



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**“Diseño de un mortero en albañilería confinada con adición de ceniza  
de stipa ichu, Cusco - 2021”**

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

**AUTOR:**

Br. Mamani Quispe, Mario (ORCID: 0000-0002-2727-5245)

**ASESOR:**

Dr. Ing. Vargas Chacaltana, Luis Alberto (ORCID: 0000-0003-4136-7189)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mi padre que está en el cielo, a mi hijo Mario Dionel por ser mi compañía en todo momento y traer tanta felicidad a mi vida, a mi esposa por ser mi apoyo incondicional, a mi madre por todo su amor y sacrificio puesto en mí, a mis hermanos Hernán, Efraín y mi hermana Irma que siempre me mostraron confianza y apoyo en todo momento.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar;  
A mi madre; quién con su enorme y extensa amor mi motivo a seguir adelante

A mi asesor, quien con su vasta extensa experiencia me ayudo a lograr el gran anhelo de titularme como Ingeniero Civil.

## INDICE

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Índice de contenido.....	iii
Indice de tablas.....	iv
Indice de figuras.....	v
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	8
III. METODOLOGIA.....	19
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	19
3.2. Variables y operacionalización.....	20
3.3. Población, Muestra y Muestreo.....	21
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5. Procedimientos.....	24
3.6. Métodos de Análisis de datos.....	35
3.7. Aspectos Éticos.....	36
IV. RESULTADOS.....	37
V. DISCUSIÓN.....	76
VI. CONCLUSIÓN.....	82
VII. RECOMENDACIONES.....	84
REFERENCIAS.....	85
ANEXOS.....	90

## Índice de tablas

Tabla 1. Fluidez para diferentes tipos de aplicaciones.....	8
Tabla 2. Usos de mortero.....	10
Tabla 3. Requerimientos de especificaciones de propiedad.....	11
Tabla 4. Características técnicas de cemento Yura tipo IP.....	12
Tabla 5. Clasificación de los ladrillos de acuerdo a su resistencia.....	13
Tabla 6. Taxonomía de ichu. ....	14
Tabla 7. Composición química de expresado en óxidos de ceniza de ichu.....	16
Tabla 8. Determinación de números de muestras .....	21
Tabla 9. Cuadro de tamiz para agregado fino .....	29
Tabla 10. Análisis granulométrico del agregado Vicho.....	39
Tabla 11. Tamizado de agregado fino Cunyac.....	40
Tabla 12. Análisis granulométrico de arena de Vicho 66.7%+ Cunyac 33.3%.....	41
Tabla 13. Peso unitario y compactado de arena de Vicho + Cunyac.....	43
Tabla 14. Peso específico y absorción de arena de Vicho + Cunyac.....	44
Tabla 15. Humedad de arena de Vicho + Cunyac.....	46
Tabla 16. Resumen de características físicas de agregado fino.....	47
Tabla 17. Valores de b para distintas consistencias y módulo de finura.....	50
Tabla 18. Ensayo de fluidez de mortero patrón.....	52
Tabla 19. Ensayo de fluidez con sustitución de 2% de ceniza de ichu.....	53
Tabla 20. Ensayo de fluidez con sustitución de 4% de ceniza de ichu .....	54
Tabla 21. Ensayo de fluidez con sustitución de 6% de ceniza de ichu .....	55
Tabla 22. Resumen de fluidez con sustitución de 2%,4% y 6%.....	56
Tabla 23. Ensayo de retentividad de mortero patrón patrón .....	59
Tabla 24. Ensayo de retentividad de mortero con sustitución de 2%.....	60
Tabla 25. Ensayo de retentividad de mortero con sustitución de 4%.....	61
Tabla 26. Ensayo de retentividad de mortero con sustitución de 6%.....	62
Tabla 27. Resumen de retentividad con sustitución de 2%,4%,6% .....	63
Tabla 28. Ensayo de resistencia a la compresión – 7 días curado.....	65
Tabla 29. Ensayo de resistencia a la compresión – 21 días curado .....	66
Tabla 30. Ensayo de resistencia a la compresión – 28 días curado.....	67
Tabla 31. Resumen de ensayo de resistencia a la compresión.....	68
Tabla 32. Ensayo de adherencia de mortero patrón.....	70
Tabla 33. Ensayo de adherencia de mortero con sustitución de 2%.....	71
Tabla 34. Ensayo de adherencia de mortero con sustitución de 4%.....	72
Tabla 35. Ensayo de adherencia de mortero con sustitución de 6%.....	73
Tabla 36. Resumen de ensayo de adherencia de mortero.....	74

