

Segregación. - la segregación se da por la falta de homogeneidad en los componentes y esta provoca una separación de los componentes una vez realizada la mezcla que puede provocar cangrejas.

El concreto elaborado con ceniza de thola presenta buena resistencia a la segregación no se observó segregación en las probetas elaboradas, no se encontró variación de las nuestras con respecto a la muestra patrón.

Exudación. - La exudación se presenta cuando el agua tiende a elevarse hacia la superficie como consecuencia de la compactación, no se produjo el proceso exudación en las probetas.

## Peso unitario

Se realiza calculando su volumen de acuerdo a sus dimensiones del molde para determinar la relación entre masa y volumen.

**Tabla 30:** Peso unitario del concreto

PESO UNITARIO DEL CONCRETO					
PARAMETROS	Concreto patron	Concreto con 5% de ceniza de thola	Concreto con 7% de ceniza de thola	Concreto con 9% de ceniza de thola	Concreto con 10% de ceniza de thola
Peso del molde (Kg)	4.772	4.772	4.772	4.772	4.772
Volumen del molde(M3)	0.00935	0.00935	0.00935	0.00935	0.00935
Peso del molde + concreto compactado (Kg)	26.562	26.542	26.522	26.482	26.472
Peso del concreto (Kg)	21.79	21.77	21.75	21.71	21.7
peso unitario del concreto (Kg/M3)	2330.48	2328.34	2326.20	2321.93	2320.86

*Fuente : Elaboracion propia*

**Figura 19 :** Peso unitario del concreto



*Fuente: Elaboración propia*

De los resultados obtenidos se observa una disminución en los pesos unitarios del concreto con relación al concreto patrón, sin embargo, todos se encuentran dentro del rango de concreto convencional que es de 2200 a 2400 kg/m<sup>3</sup>

## Contenido de aire

El contenido de aire por el método de presión que permite determinar el contenido de aire.

Tabla 31: contenido de aire del concreto

CARACTERISTICAS	Relacion agua cemento	Contenido de aire (%)	Variacion con respecto al patron (%)
Concreto patron	0.55	1.60	100.00%
Concreto con 5% de ceniza de thola	0.55	1.55	96.88%
Concreto con 7% de ceniza de thola	0.55	1.45	90.63%
Concreto con 9% de ceniza de thola	0.55	1.40	87.50%
Concreto con 10% de ceniza de thola	0.55	1.30	81.25%

Fuente : Elaboracion propia

Figura 20: Contenido de aire concreto



Fuente: Elaboración propia

El contenido de aire del concreto fresco según diseño es de 2% según los resultados que se observan en el Gráfico se puede observar que el contenido de aire baja cuando se aumenta el porcentaje de adición de ceniza de thola.

**O.E 2:** Determinar cómo influye la aplicación de ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , puno – 2022.

### **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:**

En el concreto la resistencia a la compresión  $f'c$  es un parámetro muy importante que determina la propiedad del concreto, el ensayo más utilizado es el ensayo de compresión en probetas cilíndricas estándar obtenidas y curadas y ensayadas en situaciones investigadas que están definidas en las normas ASTM correspondientes, según las fechas de elaboración de las probetas se realizaron las roturas a los 7, 14 y 28 días para la probeta patrón así como los porcentajes con sustitución de cemento con ceniza de thola.

**Figura 21 :** Ensayo de resistencia a la compresión



*Fuente : Fotografía propia*

**Tabla 32: Resultado de prueba de rotura a los 7 días**

Muestra	% de ceniza de thola	Diámetro (cm)	Lectura (kgf)	Resistencia Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% de variacion con respecto al patron
Patron	0%	15.10	27820.00	155.35	154.33	100.00%
Patron		14.90	27050.00	155.13		
Patron		15.00	26950.00	152.51		
C1- 5%	5%	15.02	27820.00	143.46	142.00	92.01%
C1- 5%		15.10	27820.00	142.84		
C1- 5%		15.10	27820.00	139.71		
C2- 7%	7%	15.00	27820.00	131.01	130.20	84.36%
C2- 7%		14.90	27820.00	131.79		
C2- 7%		15.20	27820.00	127.80		
C3- 9%	9%	15.05	27820.00	105.85	106.82	69.22%
C3- 9%		15.12	27820.00	105.99		
C3- 9%		15.08	27820.00	108.62		
C4- 10%	10%	15.00	27820.00	97.33	99.07	64.19%
C4- 10%		14.98	27820.00	99.24		
C4- 10%		15.10	27820.00	100.63		

Fuente : Elaboración propia

**Figura 22: Resistencia promedio de la compresión a los 7 días**



Fuente : Elaboración propia

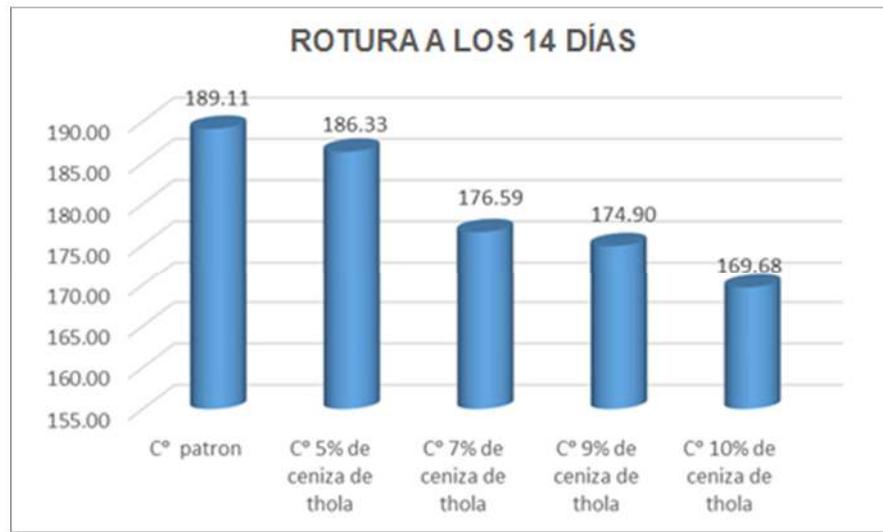
**Interpretación:** En el Gráfico se puede apreciar que los datos de la resistencia a la compresión disminuyen con respecto a la probeta patrón con las dosificaciones de 5, 7, 9 y 10 % obteniéndose resistencias de 154.33, 142.00, 130.20, 106.82, 99.07 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente con una disminución de -7.99%, -15.64%, -30.78%, -35.81% con respecto a la probeta patrón, en consecuencia, a los 7 días con las dosificaciones realizadas no se logró superar la resistencia de la probeta patrón.

**Tabla 33: Resultado de prueba de rotura a los 14 días**

Muestra	% de ceniza de thola	Diámetro	Lectura (kgf)	Resistencia Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% de variacion con respecto al patron
Patron	0%	15.16	34050.00	188.64	189.11	100.00%
Patron		15.00	33180.00	187.77		
Patron		15.08	34100.00	190.93		
C1- 5%	5%	15.06	32990.00	185.2	186.33	98.53%
C1- 5%		15.20	33890.00	186.76		
C1- 5%		15.40	34840.00	187.04		
C2- 7%	7%	15.10	31800.00	177.57	176.59	93.38%
C2- 7%		15.03	31080.00	175.18		
C2- 7%		14.98	31200.00	177.03		
C3- 9%	9%	15.00	30860.00	174.64	174.90	92.48%
C3- 9%		15.02	30910.00	174.45		
C3- 9%		15.06	31280.00	175.6		
C4- 10%	10%	14.94	30100.00	171.71	169.68	89.72%
C4- 10%		15.00	34050.00	167.96		
C4- 10%		15.08	30250.00	169.37		

Fuente : Elaboración propia

Figura 23: Resistencia promedio de compresión a los 14 días



*Fuente: Elaboración propia*

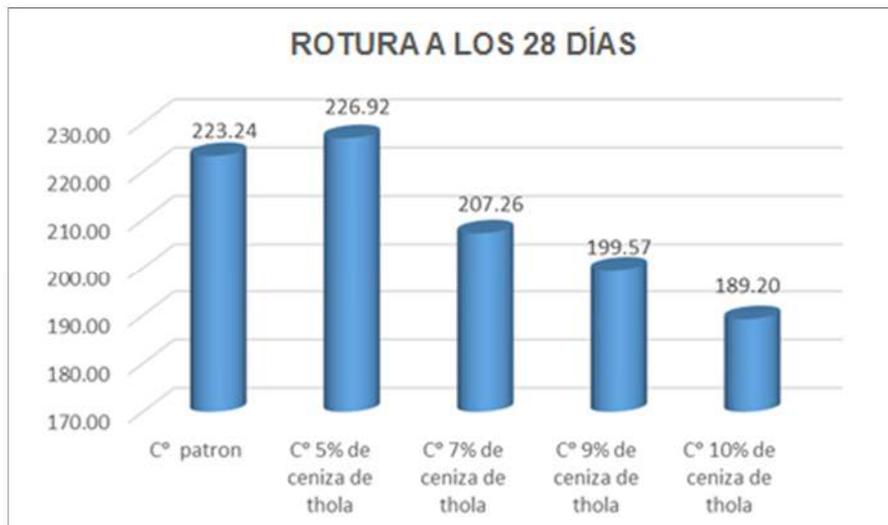
**Interpretación:** En el Gráfico se puede apreciar que la resistencia a la compresión mantiene la frecuencia de la rotura a los 7 días, alcanzando la resistencia promedio de 189.11, 186.33, 176.59, 174.90, 169.68 kg/cm<sup>2</sup> con 5, 7, 9 y 10 % de sustitución de ceniza de thola, la resistencia a la compresión con el pasar de los días viene ganando resistencia sin poder superar a la probeta patrón.

**Tabla 34: Resultado de prueba de rotura a los 28 días**

Muestra	% de ceniza de thola	Diámetro	Lectura (kgf)	Resistencia Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% de variacion con respecto al patron
Patron	0%	15.16	40200.00	222.71	223.24	100.00%
Patron		15.00	39170.00	221.66		
Patron		15.08	40250.00	225.36		
C1- 5%	5%	15.06	40800.00	229.05	226.92	101.65%
C1- 5%		15.20	41840.00	230.57		
C1- 5%		15.40	41190.00	221.13		
C2- 7%	7%	15.10	37200.00	207.73	207.26	92.84%
C2- 7%		15.03	36980.00	208.43		
C2- 7%		14.98	36240.00	205.63		
C3- 9%	9%	15.00	35650.00	201.74	199.57	89.40%
C3- 9%		15.02	34770.00	196.23		
C3- 9%		15.06	35760.00	200.75		
C4- 10%	10%	14.94	33100.00	188.82	189.20	84.75%
C4- 10%		15.00	33800.00	191.27		
C4- 10%		15.08	33490.00	187.51		

Fuente : Elaboración propia

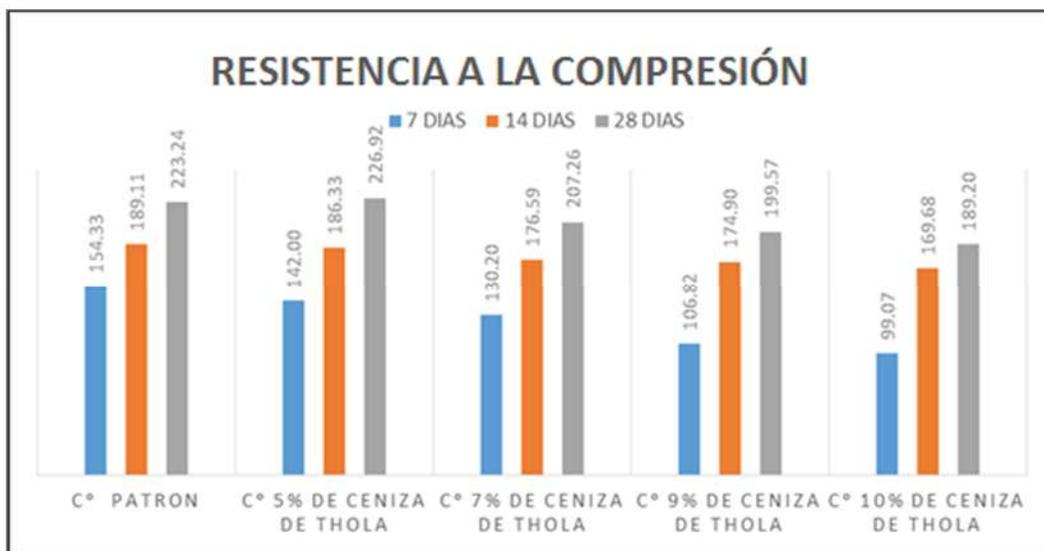
**Figura 24: Resistencia promedio de la compresión a los 28 días**



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el Gráfico se puede apreciar la prueba de resistencia a la compresión a los 28 días con sustitución de la ceniza de thola obteniendo valores de 223.24, 226.92, 207.26, 199.57, 189.20 kg/cm<sup>2</sup> con 5, 7, 9 y 10 % de sustitución respectivamente, a diferencia de las roturas de 7 y 14 días a los 28 días la sustitución con 5% de ceniza de thola logra superar a la probeta patrón en un 1.65 %. Las demás dosificaciones si bien es cierto logran incrementar su resistencia, pero no superan la probeta patrón.

Figura 25: Resumen de la resistencia a la compresión



*Fuente: Elaboración propia*

Como se aprecia en la figura 25 el mayor valor obtenido es 226.92 kg/cm<sup>2</sup> a 28 días de curado con 5% de sustitución de la ceniza de thola, que representa 1.65% mayor que la probeta patrón.

## RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

**Figura 26:** Ensayo de resistencia a la tracción



Fuente: Fotografía propia

**Tabla 35 : Resultado de prueba de rotura de la tracción a los 7 días**

Muestra	% de ceniza de thola	Diámetro	Lectura (kgf)	Resistencia Rotura (kg/cm2)	Promedio f'c (kg/cm2)	% de variacion con respecto al patron
Patron	0%	15.10	10600.00	13.92	13.99	100.00%
Patron		15.12	10060.00	14.17		
Patron		15.02	9490.00	13.87		
C1- 5%	5%	15.04	9600.00	13.99	14.25	101.87%
C1- 5%		14.98	10020.00	14.25		
C1- 5%		15.10	10210.00	14.33		
C2- 7%	7%	15.00	8700.00	12.30	12.71	90.90%
C2- 7%		15.06	9120.00	12.43		
C2- 7%		14.98	8420.00	11.93		
C3- 9%	9%	14.93	7060.00	10.05	10.47	74.87%
C3- 9%		15.02	7050.00	9.95		
C3- 9%		15.06	7190.00	10.13		
C4- 10%	10%	15.00	7300.00	9.99	10.02	71.66%
C4- 10%		15.08	7060.00	9.94		
C4- 10%		14.90	7260.00	10.35		

Fuente : Elaboración propia

**Figura 27 : Gráfico de resistencia promedio de la tracción a los 7 días**



Fuente : Elaboración propia

**Interpretación:** Del Gráfico de la resistencia promedio a la tracción se puede apreciar que la resistencia con 5 % de sustitución de ceniza de thola logra superar a la probeta patrón en 1.87% con las dosificaciones de 7, 9 y 10 % de sustitución disminuye en forma gradual conforme se incrementa el porcentaje de ceniza de thola, en consecuencia con referencia a la resistencia promedio obtenida en la prueba de tracción solo se incrementó con 5% de sustitución de cemento con las dosificaciones de 7,9 y 10 % no se logró superar la resistencia de la probeta patrón.