## Índice de figuras

Figura 1. Ladrillo King Kong tipo IV.....	13
Figura 2. Estructura del tallo de stipa ichu.....	15
Figura 3. Ceniza de stipa ichu.....	17
Figura 4. Arena fina de Cunyac y arena gruesa de Vicho.....	25
Figura 5. Extracción de stipa ichu.....	25
Figura 6. Secado de fibra de stipa ichu.....	26
Figura 7. Selección de fibra de stipa ichu.....	26
Figura 8. Calcinación de sipa ichu al aire libre.....	27
Figura 9. Ceniza cruda de ichu.....	27
Figura 10. Ceniza de ichu obtenida de color gris.....	28
Figura 11. Tamizado de agregado fino.....	29
Figura 12. Cuarteo y compactado de agregado.....	30
Figura 13. Determinación de gravedad específica.....	31
Figura 14. Balanza y horno eléctrico.....	32
Figura 15. Medición de los diámetros de fluidez.....	33
Figura 16. Procedimiento de ensayo de retentividad.....	34
Figura 17. Curado de muestras cubicas para ensayo de compresión.....	34
Figura 18. Muestras de testigos de unidad para ensayo de adhesión.....	35
Figura 19. Mapa satelital de la ciudad Cusco.....	37
Figura 20. Ensayo de tamizado de granulometría de arena.....	38
Figura 21. Curva granulométrica de arena de Vicho.....	39
Figura 22. Curva granulométrica de arena de Cunyac.....	40
Figura 23. Curva granulométrica de arena de arena Vicho + Cunyac.....	41
Figura 24. Ensayo de tamizado de granulometría de arena.....	42
Figura 25. Grafica de barra de peso unitario y compactado.....	43
Figura 26. Determinación de peso específico.....	45
Figura 27. Peso específico de arena Vicho + Cunyac.....	45
Figura 28. Contenido de humedad de arena Vicho + Cunyac.....	46
Figura 29. Correspondencia de relación agua /cemento y resistencia.....	48
Figura 30. Relación entre el % de fluidez y relación agua cemento.....	49
Figura 31. Ensayo de consistencia de mortero.....	52
Figura 32. Consistencia de mortero patrón.....	53
Figura 33. Consistencia de mortero con sustitución de 2% de ceniza.....	54
Figura 34. Consistencia de mortero con sustitución de 4% de ceniza.....	55
Figura 35. Consistencia de mortero con sustitución de 6% de ceniza.....	56
Figura 36. Resumen de Consistencia de mortero.....	57
Figura 37. Ensayo de retentividad de agua en el mortero.....	58
Figura 38. Ensayo de retentividad de agua en el mortero patrón.....	59
Figura 39. Gráfico de retentividad de mortero con sustitución de 2%.....	60
Figura 40. Gráfico de retentividad de mortero con sustitución de 4%.....	61
Figura 41. Gráfico de retentividad de mortero con sustitución de 6%.....	62
Figura 42. Resumen de gráfico de retentividad de mortero.....	63
Figura 43. Máquina de ensayo de compresión de mortero.....	64

Figura 44. Gráfico de resistencia de compresión a los 7 días de curado.....	65
Figura 45. Gráfico de resistencia de compresión a los 21 días de curado .....	66
Figura 46. Gráfico de resistencia de compresión a los 28 días de curado .....	67
Figura 47. Resumen de gráfico de resistencia de compresión.....	68
Figura 48. Equipo de ensayo de adherencia de mortero.....	69
Figura 49. Ensayo de adherencia de mortero. 28 días de curado.....	70
Figura 50. Gráfico de ensayo de adherencia de 2% 28 días de curado .....	71
Figura 51. Gráfico de ensayo de adherencia de 4%. 28 días de curado .....	72
Figura 52. Gráfico de ensayo de adherencia de 6% 28 días de curado .....	73
Figura 53. Resumen de ensayo de adherencia.....	74
Figura 54. Fallas de ensayo de adherencia de mortero.....	75
Figura 55. Ensayo por flexión y tracción directa.....	81

## RESUMEN

El presente estudio tiene como **objetivo** determinar, cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu en las propiedades mecánicas de un mortero en albañilería confinada. La **metodología** utilizada es aplicada y cuasi – experimental, ya que se sustituyó el peso de cemento por ceniza de stipa ichu en porcentajes de 2%, 4% y 6%. Y es aplicativo, porque se sigue la norma E 070. Los **resultados** obtenidos en la presente investigación para una dosificación volumétrica de 1:4.58 y una relación de A/C de 0.89; fueron:

La **consistencia** para el mortero patrón fue 108.96% y para sustituciones de 2%, 4% y 6% resultaron 105%, 90.28% y 77.78% respectivamente. Respecto a la **retentividad** la sustitución de 2% para los tiempos 10 y 15 minutos resultó: 92%, 79% siendo mayor que la retentividad del mortero patrón.

**La resistencia a la compresión** del mortero a los 7, 21, y 28 días de curado, se incrementó la resistencia para todas las sustituciones. Luego para 28 días de curado, el promedio de **resistencia a la adherencia** de mortero patrón fue 1.82 Kg/cm<sup>2</sup>, y para sustituciones de 2% ,4% y 6% resultaron 2 Kg/cm<sup>2</sup>, 2.28 Kg/cm<sup>2</sup> y 2.43 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Palabras clave:** Mortero, ceniza de stipa ichu, propiedades físico - mecánicas

## ABSTRACT

The present study aims to determine how the addition of stipa ichu ash influences the mechanical properties of a mortar in confined masonry. The **methodology** used is applied and quasi - experimental, since the weight of cement was replaced by ash from stipa ichu in percentages of 2%, 4% and 6%. And it is applicable, because the E 070 standard is followed. The **results** obtained in the present investigation for a volumetric dosage of 1: 4.58 and an A / C ratio of 0.89; they were:

The **consistency** for the standard mortar was 108.96% and for substitutions of 2%, 4% and 6%, they resulted in 105%, 90.28% and 77.78% respectively. Regarding **retentivity**, the substitution of 2% for times 10 and 15 minutes resulted: 92%, 79% being greater than the retentivity of the standard mortar.

The **compressive strength** of the mortar at 7, 21, and 28 days of curing, the resistance increased for all substitutions. Then for 28 days of curing, the average resistance to the **adherence** of the standard mortar was 1.82 Kg / cm<sup>2</sup>, and for substitutions of 2%, 4% and 6% the results were 2 Kg / cm<sup>2</sup>, 2.28 Kg / cm<sup>2</sup> and 2.43 Kg / cm<sup>2</sup> respectively.

**Keywords:** Mortar, stipa ichu ash, physical-mechanical properties

## INTRODUCCIÓN

El mortero de cemento es frecuentemente utilizado en el asentamiento de unidades de albañilería de muros, tabiquerías y como revoques, por ello es considerado como uno de los principales elementos para las construcciones a **nivel mundial**, en los últimos años ha ido evolucionando e incorporando nuevos aditivos industriales muy costosos por tal razón las investigaciones nuevas están proponiendo la reutilización de residuos de fibras, cenizas, caucho y otros elementos que abaraten el costo y que sean viables y factibles en el uso y que no sean contaminantes para el medio ambiente y que la sustitución mejore el desempeño de las propiedades físicas y mecánicas de mortero como retentividad, trabajabilidad, adherencia y resistencia.

El Ichu es una planta que se encuentra en forma agrupada de manera abundante en las regiones alto andinas como en cordillera de los andes que se extiende la gran parte de América Latina ubicada a una altitud de 3700msnm a 4800msnm, esta planta en sus primeros meses de crecimiento sirve como forraje de los animales como alpaca, la llama, luego el Ichu se seca volviéndose de color amarillento, que muy pocas veces es utilizado en el campo de construcción en los últimos años, a **nivel nacional** la mayoría de las personas optan construir sus viviendas con material noble, dejando de utilizar el ichu como parte de la construcción que antiguamente se tenía su importancia, así mismo es importante señalar que uno de los problemas de contaminación ambiental es causada por los incendios forestales de vegetaciones pajonales de ichu originando daños a la fauna, flora y a los animales que lo habitan. En los últimos años se ha realizado investigaciones sobre la utilización de ceniza de stipa ichu, como aditivo al concreto y la posibilidad de elaborar paneles de fibrocemento a base de ceniza de fibra de stipa ichu por las propiedades térmicas que posee, al respecto, según, Sánchez, Martínez y otros (2020) sostienen “la viabilidad de utilizar pasto Ichu activado térmicamente como material cementante suplementario para el diseño de futuros eco cementos”, a **nivel local** la utilización de mortero se ha tornado de mucha importancia para asentar con unidades de albañilería artesanal y mecanizada en

viviendas de material e inclusive para el tartajeo de zócalos de adobes ello por la presencia de humedad a causa de constantes precipitaciones en temporadas de lluvias, por otro lado en zonas alto andinas del departamento de Cusco existe en grandes extensiones el ichu que en muchas ocasiones provocan incendios forestales. Por tal motivo es importante realizar investigaciones que nos permita la utilización de derivados de stipa ichu para su aplicación dentro del sector de construcción civil, la propuesta de la presente investigación es justamente utilizar la ceniza de stipa Ichu en la sustitución parcial de cemento, Es por ello que en la presente investigación se ha planteado el siguiente **problema general**: ¿Cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu en las propiedades mecánicas de un mortero en albañilería confinada, Cusco - 2021?

Así mismo del problema general planteada surgen tres **problemas específicos** los cuales son: ¿Cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu en las propiedades de estado plástico de un mortero para albañilería confinada, Cusco-2021?, ¿Cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu en la resistencia a la compresión de un mortero para albañilería confinada, Cusco -2021? y ¿Cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu en la adherencia de mortero para albañilería confinada, Cusco -2021?

### **Justificación de la investigación**

En relación a la **Justificación teórica**, la investigación ayudara proporcionar conceptos, definiciones de las variables de la presente investigación sobre diseño de mortero para albañilería confinada, de tal manera la información tendrá valor científico, los resultados obtenidos serán aportes valederos para las nuevas investigaciones posteriores que utilicen la ceniza de stipa ichu como sustitución de mortero de albañilería confinada o en otros temas similares en el campo de construcción de ingeniería civil. Así mismo la **justificación metodológica**, se enfoca en recabar las recolecciones de datos verídicos cuyos procedimientos será sometida a los ensayos respectivos para su validez y confiabilidad, el cual podrá ser empleados en futuras investigaciones similares que tengan relación con el objetivo del estudio.

En referente a la **justificación técnica**, de esta investigación aportara el procedimiento sobre el diseño de mortero con sustitución parcial de cemento por ceniza de stipa ichu aplicables en albañilería confinada para lo cual se realizara los

ensayos de propiedades mecánicas de mortero en su estado plástico (tiempo de fraguado, manejabilidad) y en su estado endurecido (resistencia a la compresión, adherencia) según la norma aplicado en el campo de ingeniería civil, dentro de la **justificación social** la utilización de ceniza de stipa ichu como sustitución parcial del cemento es una alternativa viable ya que este material se encuentra en abundancia en la zona de estudio, de la misma manera podremos evitar que se produzcan los incendios forestales y su propagación rápida por la existencia de stipa ichu seco en la zona, su uso beneficiará generar nuevas fuentes de trabajo para los beneficiarios y pobladores del lugar, finalmente en lo económico al aplicar el mortero con ceniza de stipa ichu, el costo será menor que usar aditivos químicos como adición al mortero, lo cual reduciría el costo en beneficio de las familias

Para lo cual menciono el **objetivo general** de la presente investigación es: Determinar cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu en las propiedades mecánicas de un mortero en albañilería confinada, Cusco - 2021, así mismo se plantea tres **objetivos específicos** que a continuación menciono; determinar cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu en las propiedades de estado plástico de un mortero para albañilería confinada, Cusco - 2021, determinar cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu en la resistencia a la compresión de un mortero para albañilería confinada, Cusco- 2021 y determinar cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu en la adherencia de un mortero para albañilería confinada, Cusco-2021.

A continuación, se plantea una hipótesis general y tres hipótesis específicas:

La **hipótesis general** se plantea que: La adición de ceniza de stipa ichu influye en el incremento de la resistencia en las propiedades mecánicas de un mortero en albañilería confinada, Cusco -2021; y las **hipótesis específicas** son las siguientes: La adición de ceniza de stipa ichu influye en forma óptima en las propiedades de estado plástico de un mortero para albañilería confinada, Cusco 2021, la adición de ceniza de stipa ichu influye en el incremento de la resistencia a la compresión de un mortero para albañilería confinada, Cusco- 2021, la adición de ceniza de stipa ichu influye en el incremento de la adherencia de un mortero para albañilería confinada, Cusco - 2021.