**Tabla 36 :** Resultado de prueba de rotura de la tracción a los 14 días

Muestra	% de ceniza de thola	Diámetro	Lectura (kgf)	Resistencia Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% de variación con respecto al patrón
Patrón	0%	14.94	12460.00	17.70	18.08	100.00%
Patrón		15.00	13020.00	18.53		
Patrón		14.98	12730.00	18.02		
C1- 5%	5%	15.20	13450.00	18.74	18.48	102.19%
C1- 5%		15.20	13510.00	18.87		
C1- 5%		15.00	12610.00	17.83		
C2- 7%	7%	15.10	11950.00	16.86	16.40	90.71%
C2- 7%		15.08	11700.00	16.46		
C2- 7%		15.16	11390.00	15.89		
C3- 9%	9%	14.94	10540.00	14.98	14.47	80.02%
C3- 9%		15.00	10320.00	14.62		
C3- 9%		15.03	9800.00	13.81		
C4- 10%	10%	15.08	8900.00	12.56	12.26	67.80%
C4- 10%		15.00	8690.00	12.29		
C4- 10%		15.40	8660.00	11.93		

*Fuente : Elaboración propia*

Figura 28: Resistencia promedio de la tracción a los 14 días



*Fuente: Elaboración propia*

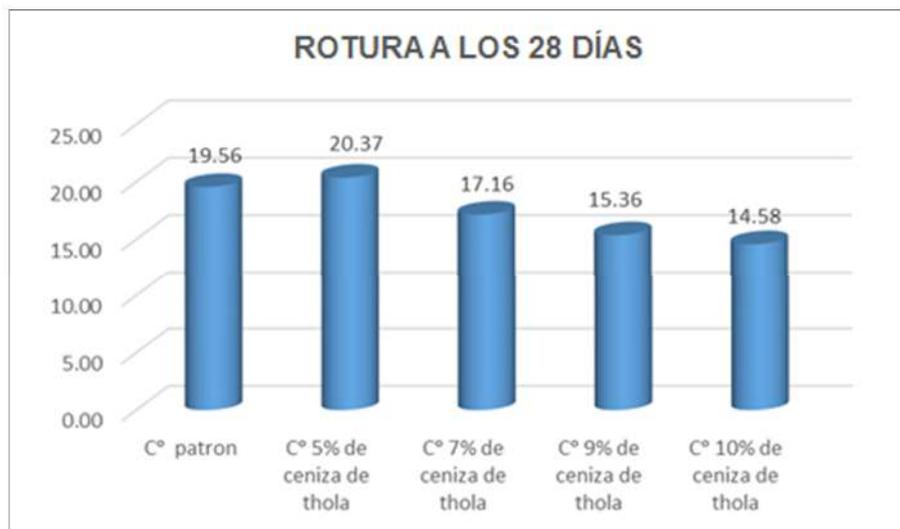
**Interpretación:** Del Gráfico de la resistencia promedio a la tracción se puede apreciar que con 5 % de sustitución se logra obtener resultados satisfactorios superando a la probeta patrón en 2.9%, con sustituciones de 7, 9 y 10 % disminuye gradualmente con el incremento del porcentaje de ceniza de thola, por lo tanto, estos no logran superar la resistencia a la tracción a los 14 días de curado de la probeta patrón.

**Tabla 37: Resultado de prueba de rotura de la tracción a los 28 días**

Muestra	% de ceniza de thola	Diámetro	Lectura (kgf)	Resistencia Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% de variacion con respecto al patron
Patron	0%	14.98	13700.0	19.39	19.56	100.00%
Patron		15.20	13930.0	19.41		
Patron		15.10	14090.0	19.88		
C1- 5%	5%	15.16	14690.0	20.49	20.37	104.16%
C1- 5%		15.00	14700.0	20.82		
C1- 5%		15.08	14080.0	19.81		
C2- 7%	7%	15.03	12180.0	17.17	17.16	87.71%
C2- 7%		15.40	12120.0	16.69		
C2- 7%		15.06	12500.0	17.61		
C3- 9%	9%	14.90	10860.0	15.49	15.36	78.54%
C3- 9%		15.10	11090.0	15.13		
C3- 9%		14.93	10870.0	15.47		
C4- 10%	10%	14.90	10260.0	14.63	14.58	74.54%
C4- 10%		15.10	10500.0	14.74		
C4- 10%		15.04	9860.0	14.37		

Fuente : Elaboración propia

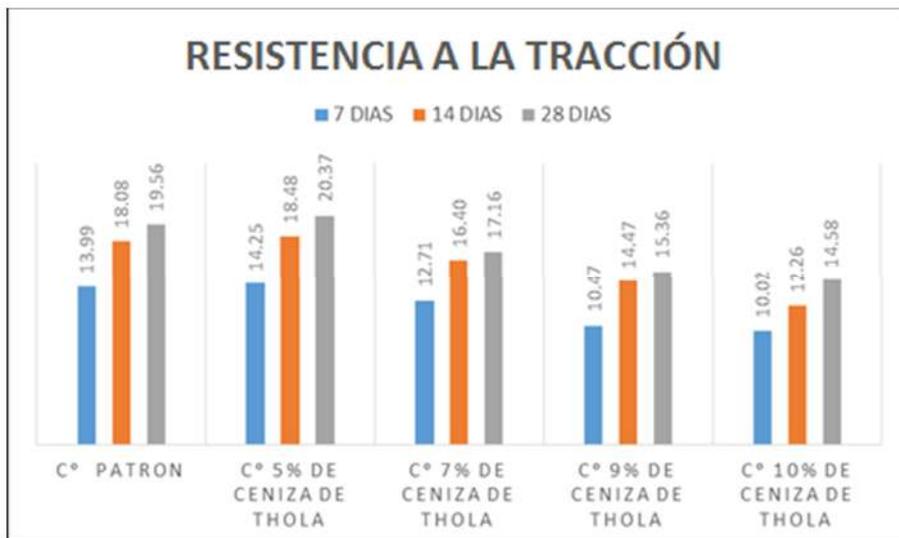
**Figura 29: Resistencia promedio a la tracción a los 28 días**



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** De la figura de la resistencia a la tracción a los 28 días se puede apreciar que el mejor resultado obtenido es con 5% de sustitución de ceniza de thola obteniendo una resistencia de 20.37 kg/cm<sup>2</sup> superando en 4.16% a la probeta patrón, la resistencia a la tracción para 7, 9 y 10 % no logra superar la resistencia de la tracción de la probeta patrón, en consecuencia a los 28 días solo con 5% se obtiene un resultado satisfactorio.

Figura 30: Resumen de la resistencia a la tracción



*Fuente: Elaboración propia*

Como se aprecia en la figura 30 se alcanzó una resistencia a la tracción máxima de 20.37 kg/cm<sup>2</sup> con 5% de ceniza de thola superando a la probeta patrón en 4.16%.

## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Es una propiedad obtenida indirectamente ensayando en una probeta prismática de 15x15x50cm simplemente apoyada con cargas a los dos tercios para calcular el esfuerzo de rotura según la NTP 339.078 a los 28 días, con 3 probetas para cada dosificación para obtener la resistencia promedio a la flexión.

**Figura 31: Ensayo de resistencia a la flexión**



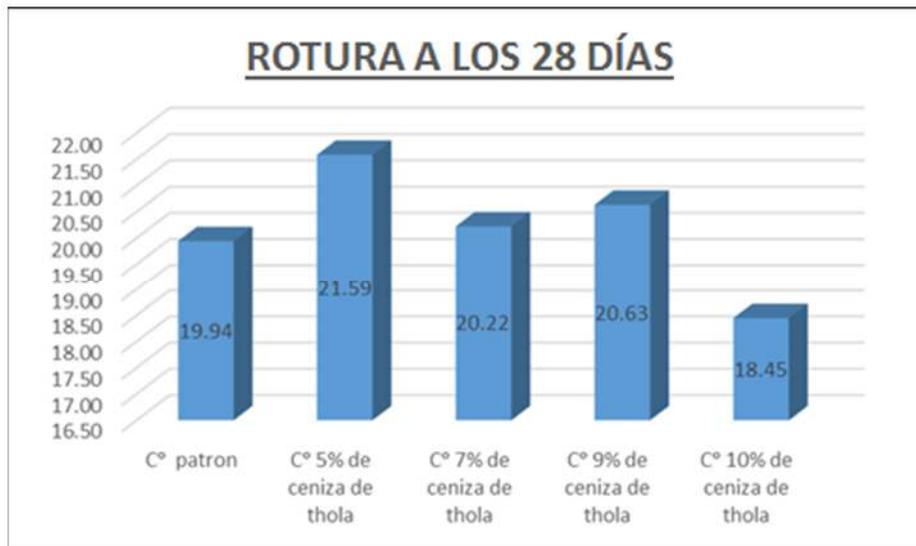
Fuente: fotografía propia

**Tabla 38: Prueba de rotura a la flexión a los 28 días**

Muestra	% de ceniza de thola	Edad en días	Lectura (kgf)	Resistencia Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% de variacion con respecto al patron
Patron	0%	28	2300	20.32	19.94	100.00%
Patron		28	2090	18.48		
Patron		28	2410	21.03		
C1- 5%	5%	28	2530	22.19	21.59	108.24%
C1- 5%		28	2490	21.75		
C1- 5%		28	2380	20.82		
C2- 7%	7%	28	2290	20.02	20.22	101.40%
C2- 7%		28	2320	20.28		
C2- 7%		28	2350	20.37		
C3- 9%	9%	28	2380	21.00	20.63	103.46%
C3- 9%		28	2350	20.83		
C3- 9%		28	2270	20.07		
C4- 10%	10%	28	2080	18.43	18.45	92.50%
C4- 10%		28	2010	17.84		
C4- 10%		28	2050	19.07		

Fuente : Elaboración propia

Figura 32 : Gráfico de resistencia promedio de flexión a los 28 días



*Fuente: Elaboración propia.*

**Interpretación:** Del gráfico se observa el incremento de la resistencia a la flexión 21.59 kg/cm<sup>2</sup> 8.24% más que la probeta patrón con 5% sustitución de ceniza de thola, con respecto a las demás dosificaciones de 7, 9 y 10 % se aprecia un decrecimiento de con respecto a la probeta patrón.

**O.E 3:** Determinar la influencia de la dosificación en la aplicación ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) en las propiedades del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  , Puno – 2022.

Según los datos obtenidos en laboratorio la ceniza muestra un 33.40% de SiO<sub>2</sub>, 18,52 % de CaO , 17.64% de K<sub>2</sub>O estos son los elementos en mayor proporción que contiene la ceniza de thola, en esta investigación se determinó que con un 5% como máximo se puede reemplazar el cemento portland IP por ceniza de thola logrando mejorar sus propiedades mecánicas.

## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Para resistencia a la compresión se determinó la prueba de normalidad:

1. Planteamiento del problema

Ho: los datos de la variable resistencia a la compresión f'c tienen normalidad.

H1: los datos de la variable resistencia a la compresión f'c no tienen normalidad

2. nivel de significancia :

$\alpha=5\%$  (0.05)

3. Elección de la prueba estadística

Coefficiente de correlación Shapiro - wilk

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificacion	,188	45	,000	,829	45	,000
COMPRESION	,129	45	,058	,943	45	,027

4. Regla de decisión :

Si p-valor $\leq$ 0.05... Se rechaza la hipótesis nula

0.027 $<$ 0.05

Entonces se acepta la hipótesis alterna

5. Conclusión

Los datos de la variable resistencia a la compresión f'c no tienen normalidad , por lo tanto para resistencia a la compresión se determinó la prueba de SPEARMAN para los coeficientes de correlación:

6. Planteamiento del problema

Ho: El incremento de la variable resistencia a la compresión f'c no está relacionado con la adición de ceniza de thola

H1: El incremento de la variable resistencia a la compresión f'c si está relacionado con la adición de ceniza de thola

7. nivel de significancia :

$\alpha=5\%$  (0.05)

8. Prueba estadística de coeficiente de correlación

			correlaciones	
			Dosificación	COMPRESIÓN
Rho de Spearman	Dosificación	Coefficiente de correlacion sig. (bilateral)	1.0000	-0.338*
		N	45	45
		Coefficiente de correlacion sig. (bilateral)	-0.338*	1.0000
	COMPRESIÓN	Coefficiente de correlacion sig. (bilateral)	0.23	
		N	45	45
* la correlacion es significativa en el nivel 0.05 bilateral				

9. Regla de decisión :

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05$ ... Se rechaza la hipótesis nula

$P = 0.023 < 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis alterna

10. Conclusión

Según los datos obtenidos podemos afirmar que existe evidencia estadística significativa para mencionar que la resistencia a la compresión está relacionada de manera directa y con la sustitución de ceniza de tola con un coeficiente de correlación  $r = 0.023$ .

## RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Para resistencia a la tracción se determinó la prueba de normalidad:

1. Planteamiento del problema

Ho: Los datos de la variable resistencia a la tracción tienen normalidad.

H1: Los datos de la variable resistencia a la tracción no tienen normalidad

2. nivel de significancia :

$\alpha = 5\%$  (0.05)

3. Elección de la prueba estadística

Coefficiente de correlación Shapiro - wilk

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TH	,188	45	,000	,829	45	,000
Traccion	,072	45	,200*	,960	45	,121

4. Regla de decisión :

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05$ ... Se rechaza la hipótesis nula

$0.121 > 0.05$

Entonces en este caso se acepta la hipótesis nula

5. Conclusión

Los datos de la variable resistencia a la tracción tienen normalidad utilizamos PEARSON.