## 2.1. Antecedentes

### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

En los trabajos previos como antecedentes internacionales, según **Meneses y Días, (2019)** tesis para optar el título de ingeniero civil de la Universidad Católica de Colombia, fijo como **objetivo** determinar los efectos de la adición de ceniza volante en las propiedades mecánicas y la resistencia a la penetración del ion cloruro en el mortero. Aplicando la **metodología** aplicada. Obtuvo los **resultados** la resistencia con adición del 10% de ceniza volante a las probetas de mortero a la compresión a los 7, 14 y 28 días fue 120.2 kg/cm<sup>2</sup>, 188 kg/cm<sup>2</sup> y 239 kg/cm<sup>2</sup>, la adición del 20% de ceniza resulto 94.0 kg/cm<sup>2</sup>, 151.6 kg/cm<sup>2</sup> y 196.9 kg/cm<sup>2</sup> y con adición de 30% de ceniza, obtuvo 72.6 kg/cm<sup>2</sup>, 112.4 kg/cm<sup>2</sup> y 144.0 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Y como **conclusión** afirma que la ceniza volante en altas cantidades no es un material adecuado para ser implementado en el sector de la construcción, ya que disminuye las propiedades mecánicas de mortero, el autor menciona que no es factible agregar ceniza de volante en gran porcentaje ya que ello reduce sus propiedades mecánicas del mortero.

Luego se tienen a **Madurwar, Burile y Sorte, (2019)** en artículo científico, Aplicando la **metodología** experimental donde los instrumentos fueron mecanismos de laboratorio. Obtuvo los **resultados** para una sustitución de un mortero a la edad de 7 días, disminuye su resistencia patrón de 33MPa a 32MPa, 31.5MPa, 30MPa y 29.5 MPa en 5%, 10%, 15% y 20 % respectivamente, para un mortero reemplazo con ceniza volante a la edad de 14 días redujo su resistencia patrón de 40MPa a 39MPa, 37.5MPa, 37 MPa y 37 MPa en 5%, 10% , 15% y 20% respectivamente; para una sustitución de un mortero con ceniza volante a la edad de 28 días disminuyo su resistencia patrón de 42.5 MPa a 40 MPa, 39.5 MPa, 39.5 MPa y 39 MPa. Como **conclusión** el cemento es un material caro, por lo que los reemplazos parciales de estos materiales por medio de cenizas volantes reducen el costo. Con base en los resultados presentados anteriormente, la resistencia a la compresión aumentará con la reducción en la proporción de cenizas volantes, pero el aumento de la trabajabilidad combina las proporciones y la finura también afectan la resistencia del mortero.

Según **Ospina y Molina. (2018)**, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Fijo como **objetivo** determinar las propiedades mecánicas de resistencia última a la compresión y resistencia última a la flexión de un material compuesto por cemento portland, puzolana de ceniza de caña de azúcar y una cantidad fija de arena para su clasificación como mortero. Aplicando la **metodología** experimental ya que analizo los ensayos en el laboratorio, Obtuvo los **resultados** siguientes, la resistencia a la compresión de mortero patrón y con adición de 6%, 9% y 12% para 28 días de curado fue 12.943Mpa, 11,625Mpa, 753 Mpa y 4.573 Mpa respectivamente; fija como **conclusión** se establecen los posibles usos para cada mezcla de puzolana de bagazo de caña de azúcar, cemento portland y arena dependiendo de su clasificación contenida aquí donde las series 11 y 12 (con contenido de 6% y 9% de puzolana respectivamente) son “N” aplicaciones para vigas y parapetos; y, 13 y 14 (con contenido de puzolana de 12% y 15% respectivamente) son “O” para paredes no cargadas y pañetes

### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

En los trabajos previos como antecedentes nacionales, según **Ramos, C. (2019)** en la tesis de grado, para optar el título profesional de ingeniero civil de la Universidad de Señor de Sipan, Perú. Fijo como **objetivo** determinar las propiedades físico – mecánicas del mortero modificado con cenizas de cáscara de arroz (CCA), para ser empleado en elementos estructurales y no estructurales. Aplicando la **metodología** experimental con la realización de ensayos normados. Obtuvo los **resultados** siguientes, la resistencia a la compresión de los morteros patrón (1:4) para 7, 14 y 28 días es 182.84 kg/cm<sup>2</sup> , 215.48 kg/cm<sup>2</sup> y 250.54 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, con sustitución de 5% de CCA resulta 199.23 kg/cm<sup>2</sup>, 234.37 kg/cm<sup>2</sup> y 274.85 kg/cm<sup>2</sup>, con sustitución del 10% de CCA es 213.69, kg/cm<sup>2</sup>, 240.19 kg/cm<sup>2</sup> y 283.07 kg/cm<sup>2</sup> y con la sustitución de 15% de CCA, obtuvo 193.14kg/cm<sup>2</sup>, 221.74 kg/cm<sup>2</sup> y 264.74kg/cm<sup>2</sup> para dichos días, así mismo la adherencia para un mortero de patrón con proporción volumétrica de (1:4) es 22.82 Kg/cm<sup>2</sup>, y con sustitución de 5% de CCA por cemento resulto 25.05 Kg/cm<sup>2</sup>, con 10% se obtuvo 23.40 Kg/cm<sup>2</sup>, finalmente con 15% resulto 20.55 Kg/cm<sup>2</sup>, respecto

a la consistencia del mortero patrón (1:4) ,la consistencia fue 107.25%, con 5% de sustitución con CCA resulto 74.25%, con 10% resulto 57.13% y por último con 15% resulto 44.75%, Así mismo se tiene resultados aire ocluido, del mortero patrón (1:4) obtuvo 5.09% de contenido de aire, el mortero con 5% de sustitución con CCA resulto 5.20%, con 10% resulto 5.89% por ultimo con 15% resulto 6.34%. Finalmente, fija como **conclusión** para el caso de sustitución con cenizas de cáscaras de arroz es conveniente agregar hasta un 10% y en el de adición hasta un 5%, con el objetivo de obtener mejoras en las propiedades físicas y mecánicas del diseño de mezclas del mortero y de albañilería simple.

Luego se tiene a **Solano, J. (2020)**, tesis para optar el título profesional de ingeniero civil de la Universidad Peruana los Andes – Perú, cuyos **objetivos**: Evaluar de qué manera las cenizas de eucalipto modifican las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes, diferenciar cómo la cantidad de ceniza de hojas de eucalipto se relaciona con las propiedades en estado endurecido del concreto simple para mortero en muros no portantes. Aplicando la **metodología** aplicada y experimental donde los instrumentos fueron mecanismos de laboratorio. Obtuvo los **resultados** la resistencia a la compresión del mortero convencional es 107.33kg/cm<sup>2</sup>, 119.93kg/cm<sup>2</sup>, 128.80 kg/cm<sup>2</sup> y 145.60 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente para 7, 14, 21 y 28 días, mortero con CE a 4% resulta 111.53 kg/cm<sup>2</sup>, 124.60 kg/cm<sup>2</sup>, 135.33 kg/cm<sup>2</sup> y 152.13 kg/cm<sup>2</sup>, mortero con CE a 8% es 103.60 kg/cm<sup>2</sup>, 116.67 kg/cm<sup>2</sup>, 125.07 kg/cm<sup>2</sup> y 141.40 kg/cm<sup>2</sup>, mortero con CE a 12%, obtuvo 97.53kg/cm<sup>2</sup>, 111.53 kg/cm<sup>2</sup>, 121.80kg/cm<sup>2</sup> y 135.33kg/cm<sup>2</sup> respectivamente para dichos días, así mismo la resistencia a la compresión axial de un mortero patrón de 36.15 kg/cm<sup>2</sup>, con sustituciones de 4% , 8% y 12% de ceniza por cemento a los edades de 7,14 y 28 días es 38.47 kg/cm<sup>2</sup>, 36.92 kg/cm<sup>2</sup> y 35.89 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, de igual forma la retención de agua para un mortero patrón de 92.18 kg/cm<sup>2</sup> con sustitución de 4% , 8% y 12% CE por peso de cemento resulta 85.84 kg/cm<sup>2</sup>,81.41 kg/cm<sup>2</sup> y 75.51 kg/cm<sup>2</sup>, también se tiene tiempo de fraguado de mortero patrón de 3.46 horas con sustitución de 4% , 8% y 12% CE por peso de cemento resulta 3.04h, 2.55h y 2.21, Como **conclusión** de acuerdo al análisis estadístico la sustitución de cemento por ceniza de hojas de eucalipto en proporciones del 4, 8 y 12 % influyen de manera significativa en las propiedades

del concreto simple para mortero en muros no portantes; sin embargo, esta modificación sólo resulta óptima si se considera un porcentaje de sustitución del 4 %.

Así mismo se tiene a **De los Santos y Tello (2020)**, tesis para optar el título profesional de ingeniero civil de la Universidad Cesar Vallejo – Perú, cuyos **objetivos**: Determinar la influencia de la aplicación de la ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020. Aplicando la **metodología** aplicada y experimental donde los instrumentos fueron mecanismos de laboratorio. Obtuvo los **resultados** para una sustitución de un mortero a la edad de 7 días incrementó su resistencia patrón de 156.9 Kg/cm<sup>2</sup> a 159.9 Kg/cm<sup>2</sup>, 161.2 Kg/cm<sup>2</sup>, 163.1 Kg/cm<sup>2</sup> en 4%, 9% y 14 % respectivamente; obteniendo la incrementación en un 4% más alta que la resistencia del mortero patrón, para un mortero reemplazo con ceniza de tusa de maíz a la edad de 14 días Incrementó su resistencia patrón de 202 kg/cm<sup>2</sup> a 204.4 Kg/cm<sup>2</sup>, 206.2 Kg/cm<sup>2</sup>, 210 Kg/cm<sup>2</sup> en 4%, 9% y 14% respectivamente; obteniendo la incrementación más alta en un 4% a la del mortero patrón, para una sustitución de un mortero con ceniza de tusa de maíz a la edad de 28 días incrementó su resistencia patrón de 214.0 Kg/cm<sup>2</sup> a 222.6 Kg/cm<sup>2</sup>, 231.6 Kg/cm<sup>2</sup>, 266.8 Kg/cm<sup>2</sup> en 4%, 9% y 14% respectivamente; obteniendo la incrementación en un 25% más alta que la resistencia del mortero patrón, la resistencia a compresión axial de la pila patrón fue de 33.0 Kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días lo cual fue superada por la pila experimental con mortero del 14% de ceniza de tusa de maíz que obtuvo 36.4 Kg/cm<sup>2</sup> incrementando su resistencia a un 10% en comparación con la pila patrón. Y como **conclusión** se determinó que la aplicación de la ceniza de tusa de maíz con respecto al peso del cemento genera resultados positivos a la resistencia a la compresión del mortero; puesto que las resistencias obtenidas del mortero experimental con 4%, 9% y 14% fueron mayores con respecto al mortero patrón en la resistencia a la compresión.

## 2.2. Bases teóricas

Dentro de las bases teóricas definición del **mortero**: según (Salamanca, 2001) en forma general el mortero se define como la combinación de agua, cemento y arena, y puede cumplir una función estructural o no estructural. Así como por ejemplo el mortero se emplea en mampostería confinada (pega o relleno)

MORTERO = CEMENTO PORTLAND + AGREGADOS + AIRE + AGUA

Las **propiedades del mortero** en su estado plástico determinan la trabajabilidad del mortero en la construcción (manejabilidad y retentividad), en cambio las propiedades del mortero en su estado endurecido facilitan evaluar el comportamiento de la albañilería confinada acabada, con características de plasticidad, resistencia a la compresión en pilas, durabilidad y resistencia a la adherencia. (Mejilla, Chinchilla y Mendoza, 2012 pág. 33)

Para la determinación de las propiedades de mortero en su estado plástico se tiene las siguientes consideraciones ya que ello influirá en el estado endurecido de la mezcla.