6. Planteamiento del problema

Ho: El incremento resistencia a la tracción no está relacionado con la sustitución de ceniza de thola

H1: El incremento resistencia a la tracción si está relacionado con la sustitución de ceniza de thola

7. nivel de significancia :

$\alpha = 5\%$  (0.05)

8. Prueba estadística de coeficiente de correlación

		TH	traccion
TH	Correlación de Pearson	1	-.575**
	Sig. (bilateral)		0.000035
	N	45	45
traccion	Correlación de Pearson	-.575**	1
	Sig. (bilateral)	.000	
	N	45	45

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

9. Regla de decisión :

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05$ ... Se rechaza la hipótesis nula

$$0.000035 < 0.05$$

Entonces se acepta la hipótesis alterna

10. Conclusión

Según los datos obtenidos podemos afirmar que existe evidencia estadística significativa para mencionar que la resistencia a la TRACCIÓN está relacionada de manera directa con la adición de ceniza de thola con un coeficiente de correlación  $r = 0.000035$

### RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Para resistencia a la flexión se determinó la prueba de normalidad:

1. Planteamiento del problema

$H_0$ : Los datos de la variable resistencia a la flexión tienen normalidad.

$H_1$ : Los datos de la variable resistencia a la flexión no tienen normalidad

2. nivel de significancia :

$$\alpha = 5\% (0.05)$$

3. Elección de la prueba estadística

Shapiro - wilk

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
th	,186	15	,170	,842	15	,013
flexion	,186	15	,171	,949	15	,507

a. Corrección de significación de Lilliefors

4. Regla de decisión :

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05$ ... Se rechaza la hipótesis nula

$$0.507 > 0.05$$

Entonces en este caso se acepta la hipótesis nula

5. Conclusión

Los datos de la variable resistencia a la flexión tienen normalidad utilizamos PEARSON para el coeficiente de correlación .

6. Planteamiento del problema

Ho: El incremento resistencia a la flexión no está relacionado con la sustitución de ceniza de thola

H1: El incremento resistencia a la flexión si está relacionado con la sustitución de ceniza de thola

7. nivel de significancia :

$\alpha=5\%$  (0.05)

8. Prueba estadística de coeficiente de correlación

Correlaciones

		TH	FLEXION
TH	Correlación de Pearson	1	-.259
	Sig. (bilateral)		.350
	N	15	15
FLEXION	Correlación de Pearson	-.259	1
	Sig. (bilateral)	.350	
	N	15	15

9. Regla de decisión :

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05$ ... Se rechaza la hipótesis nula

$0.350 > 0.05$

Entonces aceptamos la hipótesis nula

10. Conclusión

Según los datos obtenidos podemos afirmar que existe evidencia estadística significativa para mencionar que la resistencia a la flexión no está relacionada de manera directa con la adición de ceniza.

## V. DISCUSIÓN

Se analizó los resultados procedentes en esta investigación de tesis para realizar comparaciones con otras investigaciones similares donde se ha utilizado cenizas de biomasa.

O.E 1: Determinar cómo influye la aplicación de ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) en las propiedades físicas del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Puno – 2022.

### ASENTAMIENTO.

Lencinas F., Incahuanaco B.(2017) en su proyecto de investigación cuyo objetivo fue determinar la influencia física y mecánica en las mezclas de concreto sustituyendo ceniza de paja de trigo, menciona que al utilizar ceniza de paja de trigo como sustituyente del cemento portland puzolánico obtuvo resultados a los 28 días con un porcentaje de 2.5% y 5% del peso del cemento portland puzolánico un asentamiento de 2.6 y 2.1 pulgadas respectivamente, así también se observó la disminución de la trabajabilidad, presenta una disminución en los asentamientos con adición de ceniza con respecto a la probeta patrón de, -18.75%, -34.38%, -65.63%, -84.38% respectivamente según los datos reportados en su investigación como se muestra en el siguiente gráfico .



En esta investigación con sustitución de ceniza de thola se presenta un asentamiento de 3.9" en la probeta patrón y con adición de 5 % de ceniza de thola 3.8" se observa una disminución siempre manteniendo la misma relación agua cemento para todas las pruebas, se tiene una disminución en los asentamientos

según se va incrementando el porcentaje de ceniza en -2.56%, -10.26%, -17.95%, -23.08% respectivamente como se observa en el siguiente gráfico.



Para Lencinas F., Incahuanaco B. (2017) los asentamientos tienen una disminución hasta de -84.38% con adición de 10 % de ceniza de paja de trigo, considerando que cada puzolana reacciona de diferente forma según el proceso de obtención de la misma para la ceniza de thola se obtuvo una disminución de -23.08% para un 10% de adición, existiendo una coincidencia en la disminución del asentamiento mas no en los indicadores de porcentaje.

En los resultados de Lencinas F., Incahuanaco B. (2017) se puede apreciar que los asentamientos varían de plástico a seco.

En el caso de la ceniza de thola si bien es cierto que se observa una disminución el asentamiento según se va incrementando los porcentajes de adición, pero este se mantiene en un estado plástico que es de 3" a 4" según norma.

### **PESOS UNITARIO.**

Palacios Baldeon, Luz V. (2021) En su proyecto de investigación determino el peso unitario del concreto sin adición de cenizas obteniendo un valor de 2420.11 kg/m<sup>3</sup>, y con sustitución de 0.30% , 0.60% y 0.90% de ceniza de coronta de maíz obtuvo, 2417.97 kg/m<sup>3</sup>, 2414.76 kg/m<sup>3</sup> y 2407.27 kg/cm<sup>3</sup> respectivamente según cada dosificación, así también con ceniza de nuez negra obtuvo valores de 2418.50kg/m<sup>3</sup>, 2401.50 kg/m<sup>3</sup> y 2375.72 kg/m<sup>3</sup>, realizo comparaciones con estas dos cenizas, en ambas tiende a disminuir cuando se incrementa la adición de

cenizas , es decir el concreto se presenta más ligero que el concreto patrón elaborado.



En el presente estudio con ceniza de thola se obtuvo 2330 kg/m3 para el concreto patrón y en las dosificaciones de 5, 7, 9 y 10% de sustitución los valores disminuyen encontrándose con 5 % el valor que más se acerca a la probeta patrón con 2328 kg/m3.



En ambos casos los resultados se encuentran dentro de las normas que especifica que para un concreto convencional el peso unitario fluctúa de 2200 a 2400 kg /m3.

### CONTENIDO DE AIRE.

Según Benavides Altamirano, Elisa (2021) los resultados obtenidos son 1.40%, para la probeta patrón y para las dosificaciones de 5, 10 y 15 % de sustitución se tiene 1.40%, 1.35%, 1.35 en sus resultados.

MUESTRA	CONTENIDO DE AIRE TEÓRICO (%)	CONTENIDO DE AIRE IN SITU (%)
PATRÓN	2.00%	1.40%
ADICIÓN AL 5%	2.00%	1.40%
ADICIÓN AL 10%	2.00%	1.35%
ADICIÓN AL 15%	2.00%	1.35%

En este caso en la ceniza de thola tiene un concreto patrón con 1.60% y las dosificaciones de 5, 7, 9 y 10 % disminuyen proporcionalmente 1.55%, 1.45%, 1.40%, 1.30% respectivamente



Según norma ASTM C231 el contenido de aire debe de encontrarse en el rango de 1% a 3% en este caso se encuentra dentro del rango normativo.

O.E 2: Determinar cómo influye la aplicación de ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , puno – 2022.

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Lencinas F. & Incahuanaco.(2017) en su investigación con sustitución de ceniza de paja de trigo en porcentajes de 2.5%, 5%, 7%, 10% con respecto al cemento, los resultados promedios de resistencia final que obtuvieron en los ensayos de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días, los resultados que obtuvieron se muestran en forma satisfactoria con un reemplazo de hasta 2.5% con ceniza de paja de trigo, como sustituto del cemento portland puzolanico frente al concreto

patrón a los 28 días resultando con 220.96kg/cm<sup>2</sup> de resistencia en comparación de la probeta patrón que es de 219.82 kg/cm<sup>2</sup> a mayores porcentajes de adición presenta una disminución en la resistencia a la compresión como se muestran en el siguiente cuadro.

Concreto con:		Resistencia a la compresión con respecto a 210 kg/cm <sup>2</sup>					
Cemento	Ceniza de Paja de Trigo	7 días		14 días		28 días	
		kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%
Resistencia teórica ->		140.70	67.00%	180.60	86.00%	210.00	100.00%
100%	0%	132.67	63.18%	164.01	78.10%	219.82	104.68%
97.5%	2.5%	116.96	55.69%	151.66	72.22%	220.96	105.22%
95%	5%	106.67	50.80%	146.75	69.88%	218.04	103.83%
92.5%	7.5%	101.51	48.34%	127.21	60.57%	199.94	95.21%
90%	10%	89.04	42.40%	106.48	50.70%	189.11	90.05%

Para el caso de la presente investigación con sustitución de ceniza de thola la resistencia a la compresión muestra un resultado similar llegando a la posibilidad de realizar sustituciones de hasta 5% de ceniza con respecto al cemento portland como se observa en el siguiente cuadro.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'C = 210 KG/CM2							
CEMENTO	CENIZA DE THOLA	7 DÍAS		14 DÍAS		28 DÍAS	
		(Kg/cm2)	%	(Kg/cm2)	%	(Kg/cm2)	%
100%	0%	154.33	73.49%	189.11	90.05%	223.24	106.31%
95%	5%	142.00	67.62%	186.33	88.73%	226.92	108.06%
93%	7%	130.20	62.00%	176.59	84.09%	207.26	98.70%
91%	9%	106.82	50.87%	174.90	83.28%	199.57	95.03%
90%	10%	99.07	47.17%	169.68	80.80%	189.20	90.10%

Para Lencinas F. & Incahuanaco B.(2017) en la resistencia a la compresión obtiene resultados superiores con 2.5 % y 5% de sustitución de ceniza de paja de trigo con las dosificaciones superiores se observa un decaimiento en los valores obtenidos que tienen una disminución que solo se logra un 90.05% de la resistencia teórica con adición de 10 % de ceniza de paja de trigo, considerando que cada puzolana reacciona de diferente forma según el proceso de obtención de la misma para la ceniza de thola, existe una coincidencia en la disminución de la resistencia mas no en los indicadores de porcentaje y se obtuvieron resultados aceptables con 5 % de sustitución, se puede apreciar que la resistencia presenta un 90.10 % de resultado con 10% de adición de ceniza de thola con respecto a la resistencia

teórica, obteniendo un resultado superior a la probeta patrón con 5% de sustitución de ceniza thola.

La resistencia según norma debe superar la resistencia requerida en este caso si se superaría con un máximo de 5 % de sustitución de ceniza de thola.

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN** Quevedo, Victor Gabriel (2018) en su trabajo de investigación que tuvo como objetivo determinar la propiedades mecánicas de la compresión y tracción del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  sustituyendo al cemento portland con ceniza de bagazo de caña de azúcar mediante la elaboración de especímenes de concreto ensayados a 7,14 y 28 días con diseños experimentales de 7%, 9 % y 11% de ceniza de bagazo de caña de azúcar el mayor valor obtenido en esta prueba es con 9% con  $21.55\text{ kg/cm}^2$  que representa un incremento de 1% con respecto al patrón como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE CONCRETO F'C = 210 KG/CM2				
CEMENTO	CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR	7 DÍAS (Kg/cm2)	14 DÍAS (Kg/cm2)	28 DÍAS (Kg/cm2)
100%	0%	17.38	20.02	21.31
93%	7%	17.09	19.87	21.14
91%	9%	17.62	20.27	21.55
89%	11%	17.23	19.78	21.01

En la presente investigación con ceniza de thola los resultados de la resistencia a la tracción del concreto sustituyendo el cemento portland en porcentajes de 5%, 7%, 9 % y 10 % con ceniza de thola se obtuvieron los siguientes resultados que se pueden apreciar en el siguiente cuadro.

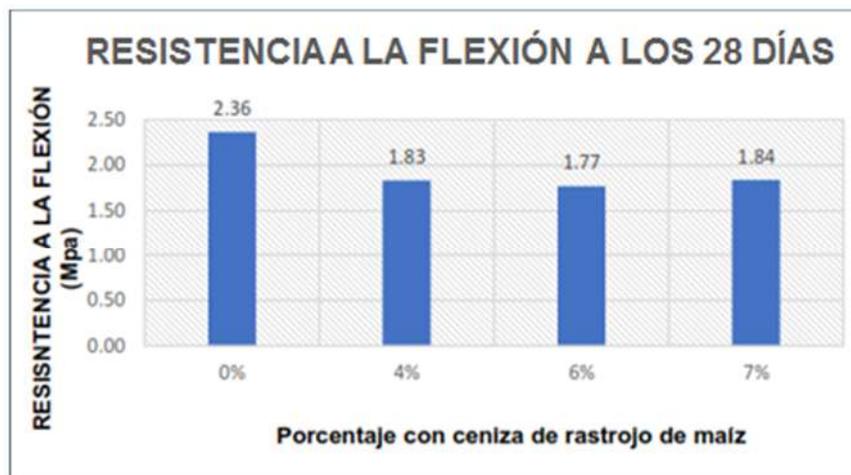
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE CONCRETO F'C = 210 KG/CM2				
CEMENTO	CENIZA DE THOLA	7 DÍAS (Kg/cm2)	14 DÍAS (Kg/cm2)	28 DÍAS (Kg/cm2)
100%	0%	13.99	18.08	19.56
95%	5%	14.25	18.48	20.37
93%	7%	12.71	16.4	17.16
91%	9%	10.47	14.47	15.36
90%	10%	10.02	12.26	14.58

Para Quevedo, Victor Gabriel (2018) la mayor resistencia obtenida en las pruebas de resistencia a la tracción es con 9 % de ceniza con un valor de  $21.55\text{ kg/cm}^2$  a los 28 días superando en 1.31%

En este caso para la ceniza de thola el valor más alto obtenido es con 5% de sustitución de ceniza de thola con un valor de 20.37 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días superando en 4.20% a la probeta patrón.

### RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Huayta Ccoyllo. (2021) en su proyecto de investigación de tesis que tuvo como objetivo determinar la resistencia a la flexión del concreto añadiendo ceniza de rastrojo de maíz en porcentajes de 4%, 6%, 7%, 9% y 12% obtuvieron resultados negativos con respecto al patrón a los 28 días con todas las dosificaciones de adición de ceniza de maíz obteniendo un valor máximo de 2.36 Mpa que sería 24.065 kg/cm<sup>2</sup> en la prueba patrón como se aprecia en la siguiente figura.



Para Huayta Ccoyllo & Jaime J. (2021) no obtuvo buenos resultados con sus dosificaciones ninguna logro superar a la prueba patrón en las pruebas de resistencia a la flexión con de ceniza de rastrojo de maíz .

En este caso para la ceniza de thola el valor más alto obtenido es con 5% de sustitución de ceniza de thola con un valor de 21.59 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días superando en 8.24% a la probeta patrón, cabe mencionar que existe diferencia en comparación con Huayta Ccoyllo.

O.E 3: Determinar la influencia de la dosificación en la aplicación ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) en las propiedades del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  , Puno – 2022.