Para Sánchez, (2001) la **Manejabilidad**, consiste en la facilidad de colocar el mortero, en el asentamiento de las unidades de albañilería o enlucidos lo cual está relacionado con la fluidez la misma que se refiere al estado de consistencia de a mezcla. En la tabla N° 1 se muestra la guía de fluidez para diferentes tipos de consistencia y trabajabilidad de mortero en distintos tipos de estructura y sistema de colocación:

**Tabla N° 1:** Fluidez para diferentes tipos de aplicaciones

Consistencia	Fluidez %	Condición de Colocación	Ejemplo de tipo de estructura	Ejemplo de sistema de colocación
Dura (seca)	80 - 100	Secciones sujetas a vibración	Reparación recubrimiento de túneles	Proyección neumática con vibraciones
Media (plástico)	100 - 120	Sin vibración	Pega de mampostera, baldosines	Manual con palas y palustres
Fluidez (humeda)	120- 150	Sin vibración	Pañetes de rellenos de mamposterías estructurales	Manual bombeo

**Fuentes:** Sánchez, (2001)

Según la norma ASTM C-270 para morteros de pega de mampostería o mortero para albañilería confinada la consistencia del mortero debe ser media (plástica) con un rango de fluidez de 105 % a 115%.

Sobre la **propiedad de retención** de agua se tiene, De la Sotta, (2010). Quien lo define. Retentividad como la capacidad que tiene el mortero de poder mantener su trabajabilidad o consistencia en el tiempo; es decir, de poder retener el agua del mortero después de un intervalo de tiempo para luego seguir conservando su fluidez.

Respecto al **tiempo de fraguado** la misma que se refiere a la velocidad de endurecimiento del mortero se tiene las siguientes definiciones, para Sánchez (2001); El tiempo de fraguado es el paso de la mezcla del estado fluido o plástico al estado endurecido y corresponde al tiempo de fraguado inicial y final de la mezcla que debe estar entre 2 y 24 horas, así mismo se tiene que una vez fraguado el mortero pasa a la siguiente fase de endurecimiento. Para Pasquel, (1998) la velocidad de endurecimiento se manifiesta a partir del tiempo de fraguado final y es el estado donde se incrementa las características de resistencia.

Referente a las **propiedades en estado endurecido del mortero**, Sánchez, D. (2001) menciona que la **adherencia**, es la suficiencia que tiene el mortero de absorber tensiones normales y tangenciales a la superficie que junta al mortero con la estructura. Resulta de gran importancia, debido a que la adherencia difunde el hecho de que un mortero puede soportar pandeo, cargas transversales y excéntricas dándoles resistencia a la estructura. Por lo tanto, los morteros plásticos, de buena adherencia, alta capacidad de retención de agua y que no soliciten de superficies húmedas para su colocación, son los más adaptables y de mayor utilización en mampostería ya que permiten una íntima unión entre las partes, por ello esta propiedad es la importante cuando se trata de diseñar un mortero para albañilería confinada.

Para la **Resistencia a la Compresión**, según (Construmatica, 2014). Es la medida para observar la capacidad que tiene el mortero de soportar esfuerzos, Como la resistencia a la compresión está influenciada por la hidratación del cemento y esta a su vez determina las propiedades físicas del mortero endurecido, es posible que mediante los resultados de resistencia inferir otras propiedades.

Así mismo se tiene las dosificaciones de mortero y sus usos diferentes en albañilería general, lo cual se detalla en el siguiente cuadro.

**Tabla N° 2: Usos de mortero**

MORTERO	USOS
1:1	Mortero muy rico para usos de impermeabilizaciones y rellenos
1:2	Para impermeabilizaciones y pañetes de tanques, subterráneos. Rellenos
1:3	Impermeabilizaciones menores. Pisos
1:4	Pega para ladrillos en muros y baldosines. Pañetes
1:5	Pañetes exteriores, pega para ladrillos y baldosines, pañetes y mampostería en general. Pañetes no muy finos
1:6 y 1:7	Pañetes interiores, pega para ladrillos y baldosines, pañetes y mampostería en general. Pañetes no muy finos
1:8 y 1:9	Pegas para construcciones que se van a demoler pronto estabilización de taludes en cimentación

Fuente: Sánchez, (2001)

### **Clasificación.**

El autor del libro “La tecnología de los morteros”, Salamanca (2001), clasifica al mortero en 4 tipos.

#### **A. Mortero Tipo “M”**

Este tipo de mortero está destinado para uso en mampostería sometida a grandes fuerzas de compresión, ofrece mayor durabilidad, elevadas cargas laterales, fuertes sismos, estructuras en roce con la cimentación, muros de contención, su resistencia mínima a la compresión a los 28 días es de 175 *kg/cm2*.

#### **B. Mortero Tipo “S”**

El mortero de tipo S tiene una buena adherencia que otros tipos de morteros se utiliza en revestimiento de cerámicos, por su capacidad adherente a la pared, así mismo se emplea en estructuras sometidas a carga de compresión normales, y tiene alta resistencia.

#### **C. Mortero Tipo “N”**

*Este tipo de mortero representa la mejor dosificación entre trabajabilidad, ahorro económico y resistencia esta mezcla es empleada en estructuras encima del nivel*

del suelo, en enchapes, paredes internas y divisiones, alcanza una resistencia a la compresión de 125  $kg/cm^2$  aproximadamente

#### **D. Mortero Tipo “O”**

Este tipo de mortero se utiliza para viviendas de uno o dos pisos y es el mortero más utilizado por los albañiles por el bajo costo y su trabajabilidad de la mezcla, aunque tiene poca resistencia, pero alta capacidad en cal.