Lencinas F. & Incahuanaco B. (2017) en su proyecto de investigación adopta la dosificación de mezclas con las recomendaciones ACI 211.1 que recomienda tratar las cenizas solo como sustituto parcial del cemento, por lo que propone un máximo de 10% siendo estas como se observa en el siguiente cuadro.

Descripción	Pesos kg/m <sup>3</sup>				
	100%	97.5%	95%	92.5%	90%
% Cemento	100%	97.5%	95%	92.5%	90%
% Ceniza de paja de Trigo	0%	2.5%	5%	7.5%	10%
Relación a/(c +cpt)	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
Cemento	366	356.9	347.7	338.6	329.4
Ceniza de paja de Trigo	0	9.1	18.3	27.4	36.6
Agregado fino	530.4	530.4	530.4	530.4	530.4
Agregado grueso	1060.10	1060.10	1060.10	1060.10	1060.10
Agua	212.73	212.73	212.73	212.73	212.73
Material cementante	366	366	366	366	366

Para la presente investigación con ceniza de thola se tomó como referencia las investigaciones anteriores y las recomendaciones del ACI 211 para el uso de puzolanas artificiales que obtuvieron buenos resultados con un máximo de 10 % de

Componentes	% de ceniza de thola utilizada en el diseño				
	0%	5%	7%	9%	10%
Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	373.00	354.35	346.89	339.43	335.70
Ceniza de thola (kg/m <sup>3</sup> )		18.65	26.11	33.57	37.30
Agregado fino (kg/m <sup>3</sup> )	785.00	785.00	785.00	785.00	785.00
Agregado grueso (kg/m <sup>3</sup> )	901.00	901.00	901.00	901.00	901.00
Agua (Lt/m <sup>3</sup> )	199.00	199.00	199.00	199.00	199.00

reemplazo del cemento, las dosificaciones fueron las siguientes como se observa en el siguiente cuadro.

Las puzolanas artificiales dependiendo del tratamiento al que sea sometido estas presentan óxidos que al ser hidratados reaccionan con el cemento y están dosificadas según las recomendaciones para dosificar mezclas del concreto ACI 211 que recomienda utilizar las cenizas solo como sustituto parcial del cemento.

Hasta la fecha la puzolana que contiene más SiO según varias investigaciones es con cascara de arroz, sin embargo en la presente investigación la ceniza de thola si es posible sustituir con el cemento con un máximo de 5 %.

Según los datos obtenidos podemos afirmar que existe evidencia estadística significativa para mencionar que la resistencia a la compresión y tracción está relacionada de manera directa con la sustitución de ceniza de thola con un coeficiente de correlación  $r = 0.023$ . y  $r = 0.000035$  respectivamente.

## VI. CONCLUSIONES

La presente investigación nos lleva a las siguientes conclusiones:

1.- Los resultados de las propiedades físicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en cuanto a la prueba del SLUMP no muestran una variación considerable comparando con los resultados de las dosificaciones con ceniza de thola, se observa una disminución de -2.56%, -10.26%, -17.95%, -23.08%. con dosificaciones de 5, 7, 9 y 10 % respectivamente con respecto a la probeta patrón manteniéndose en un concreto de consistencia tipo plástico según los rangos de 3" a 4" indicados en norma ACI, en cuanto a los resultados obtenidos de pesos unitarios se puede observar una disminución a medida que se incrementa el porcentaje de adición de ceniza de thola con respecto al concreto patrón de -0.09%, -0.18%, -0.37%, -0.41% , sin embargo todos se encuentran dentro del rango de concreto convencional que es de 2200 a 2400  $\text{kg/m}^3$ , para los resultados de contenido de aire del concreto fresco los porcentajes de variación son de -3.13%, -6.45%, -3.45%, -7.14% con adiciones de 5, 7,9 y 10% de ceniza de thola respectivamente, así también se pudo observar un retraso en el tiempo de fraguado del concreto con la ceniza de thola con 10 % de adición.

2.- Con respecto a los ensayos de las propiedades físicas la mayor resistencia a compresión obtenida a 28 días es con 5% de ceniza de thola que es de 226.92  $\text{kg/cm}^2$ , en comparación con la resistencia de la probeta patrón superándola en 1.65%, así también con respecto de la resistencia a la tracción se obtuvo buenos resultados con 5% de sustitución a los 28 días de 20.37  $\text{kg/cm}^2$  superando en 4.20% a la probeta patrón, al igual que en la resistencia promedio a la flexión se obtuvo resultados satisfactorios con 5% de ceniza de thola a los 28 días de rotura.

3.- Con los resultados obtenidos en general de los ensayos realizados podemos concluir que si es posible realizar sustitución del cemento portland con ceniza de thola hasta un 5% de dosificación. así también se logra comprobar que la ceniza de thola actúa como retardante del fraguado que la resistencia logra superar a la probeta patrón a partir de los 28 días mejorando la durabilidad del concreto logrando influir en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  satisfactoriamente.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Los concretos con adiciones de ceniza de origen vegetal si son factibles realizar como reemplazo del cemento en la elaboración del concreto hasta el 5% con respecto a la ceniza de thola, el factor más importante a considerar es la granulometría de la ceniza es por eso que debe ser tamizado para casi asemejar a la finura del cemento.
2. Se recomienda tener agregados que se encuentren en los rangos que determinan las normas, si estos no cumplen con la norma requerida estos deben ser corregidos para ser empleados en el concreto.
3. Se recomienda realizar estudios con adición de cenizas con porcentajes inferiores a 5% de sustitución para mejorar la durabilidad del concreto ya que los valores químicos de la ceniza de thola obtenidos en laboratorio se asemejan químicamente a cenizas volantes y estas pueden actuar como aditivo para concretos hidráulicos.

## REFERENCIAS

- AASHTO M 295-11. (2011), "Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete. Standard published 2011 by American Association of State and Highway Transportation Officials.
- ASTM C618. (2005), "Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete".
- Arévalo Torres Andy & Luis López del Aguila Fabián (2020) Aplicación de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín, tesis `para obtener título profesional de ingeniero civil Universidad Nacional de San Martín facultad de ingeniería civil, San Martín - Tarapoto.
- Alessandro Abbàa, Maria Cristina Collivignarellia Sabrina Sorlini, Matteo Bruggic (2016) On the reliability of reusing bottom ash from municipal solid waste incineration as aggregate in concrete
- Aliaga Mendoza, Juan C. & Badajos Quispe B.(2018) Aplicación de cenizas de cascarilla de arroz para el diseño de concreto f'c 210kg/cm2, Atalaya - Ucayali, tesis `para obtener título profesional de ingeniero civil Universidad Nacional Cesar Vallejo escuela profesional de ingeniería civil, Atalaya - Ucayali.
- Cortés, M. Iglesias, M. (2004). Generalidades sobre Metodología de la Investigación, primera edición Campeche – México.
- Cabrera, A. (1978). Sinopsis del Genero (Compositae). Telleres "el sol". Argentina. pp. 169-200.
- Frederick S. Merrit 1992 Manual del ingeniero civil Tomo I, 4ta Edición

- Galicia Pérez, M.A y Velásquez Curo, M.A. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionando ceniza de rastrojos de maíz elaborado con agregado de las canteras de Cunyac y Vichu con respecto a un concreto de patrón de calidad  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  . Tesis de grado inédita: Universidad andina del Cusco, 2016. Pág.37.
- Harmsen T. (2005) diseño de estructuras de concreto armado, 3ra Edición.
- Hernández Sampieri Roberto (2006) metodología de la investigación, McGRAW - HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A.
- Hernández, Fernández, Baptista (2003). Metodología de la investigación Quinta edición.
- Humberto Alzerreca A., Porfirio Calle M., Jorge Laura C. (2002). Manual de manejo y uso sostenible de la tola y tolares, autoridad binacional del lago Titicaca
- Huaquisto Caceres Samuel y Belizario Quispe German (2018) revista de investigaciones altoandinas vol. 20 no. 2
- Huacho Huincho, Mauro y Ronceros Ccasani , Jose (2021) diseño de mezclas de concreto  $f'c = 210 \text{ kg /cm}^2$  adicionando ceniza de stipa ichu para estructuras de edificaciones a compresión en el distrito de Lircay Provincia de Angaraes Huancavelica.
- Instrucción de Hormigón Estructural. EHE (2010)
- Ismail, I., Bernal, S.A., Provis, J.L., San Nicolas, R., Hamdan, S., & van Deventer, J.S. (2014). Modification of phase evolution in alkali activated blast furnace slag by the incorporation of fly ash. Cement and Concrete Composites, 45, 125-135.

- Jakub Popławski & Małgorzata Lelusz (2021) Influence of Mechanical and Mineralogical Activation of Biomass Fly Ash on the Compressive Strength Development of Cement Mortars.
- Jaime Huertas, Miguel Ángel & Portocarrero Regalado, Luis Alberto (2018) Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural, Trujillo 2018, tesis `para obtener título profesional de ingeniero civil Universidad Privada del Norte carrera de ingeniería civil, Trujillo – Perú.
- Kumar, R. y Bhattachrjee, B (2003). "Porosity, size distribution of pore an insitu strength in concrete" En: Cement and Concrete Reseach. No. 33. pp. 155-164.
- Lateef N Assi, Ali Alsalman, Kealy Carter, Paul Ziehl, (2021) Handbook of Sustainable Concrete and Industrial Waste Management
- Lencinas Valeriano Fredd C. & Incahuanaco Callata Becker I. (2017) Evaluación de mezclas de concreto con adiciones de ceniza de paja de trigo como sustituto en porcentaje del cemento portland puzolanico IP en la zona altiplánica, tesis `para obtener título profesional de ingeniero civil Universidad Nacional Del Altiplano escuela profesional de ingeniería civil, Puno- Perú.
- Malkit Singh, Jagdeep Singh, Rafat Siddique (2022) Bagasse ash
- Mejia Zulueta E, (2020) Evaluación del concreto adicionando ceniza de tallo y espiga de cebada para reducir el porcentaje de cemento, tesis `para obtener título profesional de ingeniero civil universidad Nacional Autónoma de Chota escuela profesional de ingeniería civil, Chota - Cajamarca.

- Michael, C. (2021) Characterization and use of an untreated Mexican sugarcane bagasse ash as supplementary material for the preparation of ternary concretes Construction and Building Materials.
- Murillo, W. (2008). La investigación científica. Ed Semphis, Madrid.
- Namarak, C., Satching, P., Tangchirapat, W., & Jaturapitakkul, C. (2017). Improving the compressive strength of mortar from a binder of fly ash calcium carbide residue. Construction and Building Materials, 147, 713-719.
- Nilson Arthur H. (2001) Diseño de estructuras de concreto mcgraw-hill interamericana, s.a. duodécima edición.
- Núñez Flores, María Isabel. (2007). VARIABLES: ESTRUCTURE AND FUNCTION IN THE HYPHOTESIS 1
- NTP 339.034. (2008). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas CONCRETE. Lima: INDECOPI.
- NTP 339.035. (2008). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. Lima: INDECOPI.
- NTP 339.046. (2008). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto) . Lima: INDECOPI.
- NTP 339.078. (2012). Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. Lima: INDECOPI.
- NTP 339.083. (2003). Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de hormigón (concreto), fresco por el método de presión. Lima: INDECOPI.
- NTP 339.183. (2013). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio. Lima: INDECOPI.

- NTP 339.185. (2013). Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Lima: INDECOPI.
- NTP 400.010. (2016). Agregados extracción y preparación de las muestras. Lima: INDECOPI.
- NTP 400.012. (2001). Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Lima: INDECOPI.
- NTP 400.017. (2011). Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad. Lima: INDECOPI.
- NTP 400.021. (2002). Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa y absorción del agregado grueso. Lima: INDECOPI.
- NTP 400.022. (2013). Método de ensayo normalizado para la densidad, peso específico, y absorción del agregado fino. Lima: INDECOPI.
- NTP 400.037. (2014). Requisitos para agregado. Lima: INDECOPI.
- Park KB, Kwon SJ, Wang XY (2016) Análisis de los efectos de la ceniza de cascarilla de arroz en la hidratación de materiales cementosos.
- Paul O. Awoyera, Carlos Thomas Mehmet, Serkan Kirgiz (2022 ) The Structural Integrity of Recycled Aggregate Concrete Produced with Fillers and Pozzolans presents a review on the use of by-products, fillers and pozzolanic
- Quintana Pumachoque Silvestre, (2020) La Operacionalización de variables.
- Qollasuyo (2003). Autoridad Binacional del Lago Titicaca. Macrozonificación Ambiental del Sistema TDPS. Bases para el Plan de Gestión Ambiental del Sistema Hídrico del Lago Titicaca, Río Desaguadero, Lago Poopó y Salar de Coipasa (TDPS). Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. OEA, Puno. pp9 –55.
- Rivera, G. (2013). Concreto Simple. Universidad del Cauca, Cauca.

- Rivva López, E. (2010). *Materiales para el Concreto (2da Edición ed.)*. Lima: ICG.
- Rodríguez Sanchez, Anyi M. & Tibabuzo Jimenez, Maria P. (2019) *Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico*, tesis `para obtener título profesional de ingeniero civil universidad de Santo Tomas facultad de ingeniería civil, Villavicencio – Colombia.
- R. Ghosh, A. Kumar, and S. Kumar, (2013). “Flyash Geopolymer Concrete as Future Concrete,” *Int. J. Adv. Sci. Tech. Res.*, vol. 6(3), no. 3, pp. 260–271.
- Sabino, C. (1992) *El proceso de investigación*. Editorial Panapo, Caracas – Venezuela.
- Señas, P. Maiza , S. Marfil , C. Priano, J. Valea (2017) *Matrices cementiceas con adición de cenizas de cáscara de girasol I*. Dpto. de Ingeniería - UNS.– INGEOSUR. San Juan 670. Argentina.
- Slobodan, Mirjana, Vlastimir Radonjanin, Vesna and Tiana (2021) *Pozzolanic Properties of Biomass Ashes Generated by Wheat and Soybean Straw Combustion* Department of Civil Engineering and Geodesy, Faculty of Technical Sciences, University of Novi
- Trivelli, M. y V. Valdivia. (2009). *Alcances sobre Flora y Vegetación de la Cordillera de Los Andes. Región de Arica y Parinacota y Región de Tarapacá*. Segunda Edición. Ministerio de Agricultura. Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago. 180 p.
- Vassilev SV, Baxter D, Andersen LK, Vassileva CG, 2013-b, An overview of the composition and application of biomass ash. Part 2. Potential 56.

- Velásquez Real, Juniors Nilton (2018) Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  sustituido 15% el cemento por ceniza de cola de caballo Chimbote Perú.
- Vivas Villarreal, Karol N. (2016).Diseño de un hormigón liviano elaborado con ceniza de madera como sustituto parcial del agregado fino, tesis `para obtener título profesional de ingeniero civil Universidad Técnica de Ambato facultad de ingeniería civil y mecánica, Ambato - Ecuador.
- Wei Wang, Wuyou Wei, Shan Gao y otros (2021) Agricultural and aquaculture wastes as specific components: a review
- Yang, Z., Huddleston, J. and Brown, H. (2016) Effects of Wood Ash on Properties of Concrete and Flowable Fill. Journal of Materials Science and Chemical Engineering.
- Yan Zhuge, Weiwei Duan, YueLiu (2021) Utilization of wood waste ash in green concrete production
- Zahid Hossain, Kazi Tamzidul, Islam (2022) Sustainable Concrete Made with Ashes and Dust from Different Sources

## ANEXO 1 : MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO** : Influencia de la aplicación de ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) en las propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Puno – 2022

**AUTOR** : Manzano Velasquez, Beatriz

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Cómo influye la aplicación de la ceniza de thola (<i>Parastrephia lepidophylla</i>) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, Puno - 2022?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Evaluar cómo influye la aplicación de la ceniza de thola (<i>Parastrephia lepidophylla</i>) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, Puno- 2022.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>La aplicación de la ceniza de thola (<i>Parastrephia lepidophylla</i>) influyen positivamente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, Puno – 2022</p>	<p><b>V. INDEPENDIENTE:</b></p> <p>Ceniza de thola (<i>Parastrephia lepidophylla</i>)</p>	Dosificación	0%, 5%, 7%, 9%, 10%	Balanza de medición digital
<p><b>Problema específico:</b></p> <p>¿Cómo influye la aplicación de ceniza de thola (<i>Parastrephia lepidophylla</i>) en las propiedades físicas del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, Puno - 2022?</p>	<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>Determinar cómo influye la aplicación de ceniza de thola (<i>Parastrephia lepidophylla</i>) en las propiedades físicas del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, Puno - 2022</p>	<p><b>Hipótesis específica:</b></p> <p>La aplicación de la ceniza de thola (<i>Parastrephia lepidophylla</i>) influye en las propiedades físicas del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, Puno - 2022</p>	<p><b>V. DEPENDIENTE:</b></p> <p>Concreto <math>F'c= 210</math>Kg/cm<sup>2</sup></p>	Propiedades físicas	Asentamiento, consistencia ( cm)	ensayo de Cono de Abrams según NTP 339.035
<p>¿Cómo influye la aplicación de ceniza de thola (<i>Parastrephia lepidophylla</i>) en las propiedades mecánicas del concreto <math>f'c=210</math>kg/cm<sup>2</sup>, de Puno - 2022?</p>	<p>Determinar cómo influye la aplicación de ceniza de thola (<i>Parastrephia lepidophylla</i>) en las propiedades mecánicas del concreto <math>f'c=210</math>kg/cm<sup>2</sup>, puno – 2022</p>	<p>La aplicación de ceniza de thola (<i>Parastrephia lepidophylla</i>) influye en las propiedades mecánicas del concreto <math>f'c=210</math>kg/cm<sup>2</sup>, puno – 2022</p>	Segregación		Según Norma ASTM C1610	
			Exudación(%)		según Norma ASTM C232	
			peso unitario (kg/cm <sup>3</sup> )		según Norma ASTM C138M	
<p>¿La dosificación con la aplicación de ceniza de thola (<i>Parastrephia lepidophylla</i>) influyen en las propiedades del concreto <math>f'c=210</math>kg/cm<sup>2</sup>, Puno - 2022?</p>	<p>Determinar la influencia de la dosificación en la aplicación ceniza de thola (<i>Parastrephia lepidophylla</i>) en las propiedades del concreto <math>f'c=210</math>kg/cm<sup>2</sup>, Puno - 2022</p>	<p>La dosificación de la aplicación de la ceniza de thola (<i>Parastrephia lepidophylla</i>) influye en las propiedades del concreto <math>f'c=210</math>kg/cm<sup>2</sup>, Puno - 2022</p>	<p>Propiedades mecánicas</p>	Contenido de aire (%)	según NTP 339.046	
				Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ficha de registro de ensayo según NTP 339.034 y ASTM	
				Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Ficha de registro de ensayo según NTP 339.084 y ASTM C - 496	
					Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ficha de registro de ensayo según NTP 339.078 y ASTM C - 78

**ANEXO 2 : MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE**

**TÍTULO** : Influencia de la aplicación de ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) en las propiedades del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  , Puno – 2022

**AUTOR** : Manzano Velasquez, Beatriz

VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
<p><b>V. independiente:</b></p> <p>Ceniza de thola (<i>Parastrephia lepidophylla</i>)</p>	<p>La ceniza de tallo de cereales como el maíz, cebada u otros, es considerada como un material puzolánico, compuesto por un alto porcentaje de <math>\text{SiO}_2</math> y <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>, que al unirlos con el <math>\text{CaO}</math> genera un material eficientemente cementante. (Galicia y Velásquez, 2016)</p>	<p>La ceniza de thola es aquella que se obtiene por un proceso de calcinación que se adiciona al concreto con dosificaciones conocidas en sustitución del cemento con porcentajes.</p>	<p>Dosificación</p>	<p>0% de ceniza 5% de ceniza 7% de ceniza 9% de ceniza 10% de ceniza</p>	<p>De razón</p>	<p>Tipo de Investigación: Aplicada. Nivel de Investigación: Explicativo. Diseño de Investigación: Cuasi – Experimental. Enfoque: Cuantitativo. Población: 90 probetas y 15 vigas de concreto. Muestra: 90 probetas y 15 vigas de concreto. Muestreo: No Probabilístico - se ensayará en todas las probetas y vigas por conveniencia. Técnica: Observación directa. Instrumento de recolección de datos: - Fichas de recolección de datos - Equipos y herramientas de laboratorio. - Software de análisis de datos. (SPSS).</p>
<p><b>V. dependiente:</b></p> <p>Concreto <math>F'c= 210\text{Kg/cm}^2</math></p>	<p>los componentes de una mezcla se dosifican de manera que el concreto resultante tenga una resistencia adecuada, una manejabilidad apropiada para su vaciado y un bajo costo, este último factor obliga a la utilización de la mínima cantidad de cemento que asegure unas propiedades adecuadas, mientras mejor sea la gradación de los agregados, es decir, mientras menor sea el volumen de vacíos, menor será la pasta de cemento necesaria para llenar estos vacíos.(Nilson Arthur H. 2001)</p>	<p>Concreto <math>F'c= 210\text{Kg/cm}^2</math> es una mezcla de que cumple la especificaciones de la NTP donde se estiman las propiedades del mismo con la sustitución de ceniza de thola con respecto al cemento.</p>	<p>Propiedades físicas</p> <p>Propiedades mecánicas</p>	<p>Asentamiento (cm) Segregación Exudación (%) Peso unitario (kg/cm<sup>3</sup>) Contenido de aire (%) 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>)</p>	<p>De razón</p>	

## ANEXO 3 : VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Barrantes Callata Jose Felix  
 N° de registro del CIP : 95521  
 Especialidad : Ingeniero Civil  
 Autor del instrumento : Manzano Velasquez, Beatriz

#### II. ASPECTOS DE VALIDACION

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXELENTE(5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítem 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 <b>concreto</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación inherente a la variable <b>concreto</b> .					X
ORGANIZACION	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 las hipótesis, problema y objeto de investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde a 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 permitirá 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.					X
METODOLOGIA	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
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es valido cuando se tiene el puntaje minimo de 41 "excelente" sin embargo un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no valido ni aplicable)

#### III. OPINION DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACION

50

Puno 06 de Enero del 2022



## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : CALLOHUANCA CHURA ISMAEL  
 N° de registro del CIP : 95522  
 Especialidad : INGENIERO CIVIL  
 Autor del instrumento : Manzano Velasquez, Beatriz

### II. ASPECTOS DE VALIDACION

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXELENTE(5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítem 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 <b>concreto</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación inherente a la variable <b>concreto</b> .					X
ORGANIZACION	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 las hipótesis, problema y objeto de investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde a 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 permitirá 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.					X
METODOLOGIA	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>						

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es valido cuando se tiene el puntaje minimo de 41 "excelente" sin embargo un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no valido ni aplicable)

### III. OPINION DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACION

50

Puno 07 de ENERO del 2022



**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA**

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto : PINEDA NEYRA ANIBAL JESUS  
 N° de registro del CIP : 85122  
 Especialidad : INGENIERO CIVIL  
 Autor del instrumento : Manzano Velasquez, Beatriz

**II. ASPECTOS DE VALIDACION**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXELENTE(5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítem 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 <b>concreto</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación inherente a la variable <b>concreto</b> .					X
ORGANIZACION	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 las hipótesis, problema y objeto de investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde a 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 permitirá 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.					X
METODOLOGIA	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>						

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es valido cuando se tiene el puntaje minimo de 41 "excelente" sin embargo un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no valido ni aplicable)

**III. OPINION DE APLICABILIDAD**

PROMEDIO DE VALORACION

50

Puno 10 de ENERO del 2022

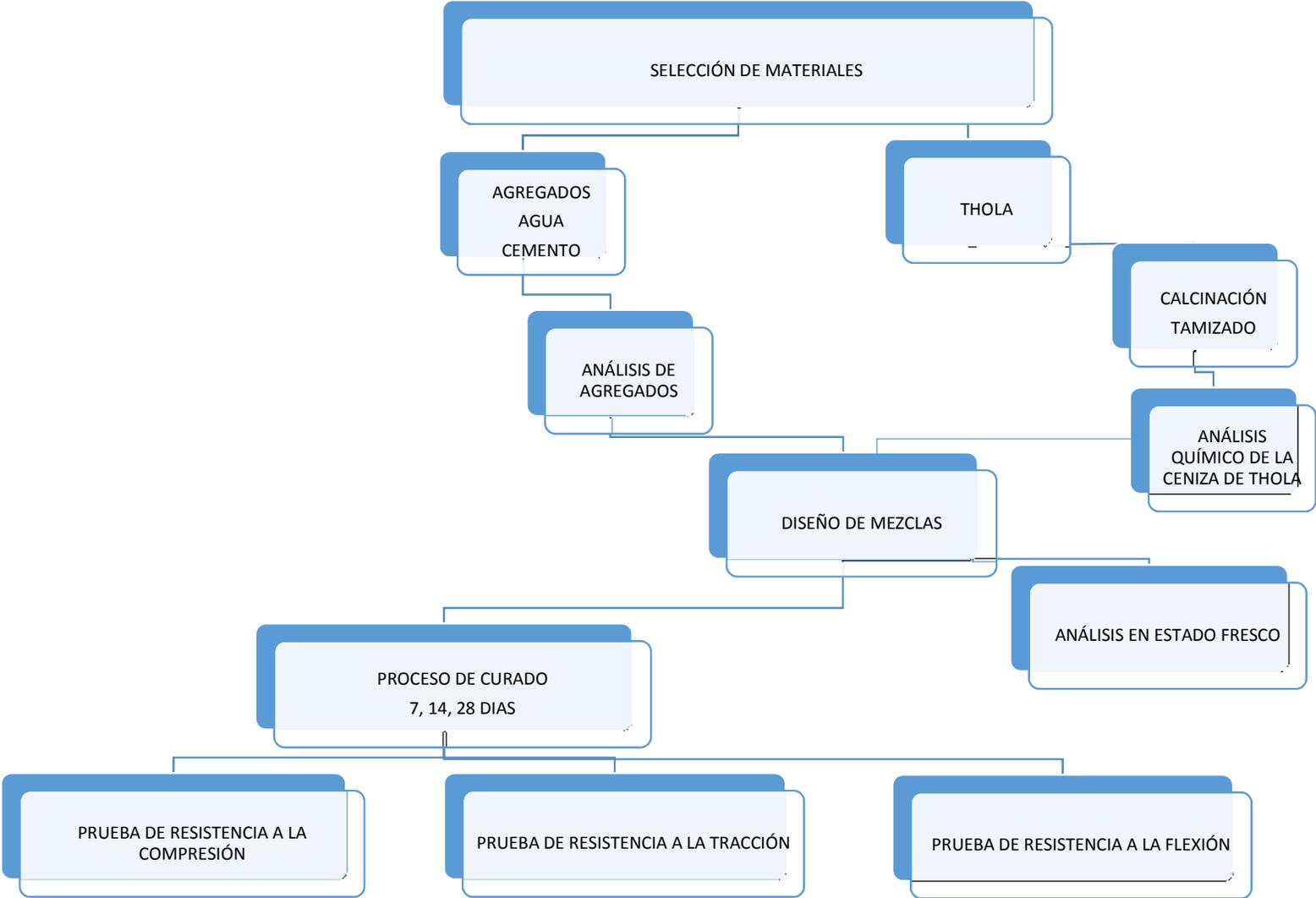


## ANEXO 4 : CUADRO DE DOSIFICACIÓN DE RESULTADOS

AUTOR	TÍTULO	PRODUCTOS	Año	Porcentajes de adición (%)	RESISTENCIA			SLUMP Asentamiento (pulg)	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )
					7 días	14 días	28 días		
Rodríguez, A. & Tibabuzo, M. (Colombia)	Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico	ceniza de cascarilla de arroz	2019	patrón	132.56	162.13	219.24	4	
				3	90.75	131.54	209.04	4	
				5	76.48	137.66	203.94	4	
				10	142.76	180.50	234.53	3.5	
				15	55.06	121.35	139.70	2	
Mejía Zulueta E, (Chota - Cajamarca)	Evaluación del concreto adicionando ceniza de tallo y espiga de cebada para reducir el porcentaje de cemento	ceniza de tallo e espiga e cebada	2020	Patrón	190.46	210.36	235.73	3.5	2.33
				5	191.68	217.37	237.60	3.5	2.33
				10	197.22	208.64	229.27	3	2.31
				15	163.79	174.52	200.21	2.5	2.30
				20	154.33	172.59	191.50	1.5	2.26
				25	143.18	151.81	177.01	1	2.19
Velásquez Real, Juniors Nilton (Chimbote)	Resistencia a la compresión de un concreto f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> , sustituido 15% el cemento por ceniza de cola de caballo	Ceniza de cola de caballo	2018	Patrón	174.18	196.57	226.52	4	
				15	190.62	218.53	245.02	3.5	
Arévalo Torres Andy & Luis López del Aguila Fabián (San Martín)	Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín.	ceniza de la cascarilla de arroz	2020	patrón	103.84	101.03	101.65	3.5	
				2	159.18	192.51	213.82		
				4	149.74	182.14	201.33	3.5	
				6	139.83	172.83	191.00		