Según la Norma ASTM: C 270 – 91<sup>a</sup> los requisitos que el mortero de albañilería debe cumplir a los 28 días de curado, las mismas se verifican mediante las pruebas de laboratorio. Ver tabla: N° 3.

**Tabla N° 3:** Requerimiento de las especificaciones de propiedad

Tipo	Resistencia mínima a la compresión a los 28 días $kg/cm^2$ , (Mpa)	Retención de agua Mínima (%)
M	175 (17.0)	75
S	127 (12.5)	75
N	53 (5.0)	75
O	25 (2.5)	75

Salamanca, R. (2001).

Respecto a los componentes según la Norma E 0.70 RNE (2006), los materiales a emplear será el Cemento Portland, el agregado fino (arena gruesa natural), el agua debe ser potable sin contener ácidos, materia orgánica y álcalis.

**Cemento Portland tipo IP.-** *La puzolana es un material silico aluminoso que por sí mismo posee poco o ningún valor cementicio pero que, dividido finamente, con la presencia de agua y a la temperatura ambiente normal, es capaz de reaccionar químicamente con el hidróxido de calcio para formar compuestos con propiedades cementicias (Cemento Yura, 2009).*

**Tabla N° 4:** Características técnicas de cemento Yura tipo IP

Requisitos físicos	Cemento multi - propósito	Requisitos NTP 334.090 ASTM C-595
Peso específico	2.75 a 2.85 gr/cm <sup>3</sup>	--
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170 a 270	45 a 420
Contenido de aire	2.5 a 8.0	12 Max.

**Fuente:** Ficha técnica 2021/V.1

Para el presente estudio se utilizará cemento Yura tipo IP debido a que este material es comercial en el departamento de Cusco.

**El agua** desempeña tres funciones esenciales; hidrata el cemento, contribuye a la trabajabilidad y facilita la carbonatación de la cal. El agua debe permanecer constantemente limpia y libre de sustancias extrañas que puede perjudicar al mortero, la cantidad de agua para el mortero es distinto para el concreto. (Norma ASTM C - 270).

Según (Mindess y Alexander, 2005). **La forma de las partículas** de los agregados finos influye significativamente en las propiedades del estado fresco del mortero: manejabilidad. La forma de la partícula no solo se refiere a la forma elemental de las partículas que componen el agregado, si no también engloba conceptos de angulosidad y alargada o forma plana. Estas a partículas también se pueden describir su redondez y esfericidad. Este último se refiere a la forma de similitud de la partícula a una esfera, con esquinas y bordes redondos. En cambio, la angularidad describe a fragmentos bien definidos y compuesto con caras casi planas.

**La textura** superficial de los fragmentos del agregado que componen la mezcla de mampostería incide en la consistencia del mortero y en la adherencia de los agregados finos con la pasta del cemento. Las características físicas de las partículas que componen los agregados como rugosidad, pulimentados o rasposos son producto de la trituración con máquinas chancadoras. Es fundamental indicar que la textura superficial es una propiedad que depende esencialmente del tamaño de los granos (partículas), dureza, tamaño de grano, estructura de los poros, textura de la madre roca que proviene por desgaste natural que ha sufrido el grano. (Mindess y Alexander, 2005).

**Ladrillos.** - La Norma Técnica E.070 RNE (2006), nos indica que “para muros portantes la zona sísmica 2 y 3 debe emplearse ladrillos sólidos cuya área de vacío es menor del 30%, para la zona sísmica 1 se permite el uso del ladrillo King Kong 18 huecos donde cuya área de vacío es del 45% (p. 433).

“A las unidades de albañilería se le denomina bloque o ladrillos, que tienen dimensiones y peso” Gallegos, H. & Casabonne, C. (2005),

**Tabla N° 5:** Clasificación de los ladrillos de acuerdo a su resistencia

TIPO	DENOMINACION	RESISTENCIA UNIDAD (Kg/cm3)
Ladrillo I	King Kong artesanal	50
Ladrillo II	.....	70
Ladrillo III	.....	95
Ladrillo IV	King Kong industrial	130
Ladrillo V	King concreto	180

Fuente: Norma Técnica E. 0.70, RNE, 2016

**Figura N° 1:** Ladrillo King Kong tipo IV



**Fuente:** Propio, 2021.

Para el presente estudio se utilizará ladrillo King Kong artesanal consta de las siguientes medidas 24cm x12cmx9cm.

**El ichu (stipa ichu):** Es una gramínea perenne perteneciente a la familia poaceae. su crecimiento es vertical y de forma agrupada, con follaje verde, tornándose dorado a finales del otoño. La inflorescencia es racimosa, con flores blancas o plateadas que nacen desde la base, simulando espigas que cuelgan. (Marrero, 2020)

**Características:** El stipa ichu es una planta herbácea que crece erguida y en grupo, formando macollas. Su tallo mide aproximadamente entre 60 y 180 centímetros, teniendo cada uno más de 3 nudos. Los nudos pueden tener o carecer de pelos, mientras que los entrenudos tienen pelos y son de textura áspera. (Marrero, 2020)

**Habitad y distribución:** Se encuentra de manera abundante en la provincia fitogeografía Alto andina, ubicada a una altura entre 3700 y 4800 msnm. Allí, a campo abierto, forma extensos pajonales. (Marrero, 2020)

El ichu forma parte de la vegetación de la eco región Puna, ubicada en la zona altiplánica central de la cordillera andina. También se encuentra en los claros de los bosques y en algunos lugares perturbados, como los pastizales secundarios y en las orillas de los caminos o de las parcelas. (Marrero, 2020)

**Tabla N° 6:** Taxonomía

Reino	Platae
Genero	Stipa
Especie	Stipa Ichu
Familia	Poaceae
Sub Familia	Stipoideae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Tribu	Stipeae