**ANEXO 5: PROCEDIMIENTO**



## ANEXO 6: NORMATIVA

ÍTEM	NORMA	DESCRIPCIÓN	AÑO
01	Norma E 0.60	Concreto armado	2009
02	NTP - 400.037	Especificaciones normalizadas para agregados en concreto	2014
03	NTP - 400.021	Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso	2002
04	NTP - 400.022	Método peso específico y absorción del agregado fino	2013
05	NTP - 400.017	Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad peso unitario y los vacíos en los agregados	2011
06	NTP - 339.035	Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland	2009
07	NTP - 339.046	Método de ensayo para determinar la densidad rendimiento y contenido de aire del concreto	2008
08	NTP - 339.034	Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión el concreto	2008
09	NTP - 339.084	Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto por compresión	2012
10	NTP - 339.078	Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo	2012



PERÚ

Ministerio de Vivienda  
Construcción y Saneamiento



**SENCICO**  
SERVICIO NACIONAL DE CAPACITACIÓN PARA  
LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

**NORMA E.060**  
**CONCRETO ARMADO**

LIMA - PERÚ  
2009

PUBLICACIÓN OFICIAL

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 400.037  
2014**

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI  
Calle de La Balsa 104, San Bofya (Lima 41) Apartado 198 Lima, Perú

## **AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto**

**AGGREGATES. Standard Specification for Concrete Aggregates**

Esta Norma Técnica Peruana adaptada por el INDECOPI está basada en la norma ASTM C 33/C 33M-2013, Standard Specification for Concrete Aggregates. Derecho de autor de ASTM International, 100 Bar Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19380, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

**2014-12-30  
3ª Edición**

R0151-2014/CNB-INDECOPI. Publicada el 2015-01-14

Precio basado en 20 páginas

IF: S 91.000.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descripción: Agregados, concreto, requisitos

© ASTM 2013 - © INDECOPI 2014

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

---

**NTP 400.021  
2002**

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI  
Calle de La Rosa, 133, San Borja (Lima 4) Apartado 145

Lima, Perú

---

## **AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso**

AGGREGATES. Standard test method for specific gravity and absorption of coarse aggregate

**2002-05-16  
2ª Edición**

R.0048:2002/INDECOPI/CRT, Publicada el 2002-05-30  
I.C.S.: 91.100.50

Precio basado en 68 páginas  
**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 400.022  
2013**

Comisión de Normalización y de Escalificación de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOP  
Calle de la Posa 109, San Borja de Lima 11, Apartado 145  
Lima, Perú

**AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino**

**AGGREGATES. Standard test method Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate**

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOP está basada en la Norma ASTM C 128-2013 Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate. Dirección de Normas ASTM International, 100 West Market Street, West Conshohocken, PA 19380, USA. Disponible por suscripción en ASTM International

**2013-12-26  
3ª Edición**

R0013-2013/NB-INDECOP. Publicada el 2014-08-16

Tercio basado en 20 páginas

TCSE: 91.80.00

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptores: absorción; agregado; densidad aparente; densidad relativa aparente; densidad; agregado fino; densidad relativa; gravedad específica

© ASTM 2013 - © INDECOP 2013

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 400.017  
2011 (revisada el 2016)**

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 815, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

**AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados**

**AGGREGATE. Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregates**

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL, está basada en la Norma ASTM C 1287-03-09 Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregates, Servicio de ensos de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19380, U.S.A. - Registrada por autorización de ASTM International

2016-07-28  
3ª Edición

R.D. N° 018-2016-INACAL/DN. Publicada el 2016-08-02  
I.C.S.: 91.300.30

Precio basado en 14 páginas

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Disponibles: Agregados, densidad de masa, agregado grueso, densidad, agregado fino, peso unitario, vacíos en agregados

© ASTM INTL - © INACAL 2016

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 339.035  
2009**

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Bancos Comerciales No-Ancelarias - (INDECOP)  
Calle de La Florida 108, San Borja (Lima III) Apartado 135 Lima, Perú

## **HORMIGÓN (CONCRETO), Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland**

**CONCRETE, Standard test method for measure slump of Portland cement concrete**

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOP es basada en la Norma ASTM C 143/C 143-2008 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA, 19428, USA. Reimpreso por autorización de ASTM International

**2009-12-23  
3ª Edición**

R.014-2009/INDECOP/CNB, publicada el 2010-02-26

Esquematizado en 09 páginas

TC 339.035.03

ESPA 339.035.035.035.035.035

Descriptores: Concreto, ensayo, consistencia, plasticidad, asentamiento, trabajabilidad

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 339.034  
2008**

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales INDECOPI  
Calle de La Princesa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima - Perú

## **HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.**

**CONSUMO:** Norma Técnica INDECOPI para la compresión de muestras cilíndricas de hormigón.

Esta Norma Técnica Peruana es equivalente a la NTP 339.034 de la Comisión de Normas Técnicas y Comerciales (NTPC) de la Comisión de Compresión de Concreto del Comité de Normas Técnicas y Comerciales (COTEC) de la Asociación de Normas Técnicas y Comerciales (ASNTC) Internacional, con el título "Concrete - Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Specimens" de la Norma Técnica Internacional ASNTC 308.034. ASNTC Internacional.

**2008-01-02**  
**3ª Edición**

R 001-2008-INDECOPI-GR17. Publicada el 2008-01-25

Recibido basado en 18 páginas

IC 51-93-100-10

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descritores: Hormigón; concreto; resistencia; resistencia a la compresión; muestras cilíndricas

**HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)**

**RESUMEN:** Método de prueba estándar para densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire hormigón.

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C138 / C138M - 08 Método de prueba estándar para densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (gravimétrico) de concreto de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19380, EE. UU. -Reimpresa por autorización de ASTM International.

**2008-09-03  
2ª Edición**

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 339.084  
2012 (revisada el 2017)**

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

**CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica**

CONCRETE. Standard test method for splitting of concrete, by diametral compression of cylindrical test specimen

2017-11-29  
3ª Edición

**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

R.D. N° 047-2017-INACAL/DN. Publicada el 2017-12-18

Precio basado en 12 páginas

I.C.S.: 91.100.30

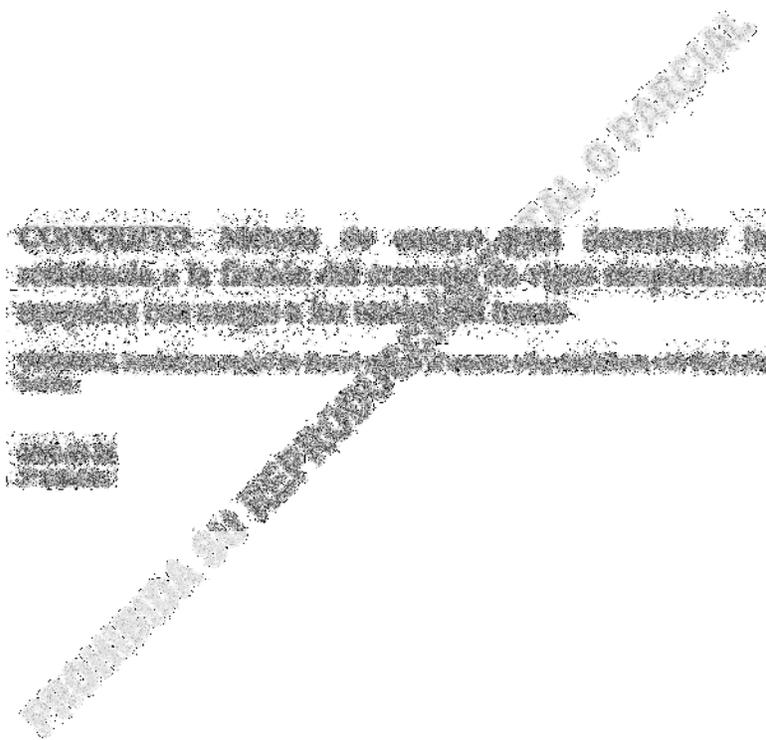
**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptor: Concreto, resistencia a la tracción, compresión diametral, probeta cilíndrica, ensayo

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 339.078  
2012**

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOP  
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima-41) Apartado 145 Lima, Perú



ESTÁNDAR TÉCNICO INTERNACIONAL ISO 9001:2015  
ESTÁNDAR TÉCNICO PERUANO NTP 339.078:2012  
ESTÁNDAR TÉCNICO PERUANO NTP 339.078:2012  
ESTÁNDAR TÉCNICO PERUANO NTP 339.078:2012

## ANEXO 7 : ENSAYOS DE LABORATORIO



Laboratorios Analíticos del Sur

**Laboratorios Analíticos del Sur**  
Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado – Arequipa – Perú  
www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

+51 (054) 443294  
+51 (054) 444582  
+51 958 961 254  
+51 958 961 253

### INFORME DE ENSAYO LAS01-MN-22-00956

Fecha de emisión: 14/02/2022

Pág.: 1/1

Señores: BEATRIZ MANZANO VELASQUEZ  
Dirección: AV. EL EJERCITO N° 1182 -PUNO  
Atención: BEATRIZ MANZANO VELASQUEZ  
Recepción: 11/02/2022  
Realización: 11/02/2022  
Observación: *Laboratorio No realiza la toma de muestra.*  
Proyecto: "Influencia de la aplicación de ceniza de thola ( Parastrephia lepidophylla) en las propiedades del concreto f' c=210 kg/cm<sup>2</sup>, Puno -2022"

**Método de ensayo aplicado**

\*592 Método de Ensayo para Rocas Fusión alcalina (SiO<sub>2</sub>, CaO, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, LOI)  
\*700 Determinación de humedad en minerales

Muestra	Nombre de muestra	Descrip. de muestra	Procedencia de la muestra	*700 H <sub>2</sub> O	*592 SiO <sub>2</sub>	*592 CaO	*592 MgO	*592 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	*592 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	*592 Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	*592 Na <sub>2</sub> O	*592 K <sub>2</sub> O	*592 LOI
#				%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
MN22001753	CENIZA DE THOLA	Ceniza	No proporcionado por el cliente.	0,98	33,40	18,52	3,87	5,78	3,29	0,92	5,86	17,64	7,00

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.  
Omar A. Juárez Soto  
Gerente de Operaciones  
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-04.

\*«Valor numérico»=Limite de detección del método. \*«Valor Numérico»=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C, Colorado-Arequipa-Perú. (054)443294 - (054)444582.



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

NORMA: ASTM C 33

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE APLICACIÓN DE CENIZA DE THOLA (PARASTREPHIA LEPIDOPHYLLA) EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C 210 Kg/Cm<sup>2</sup>, PUNO-2022"

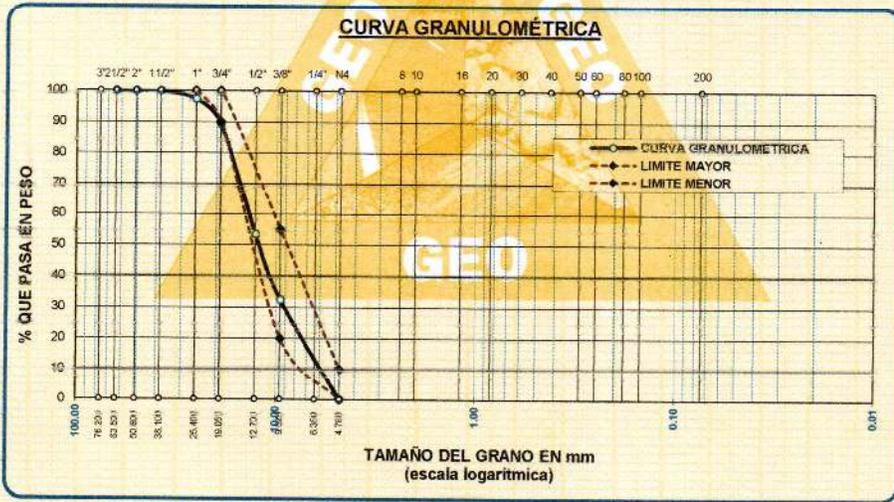
**SOLICITANTE** : BACHILLER. MANZANO VELASQUEZ BEATRIZ

**CANTERA** : CUTIMBO

**LUGAR** : CUTIMBO

**FECHA** : 06 DE FEBRERO DEL 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4"
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100 % 90 - 100 % 20 - 55 % 0 - 10 %	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	94.00	2.69	2.69	97.31		
3/4"	19.050	280.00	8.00	10.69	89.31		
1/2"	12.700	1284.00	35.85	46.51	53.49		
3/8"	9.525	735.00	21.00	67.51	32.49		
1/4"	6.350						
N#4	4.750	1136.00	32.46	99.97	0.03		
BASE		1.00	0.03	0.0	100.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.03					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LA BACHILLER

*Elizabeth*  
**Elizabeth Ccopa Gordillo**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERÁN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



**TRIPLE GEO** S.R.L.

Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Geología - Geofísica - Geotecnia

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : "INFLUENCIA DE APLICACIÓN DE CENIZA DE THOLA (PARASTREPHIA LEPIDOPHYLLA) EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C 210 Kg/Cm<sup>2</sup>, PUNO-2022"

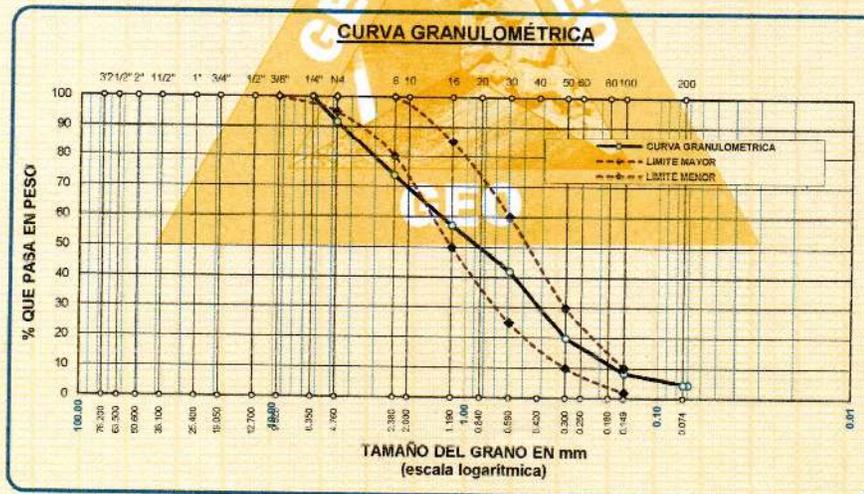
SOLICITANTE : BACHILLER. MANZANO VELASQUEZ BEATRIZ

CANTERA : CUTIMBO

LUGAR : CUTIMBO

FECHA : 06 DE FEBRERO DEL 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr. Módulo de Fineza = 3.07
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
No4	4.760	41.59	8.32	8.32	91.68	95 - 100 %	OBSERVACIONES: <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>
No8	2.380	90.15	18.03	26.35	73.65	80 - 100 %	
No10	2.000						
No16	1.190	82.28	16.46	42.80	57.20	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	75.95	15.19	57.99	42.01	25 - 60 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	110.25	22.05	80.04	19.96	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	58.26	11.65	91.70	8.30	2-10%	
No200	0.074	18.71	3.74	95.44	4.56		
BASE		22.81					
TOTAL		500.00	100.00	100	0.00		
% PERDIDA		4.56					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LA BACHILLER