**Fuente:** (Marrero, 2020)

**Estructura:** La estructura de fibra Ichu está compuesta por los tallos y las hojas; ambos tienen una forma tubular y pueden ser confundidos fácilmente. El diámetro de fibra promedio es de 0.39 y 0.83 para fino y grueso Ichu respectivamente (Atahuachi & Carcausto, 2018)

**Figura N° 2:** Estructura del tallo de stipa ichu

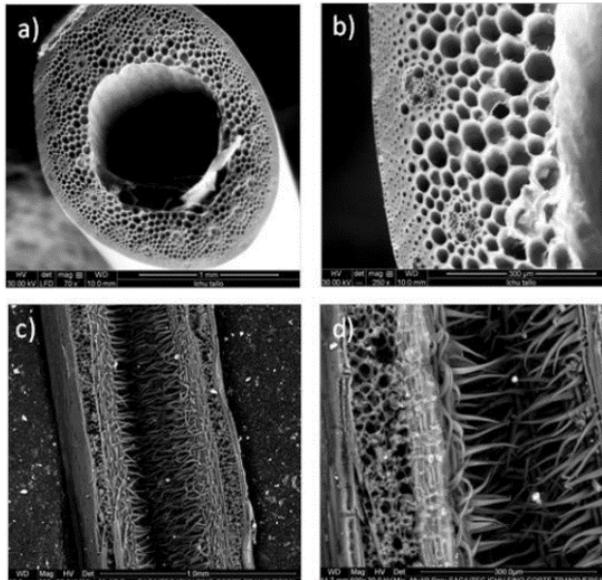


Fig. N°2: SEM micrografía para: a) y b) del vástago de fibra Ichu y c) y d) ichu lic. Fibra. Fuente: (Atahuachi & Carcausto, 2018)

**Usos:** El Stipa ichu forma parte importante de la dieta de los camélidos suramericanos, que habitan a gran altura en diversas regiones de la cordillera andina. Entre este grupo de animales se encuentran la llama, la vicuña, la alpaca y el guanaco. También algunas especies equinas y vacunas forrajean esta hierba. (Marrero, 2020)

También debo mencionar la utilización de la fibra de Stipa Ichu en la elaboración de adobes artesanales para la construcción de viviendas de 1 y 2 niveles, influyendo notablemente en las propiedades mecánicas del adobe

Así mismo el ichu es utilizado actualmente para techar viviendas en zonas alto andinas, la escasa utilidad en la actualidad de este material y la abundancia que existe en la zona muchas veces es causa de propagación de incendios forestales.

En cuanto a la **composición química** de cenizas de ichu, el grado de calcinación y tiempo se obtuvo de referencia a 600°C por 2 horas, así mismo los datos químicos obtenidos por FRX de las cenizas de ichu siendo los componentes químicos de mayor concentración el sílice, aluminio y óxido de potasio (Santiago, M. 2018)

**Tabla N° 7:** Composición Química Expresada en Óxidos de las cenizas de Ichu

Composición química	Resultados %	Método utilizado
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	59.207	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos x
Trióxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	16.782	
óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	12.894	
Trióxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	4.573	
óxido de Calcio (CaO)	3.511	
Pentóxido de Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2.073	
Dióxido de Titanio (TiO <sub>2</sub> )	0.378	
óxido de Manganeso (MnO)	0.366	
Trióxido de Azufre (SO <sub>3</sub> )	0.234	
óxido de Zinc (ZnO)	0.036	
óxido de Cobre (CuO)	0.027	

**Fuente:** Recuperado de (Santiago, M. 2018)

De la tabla N° 7 se puede deducir que la mayor composición química de mineral de ceniza de stipa ichu es dióxido de silicio con 59.21%, seguido de Trióxido de Aluminio 16.8%, luego óxido potasio con 12.9%., referente a esta composición:

Según (Hernández, 2007). Clasifica la ceniza de ichu dentro de las puzolanas artificiales indicando que:

Que las cenizas de restos agrícolas como: ceniza de la cascarilla de arroz, ceniza de bagazo y la ceniza de la fibra de stipa ichu, cuando son calcinados convenientemente se obtienen residuos de minerales ricos en silicio y aluminio, por lo tanto su estructura depende a la temperatura en que son calcinados, así mismo las cenizas naturales debe ser molidos antes de ser utilizados, y para activar sus componentes arcillosas deben ser calcinados a temperaturas entre los intervalos de 650°C a 980°C.

**Figura N° 3:** Ceniza de Stipa Ichu



**Fuente:** Propio, 2021.

La ceniza cruda de ichu de color negro ha sido calcinada a una temperatura de 650 °C a 700 °C durante 6 horas, utilizando un súpate adquiriendo una ceniza de color gris claro.

Las cenizas absorben líquidos, especialmente agua, debido a su extremada sequedad inicial, al grado de finura que ofrece gran superficie de contacto y a su textura irregular y porosa. Algunos ensayos han encontrado que las cenizas brutas absorben sensiblemente más líquido que las trituradas o molidas. (Pablo Lorca, 2014)

### 2.3. Definición de términos

**Absorción:** Capacidad de absorción de agua por parte de un agregado o mortero.

**Adición:** Agregar o incorporar un material a otra

**Adherencia:** Es la propiedad que tienen los morteros de adherirse a los materiales con los cuales está en contacto

**ASTM:** American Society for Testing and Materials

**Asentar:** Es la colocación de unidades de albañilería una tras otra utilizando el mortero formando muros de mampostería

**Cenizas:** Es el residuo de la combustión de algún material.

**Curado:** Es el proceso por el cual el mortero se endurece con el tiempo

**Ensayo:** Es la medición o determinación de las propiedades de mortero, para comprobar la calidad de una fracción de mortero

**Granulometría:** Es la distribución de partículas del agregado de forma homogénea que pasa por diferentes mallas de tamiz

**