  
Elizabeth Croza Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CO EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



## PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : "INFLUENCIA DE APLICACIÓN DE CENIZA DE THOLA (PARASTREPHIA LEPIDOPHYLLA) EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO  
F' C 210 Kg/Cm<sup>2</sup>, PUNO-2022"

SOLICITANTE : BACHILLER. MANZANO VELASQUEZ BEATRIZ

CANTERA : CUTIMBO

LUGAR : CUTIMBO

FECHA : 06 DE FEBRERO DEL 2022

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO (GRAVA)

	6050 gr	6050 gr	6050 gr
PESO DEL MOLDE			
VOLUMEN DEL MOLDE	3225 cm <sup>3</sup>	3225 cm <sup>3</sup>	3225 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	10640.00 gr	10600.00 gr	10615.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4580.00 gr	4550.00 gr	4565.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.423 gr/cm <sup>3</sup>	1.411 gr/cm <sup>3</sup>	1.415 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.417 gr/cm <sup>3</sup>	

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO (GRAVA)

	6050 gr	6050 gr	6050 gr
PESO DEL MOLDE			
VOLUMEN DEL MOLDE	3225 cm <sup>3</sup>	3225 cm <sup>3</sup>	3225 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	10900.00 gr	10925.00 gr	10925.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	4850.00 gr	4875.00 gr	4875.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.504 gr/cm <sup>3</sup>	1.512 gr/cm <sup>3</sup>	1.512 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.509 gr/cm <sup>3</sup>	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LA BACHILLER



*Elizabeth*  
**Elizabeth Copca Gordillo**  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP. 121350



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
Geología - Geofísica - Geotecnia

## PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE APLICACIÓN DE CENIZA DE THOLA (PARASTREPHIA LEPIDOPHYLLA) EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C 210 Kg/Cm<sup>2</sup>, PUNO-2022"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. MANZANO VELASQUEZ BEATRIZ  
**CANTERA** : CUTIMBO  
**LUGAR** : CUTIMBO  
**FECHA** : 06 DE FEBRERO DEL 2022

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5765 gr	5765 gr	5765 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	1993 cm <sup>3</sup>	1993 cm <sup>3</sup>	1993 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	8950.00 gr	8935.00 gr	8940.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3185.00 gr	3170.00 gr	3175.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.598 gr/cm <sup>3</sup>	1.591 gr/cm <sup>3</sup>	1.593 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.594 gr/cm <sup>3</sup>		

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5765 gr	5765 gr	5765 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	1993 cm <sup>3</sup>	1993 cm <sup>3</sup>	1993 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9095.00 gr	9095.00 gr	9105.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3330.00 gr	3330.00 gr	3340.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.671 gr/cm <sup>3</sup>	1.671 gr/cm <sup>3</sup>	1.676 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.673 gr/cm <sup>3</sup>		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LA BACHILLER

  
  
**Elizabeth C. Córdova**  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERÁN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



## CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE APLICACIÓN DE CENIZA DE THOLA (PARASTREPHIA LEPIDOPHYLLA) EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C 210 Kg/Cm<sup>2</sup>, PUNO-2022"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. MANZANO VELASQUEZ BEATRIZ  
**CANTERA** : CUTIMBO  
**LUGAR** : CUTIMBO  
**FECHA** : 06 DE FEBRERO DEL 2022

MUESTRA : ARENA	
N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	328.67
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	314.03
PESO DEL TARRO (gr.)	36.14
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	<b>292.53</b>
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	<b>277.89</b>
PESO DEL AGUA (gr.)	<b>14.64</b>
% HUMEDAD	<b>5.27</b>

MUESTRA : GRAVA	
N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	419.59
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	416.91
PESO DEL TARRO (gr.)	39.09
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	<b>380.50</b>
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	<b>377.82</b>
PESO DEL AGUA (gr.)	<b>2.68</b>
% HUMEDAD	<b>0.71</b>

**OBSERVACIONES:**

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LA BACHILLER.



*Elizabeth*  
Elizabeth Ceapa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP: 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



TRIPLE GEO S.R.L.  
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Geología - Geofísica - Geotecnia

## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE APLICACIÓN DE CENIZA DE THOLA (PARASTREPHIA LEPIDOPHYLLA) EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c 210 Kg/Cm2, PUNO-2022"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. MANZANO VELASQUEZ BEATRIZ  
**UBICACIÓN** : CUTIMBO  
**FECHA** : 18 DE FEBRERO DEL 2022

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.1	27820.00	15.10	179.08	155.35	210	7/02/2022	14/02/2022	7	73.98%
	% DE CENIZA DE THOLA 0%									
2	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 14.90	27050.00	14.90	174.37	155.13	210	7/02/2022	14/02/2022	7	73.87%
	% DE CENIZA DE THOLA 0%									
3	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.00	26950.00	15.00	176.71	152.51	210	7/02/2022	14/02/2022	7	72.62%
	% DE CENIZA DE THOLA 0%									
4	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.02	25420.00	15.02	177.19	143.46	210	8/02/2022	15/02/2022	7	68.32%
	% DE CENIZA DE THOLA 5%									
5	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.10	25580.00	15.10	179.08	142.84	210	8/02/2022	15/02/2022	7	68.02%
	% DE CENIZA DE THOLA 5%									
6	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.10	25020.00	15.10	179.08	139.71	210	8/02/2022	15/02/2022	7	66.53%
	% DE CENIZA DE THOLA 5%									
7	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.00	23150.00	15.00	176.71	131.01	210	9/02/2022	16/02/2022	7	62.38%
	% DE CENIZA DE THOLA 7%									
8	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 14.90	22980.00	14.90	174.37	131.79	210	9/02/2022	16/02/2022	7	62.76%
	% DE CENIZA DE THOLA 7%									
9	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.20	23190.00	15.20	181.46	127.80	210	9/02/2022	16/02/2022	7	60.86%
	% DE CENIZA DE THOLA 7%									
10	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.05	18830.00	15.05	177.89	105.85	210	10/02/2022	17/02/2022	7	50.41%
	% DE CENIZA DE THOLA 9%									
11	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.12	19030.00	15.12	179.55	105.99	210	10/02/2022	17/02/2022	7	50.47%
	% DE CENIZA DE THOLA 9%									
12	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.08	19400.00	15.08	178.6	108.62	210	10/02/2022	17/02/2022	7	51.73%
	% DE CENIZA DE THOLA 9%									
13	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.00	17200.00	15.00	176.71	97.33	210	11/02/2022	18/02/2022	7	46.35%
	% DE CENIZA DE THOLA 10%									
14	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 14.98	17490.00	14.98	176.24	99.24	210	11/02/2022	18/02/2022	7	47.26%
	% DE CENIZA DE THOLA 10%									
15	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.1	18020.00	15.10	179.08	100.63	210	11/02/2022	18/02/2022	7	47.92%
	% DE CENIZA DE THOLA 10%									

NOTA : LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS Y ETIQUETADAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

  
Elizabeth Copca Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
C.R. 121359

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



TRIPLE GEO S.R.L.  
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Geología - Geofísica - Geotecnia

## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE APLICACIÓN DE CENIZA DE THOLA (PARASTREPHIA LEPIDOPHYLLA) EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C 210 Kg/Cm<sup>2</sup>, PUNO-2022"

**SOLICITANTE** : BACHILLER MANZANO VELASQUEZ BEATRIZ

**UBICACIÓN** : CUTIMBO

**FECHA** : 25 DE FEBRERO DEL 2022

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F' C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DÍAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.16	34050.00	15.16	180.5	188.64	210	7/02/2022	21/02/2022	14	89.83%
	% DE CENIZA DE THOLA 0%									
2	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.00	33180.00	15.00	176.71	187.77	210	7/02/2022	21/02/2022	14	89.41%
	% DE CENIZA DE THOLA 0%									
3	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.08	34100.00	15.08	178.6	190.93	210	7/02/2022	21/02/2022	14	90.92%
	% DE CENIZA DE THOLA 0%									
4	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.06	32990.00	15.06	178.13	185.20	210	8/02/2022	22/02/2022	14	88.19%
	% DE CENIZA DE THOLA 5%									
5	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.20	33890.00	15.20	181.46	186.76	210	8/02/2022	22/02/2022	14	88.93%
	% DE CENIZA DE THOLA 5%									
6	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.40	34840.00	15.40	186.27	187.04	210	8/02/2022	22/02/2022	14	89.07%
	% DE CENIZA DE THOLA 5%									
7	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.10	31800.00	15.10	179.08	177.57	210	9/02/2022	23/02/2022	14	84.56%
	% DE CENIZA DE THOLA 7%									
8	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.03	31080.00	15.03	177.42	175.18	210	9/02/2022	23/02/2022	14	83.42%
	% DE CENIZA DE THOLA 7%									
9	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 14.98	31200.00	14.98	176.24	177.03	210	9/02/2022	23/02/2022	14	84.30%
	% DE CENIZA DE THOLA 7%									
10	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.00	30860.00	15.00	176.71	174.64	210	10/02/2022	24/02/2022	14	83.16%
	% DE CENIZA DE THOLA 9%									
11	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.02	30910.00	15.02	177.19	174.45	210	10/02/2022	24/02/2022	14	83.07%
	% DE CENIZA DE THOLA 9%									
12	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.06	31280.00	15.06	178.13	175.60	210	10/02/2022	24/02/2022	14	83.62%
	% DE CENIZA DE THOLA 9%									
13	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 14.94	30100.00	14.94	175.3	171.71	210	11/02/2022	25/02/2022	14	81.76%
	% DE CENIZA DE THOLA 10%									
14	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.00	29680.00	15.00	176.71	167.96	210	11/02/2022	25/02/2022	14	79.98%
	% DE CENIZA DE THOLA 10%									
15	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.08	30250.00	15.08	178.6	169.37	210	11/02/2022	25/02/2022	14	80.65%
	% DE CENIZA DE THOLA 10%									

NOTA : LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS Y ETIQUETADAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

  
Elizabeth Ccopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**NTP 339.034**

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE APLICACIÓN DE CENIZA DE THOLA (PARASTREPHIA LEPIDOPHYLLA) EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c 210 Kg/Cm2, PUNO-2022"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER MANZANO VELASQUEZ BEATRIZ  
**UBICACIÓN** : CUTIMBO  
**FECHA** : 11 DE FEBRERO DEL 2022

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.16	40200.00	15.16	180.5	222.71	210	7/02/2022	7/03/2022	28	106.05%
	% DE CENIZA DE THOLA 0%									
2	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.00	39170.00	15.00	176.71	221.66	210	7/02/2022	7/03/2022	28	105.55%
	% DE CENIZA DE THOLA 0%									
3	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.08	40250.00	15.08	178.6	225.36	210	7/02/2022	7/03/2022	28	107.32%
	% DE CENIZA DE THOLA 0%									
4	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.06	40800.00	15.06	178.13	229.05	210	8/02/2022	8/03/2022	28	109.07%
	% DE CENIZA DE THOLA 5%									
5	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.20	41840.00	15.20	181.46	230.57	210	8/02/2022	8/03/2022	28	109.80%
	% DE CENIZA DE THOLA 5%									
6	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.40	41190.00	15.40	186.27	221.13	210	8/02/2022	8/03/2022	28	105.30%
	% DE CENIZA DE THOLA 5%									
7	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.10	37200.00	15.10	179.08	207.73	210	9/02/2022	9/03/2022	28	98.92%
	% DE CENIZA DE THOLA 7%									
8	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.03	36980.00	15.03	177.42	208.43	210	9/02/2022	9/03/2022	28	99.25%
	% DE CENIZA DE THOLA 7%									
9	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 14.98	36240.00	14.98	176.24	205.63	210	9/02/2022	9/03/2022	28	97.92%
	% DE CENIZA DE THOLA 7%									
10	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.00	35650.00	15.00	176.71	201.74	210	10/02/2022	10/03/2022	28	96.07%
	% DE CENIZA DE THOLA 9%									
11	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.02	34770.00	15.02	177.19	196.23	210	10/02/2022	10/03/2022	28	93.44%
	% DE CENIZA DE THOLA 9%									
12	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.06	35760.00	15.06	178.13	200.75	210	10/02/2022	10/03/2022	28	95.60%
	% DE CENIZA DE THOLA 9%									
13	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 14.94	33100.00	14.94	175.3	188.82	210	11/02/2022	11/03/2022	28	89.91%
	% DE CENIZA DE THOLA 10%									
14	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.00	33800.00	15.00	176.71	191.27	210	11/02/2022	11/03/2022	28	91.08%
	% DE CENIZA DE THOLA 10%									
15	BRIQUETA DE PRUEBA 30.00 x 15.08	33490.00	15.08	178.6	187.51	210	11/02/2022	11/03/2022	28	89.29%
	% DE CENIZA DE THOLA 10%									

NOTA : LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS Y ETIQUETADAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

  
Elizabeth Copca Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
Nº 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
Geología - Geofísica - Geotecnia

## RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA

NTP 339.084 / ASTM C 496

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE APLICACIÓN DE CENIZA DE THOLA (PARASTREPHIA LEPIDOPHYLLA) EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C 210 Kg/Cm<sup>2</sup>, PUNO - 2022"

**SOLICITANTE** : BACHILLER. MANZANO VELASQUEZ BEATRIZ

**UBICACIÓN** : CUTIMBO

**FECHA** : 18 FEBRERO DEL 2022

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA $\sigma_t$	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA $\sigma_t$	FECHA	FECHA	EDAD
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.10 cm % DE CENIZA DE THOLA 0%	15.10	32.10	10600.0	13.92	1.37	7/02/2022	14/02/2022	7
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.12 x 29.9 cm % DE CENIZA DE THOLA 0%	15.12	29.90	10060.0	14.17	1.39	7/02/2022	14/02/2022	7
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 29.00 cm % DE CENIZA DE THOLA 0%	15.02	29.00	9490.0	13.87	1.36	7/02/2022	14/02/2022	7
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.04 x 29.05 cm % DE CENIZA DE THOLA 5%	15.04	29.05	9600.0	13.99	1.37	8/02/2022	15/02/2022	7
5	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 29.89 cm % DE CENIZA DE THOLA 5%	14.98	29.89	10020.0	14.25	1.40	8/02/2022	15/02/2022	7
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.10 cm % DE CENIZA DE THOLA 5%	15.10	30.04	10210.0	14.33	1.41	8/02/2022	15/02/2022	7
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.02 cm % DE CENIZA DE THOLA 7%	15.00	30.02	8700.0	12.30	1.21	9/02/2022	16/02/2022	7
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.01 cm % DE CENIZA DE THOLA 7%	15.06	31.01	9120.0	12.43	1.22	9/02/2022	16/02/2022	7
9	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm % DE CENIZA DE THOLA 7%	14.98	30.00	8420.0	11.93	1.17	9/02/2022	16/02/2022	7
10	BRIQUETA DE PRUEBA 14.93 x 29.96 cm % DE CENIZA DE THOLA 9%	14.93	29.96	7060.0	10.05	0.99	10/02/2022	17/02/2022	7
11	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.04 cm % DE CENIZA DE THOLA 9%	15.02	30.04	7050.0	9.95	0.98	10/02/2022	17/02/2022	7
12	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.00 cm % DE CENIZA DE THOLA 9%	15.06	30.00	7190.0	10.13	0.99	10/02/2022	17/02/2022	7
13	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 31.02 cm % DE CENIZA DE THOLA 10%	15.00	31.02	7300.0	9.99	0.98	11/02/2022	18/02/2022	7
14	BRIQUETA DE PRUEBA 15.08 x 29.98 cm % DE CENIZA DE THOLA 10%	15.08	29.98	7060.0	9.94	0.97	11/02/2022	18/02/2022	7
15	BRIQUETA DE PRUEBA 14.90 x 29.96 cm % DE CENIZA DE THOLA 10%	14.90	29.96	7260.0	10.35	1.02	11/02/2022	18/02/2022	7

### OBSERVACIONES:

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS Y ETIQUETADAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



  
Elizabeth Coipa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
Nº 121358

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
Geología - Geofísica - Geotecnia

## RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA

NTP 339.084 / ASTM C 496

PROYECTO : "INFLUENCIA DE APLICACIÓN DE CENIZA DE THOLA (PARASTREPHIA LEPIDOPHYLLA) EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C 210 Kg/Cm<sup>2</sup>, PUNO - 2022"

SOLICITANTE : BACHILLER. MANZANO VELASQUEZ BEATRIZ

UBICACIÓN : CUTIMBO

FECHA : 25 FEBRERO DEL 2022

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA $\sigma_t$	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA $\sigma_t$	FECHA	FECHA	EDAD
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA 14.94 x 30.00 cm % DE CENIZA DE THOLA 0%	14.94	30.00	12460.0	17.70	1.74	7/02/2022	21/02/2022	14
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 29.82 cm % DE CENIZA DE THOLA 0%	15.00	29.82	13020.0	18.53	1.82	7/02/2022	21/02/2022	14
3	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.02 cm % DE CENIZA DE THOLA 0%	14.98	30.02	12730.0	18.02	1.77	7/02/2022	21/02/2022	14
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.20 x 30.06 cm % DE CENIZA DE THOLA 5%	15.20	30.06	13450.0	18.74	1.84	8/02/2022	22/02/2022	14
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.20 x 29.98 cm % DE CENIZA DE THOLA 5%	15.20	29.98	13510.0	18.87	1.85	8/02/2022	22/02/2022	14
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.01 cm % DE CENIZA DE THOLA 5%	15.00	30.01	12610.0	17.83	1.75	8/02/2022	22/02/2022	14
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 29.88 cm % DE CENIZA DE THOLA 7%	15.10	29.88	11950.0	16.86	1.65	9/02/2022	23/02/2022	14
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.08 x 30.00 cm % DE CENIZA DE THOLA 7%	15.08	30.00	11700.0	16.46	1.61	9/02/2022	23/02/2022	14
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15.16 x 30.10 cm % DE CENIZA DE THOLA 7%	15.16	30.10	11390.0	15.89	1.56	9/02/2022	23/02/2022	14
10	BRIQUETA DE PRUEBA 14.94 x 29.98 cm % DE CENIZA DE THOLA 9%	14.94	29.98	10540.0	14.98	1.47	10/02/2022	24/02/2022	14
11	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 29.96 cm % DE CENIZA DE THOLA 9%	15.00	29.96	10320.0	14.62	1.43	10/02/2022	24/02/2022	14
12	BRIQUETA DE PRUEBA 15.03 x 30.05 cm % DE CENIZA DE THOLA 9%	15.03	30.05	9800.0	13.81	1.35	10/02/2022	24/02/2022	14
13	BRIQUETA DE PRUEBA 15.08 x 29.92 cm % DE CENIZA DE THOLA 10%	15.08	29.92	8900.0	12.56	1.23	11/02/2022	25/02/2022	14
14	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.00 cm % DE CENIZA DE THOLA 10%	15.00	30.00	8690.0	12.29	1.21	11/02/2022	25/02/2022	14
15	BRIQUETA DE PRUEBA 15.40 x 30.02 cm % DE CENIZA DE THOLA 10%	15.40	30.02	8660.0	11.93	1.17	11/02/2022	25/02/2022	14

### OBSERVACIONES:

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS Y ETIQUETADAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



  
Elizabeth Ccopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
C.O.P. 121356

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**

Geología - Geofísica - Geotecnia

## RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA

NTP 339.084 / ASTM C 496

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE APLICACIÓN DE CENIZA DE THOLA (PARASTREPHIA LEPIDOPHYLLA) EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c 210 Kg/Cm<sup>2</sup>, PUNO - 2022"

**SOLICITANTE** : BACHILLER. MANZANO VELASQUEZ BEATRIZ

**UBICACIÓN** : CUTIMBO

**FECHA** : 11 MARZO DEL 2022

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA $\sigma_t$	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA $\sigma_t$	FECHA	FECHA	EDAD
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.02 cm % DE CENIZA DE THOLA 0%	14.98	30.02	13700.0	19.39	1.90	7/02/2022	7/03/2022	28
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.20 x 30.06 cm % DE CENIZA DE THOLA 0%	15.20	30.06	13930.0	19.41	1.90	7/02/2022	7/03/2022	28
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 29.88 cm % DE CENIZA DE THOLA 0%	15.10	29.88	14090.0	19.88	1.95	7/02/2022	7/03/2022	28
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.16 x 30.10 cm % DE CENIZA DE THOLA 5%	15.16	30.10	14690.0	20.49	2.01	8/02/2022	8/03/2022	28
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 29.96 cm % DE CENIZA DE THOLA 5%	15.00	29.96	14700.0	20.82	2.04	8/02/2022	8/03/2022	28
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.08 x 30.00 cm % DE CENIZA DE THOLA 5%	15.08	30.00	14080.0	19.81	1.94	8/02/2022	8/03/2022	28
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.03 x 30.05 cm % DE CENIZA DE THOLA 7%	15.03	30.05	12180.0	17.17	1.68	9/02/2022	9/03/2022	28
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.40 x 30.02 cm % DE CENIZA DE THOLA 7%	15.40	30.02	12120.0	16.69	1.64	9/02/2022	9/03/2022	28
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.00 cm % DE CENIZA DE THOLA 7%	15.06	30.00	12500.0	17.61	1.73	9/02/2022	9/03/2022	28
10	BRIQUETA DE PRUEBA 14.90 x 29.96 cm % DE CENIZA DE THOLA 9%	14.90	29.96	10860.0	15.49	1.52	10/02/2022	10/03/2022	28
11	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 31.10 cm % DE CENIZA DE THOLA 9%	15.10	31.10	11090.0	15.03	1.47	10/02/2022	10/03/2022	28
12	BRIQUETA DE PRUEBA 14.93 x 29.96 cm % DE CENIZA DE THOLA 9%	14.93	29.96	10870.0	15.47	1.52	10/02/2022	10/03/2022	28
13	BRIQUETA DE PRUEBA 14.90 x 29.96 cm % DE CENIZA DE THOLA 10%	14.90	29.96	10260.0	14.63	1.43	11/02/2022	11/03/2022	28
14	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.04 cm % DE CENIZA DE THOLA 10%	15.10	30.04	10500.0	14.74	1.45	11/02/2022	11/03/2022	28
15	BRIQUETA DE PRUEBA 15.04 x 29.05 cm % DE CENIZA DE THOLA 10%	15.04	29.05	9860.0	14.37	1.41	11/02/2022	11/03/2022	28

### OBSERVACIONES:

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS Y ETIQUETADAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Elizabeth Ceapa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
R.P. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504

**TRIPLE GEO**

S.R.L.

Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**

Geología · Geofísica · Geotecnia

## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA ASTM C - 78

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE APLICACIÓN DE CENIZA DE THOLA (PARASTREPHIA LEPIDOPHYLLA) EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C 210 Kg/Cm<sup>2</sup>, PUNO - 2022".

**SOLICITANTE** : BACHILLER. MANZANO VELASQUEZ BEATRIZ

**UBICACIÓN** : CUTIMBO

**FECHA** : 11 DE MARZO DEL 2022

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	PROMEDIO			LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm <sup>2</sup>
					l (cm)	b (cm)	h (cm)		
1	M-1 VIGA DE PRUEBA PATRON	7/02/2022	7/03/2022	28	51.00	15.09	15.00	2300	20.32
2	M-1 VIGA DE PRUEBA PATRON	7/02/2022	7/03/2022	28	51.09	15.02	15.03	2090	18.48
3	M-1 VIGA DE PRUEBA PATRON	7/02/2022	7/03/2022	28	51.06	15.10	15.09	2410	21.03
4	M-2 VIGA DE PRUEBA 5 % DE CENIZA DE THOLA	8/02/2022	8/03/2022	28	50.40	15.06	15.07	2530	22.19
5	M-2 VIGA DE PRUEBA 5 % DE CENIZA DE THOLA	8/02/2022	8/03/2022	28	50.50	15.00	15.13	2490	21.75
6	M-2 VIGA DE PRUEBA 5 % DE CENIZA DE THOLA	8/02/2022	8/03/2022	28	51.05	15.16	15.04	2380	20.82
7	M-3 VIGA DE PRUEBA 7 % DE CENIZA DE THOLA	9/02/2022	9/03/2022	28	50.90	15.09	15.08	2290	20.02
8	M-3 VIGA DE PRUEBA 7 % DE CENIZA DE THOLA	9/02/2022	9/03/2022	28	51.08	15.03	15.11	2320	20.28
9	M-3 VIGA DE PRUEBA 7 % DE CENIZA DE THOLA	9/02/2022	9/03/2022	28	51.06	15.12	15.13	2350	20.37
10	M-4 VIGA DE PRUEBA 9 % DE CENIZA DE THOLA	10/02/2022	10/03/2022	28	50.11	15.07	15.02	2380	21.00
11	M-4 VIGA DE PRUEBA 9 % DE CENIZA DE THOLA	10/02/2022	10/03/2022	28	51.03	15.02	15.01	2350	20.83
12	M-4 VIGA DE PRUEBA 9 % DE CENIZA DE THOLA	10/02/2022	10/03/2022	28	51.09	15.00	15.04	2270	20.07
13	M-5 VIGA DE PRUEBA 10 % DE CENIZA DE THOLA	11/02/2022	11/03/2022	28	50.60	15.05	15.00	2080	18.43
14	M-5 VIGA DE PRUEBA 10 % DE CENIZA DE THOLA	11/02/2022	11/03/2022	28	50.46	14.98	15.02	2010	17.84
15	M-5 VIGA DE PRUEBA 10 % DE CENIZA DE THOLA	11/02/2022	11/03/2022	28	50.80	15.01	15.06	2050	18.07

**OBSERVACIONES** : LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS Y ETIQUETADAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



*Elizabeth Ccoya Gordillo*  
Elizabeth Ccoya Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EN SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 015 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

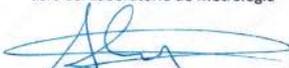
Página 1 de 3

1. Expediente	0105-2022	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL	
3. Dirección	LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO PUNO PUNO	
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	120000 kgf	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PC-120	
Número de Serie	1080	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIGH WEIGHT	
Modelo	315-X5P	
Número de Serie	1080	
Resolución	10 kgf	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2022-01-10	

Fecha de Emisión

2022-01-11

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
MANUEL ALEJANDRO AMAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

☎ Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
☎ comercial@calibratec.com.pe  
📍 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 015 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.  
LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO PUNO PUNO

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	14.8 °C	14.8 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE-038 - 21 A

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 015 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	12000	12063	12068	12068	12066
20	24000	24112	24107	24082	24101
30	36000	36132	36127	36127	36129
40	48000	48178	48188	48183	48183
50	60000	60238	60238	60243	60240
60	72000	72284	72284	72294	72288
70	84000	84356	84356	84361	84357
80	96000	96412	96493	96478	96461
90	108000	108525	108515	108525	108521
100	120000	120572	120572	120577	120574
Retorno a Cero		100.0	100.0	120.0	

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $a$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $e$ (%)	
12000	-0.54	0.04	0.04	0.08	0.34
24000	-0.30	0.12	0.50	0.04	0.42
36000	-0.25	0.01	0.44	0.03	0.41
48000	-0.27	0.02	0.45	0.02	0.40
60000	-0.29	0.01	0.45	0.02	0.41
72000	-0.28	0.01	0.47	0.01	0.42
84000	-0.30	0.01	0.51	0.01	0.43
96000	-0.35	0.08	0.54	0.01	0.43
108000	-0.33	0.01	0.58	0.01	0.45
120000	-0.32	0.00	0.61	0.01	0.46

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0.10 %
---	--------



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

**INFORME DE VERIFICACIÓN  
CA - IV - 0125 - 2021**

Área de Metrología  
Laboratorio de Control

Página 1 de 2

1. Expediente	1095-2021	<p>Este informe de verificación demuestra la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales, que realizan las unidades en la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitar la corrección de valores en su momento de operación de otro instrumento, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición a reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los errores que pueda cometer el usuario al uso de este instrumento, ni de una eventual interpretación de los resultados de la calibración aquí realizada.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación es válido y tiene validez de 12 meses.</p>
2. Solicitante	TRIPLE GDO E.S.R.L.	
3. Dirección	VEDA GLOTTE 14 AVR. VILLA DEL UNDO / PUNO - PUNO - PUNO	
4. Instrumento	TARJE DE ENSAYO (DIVE TEST)	
Diámetro	8 milímetros	
Designación	Nº. 200 TS pit	
Marca	FORMBY	
Número de serie	NO INDICA	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	IV-0125	
5. Fecha de Verificación	2021-09-16	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-09-16



MANUEL ALEJANDRO ALAJAGA TORRES



☎ 915 028 021 - 915 028 022  
☎ 915 028 023 - 915 028 024

📍 Av. Chiripe Lote 60 B - Comas - Lima - Lima  
✉ verticecalibratic@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC S.A.C.

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 039 - 2022

Página 1 de 4

1. Expediente	0249-2022
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL
3. Dirección	LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	620 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.01 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	NV622ZH
Número de Serie	8342157621
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2022-01-31

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión

2022-01-31

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



## ANEXO 8 : MAPAS Y PLANOS

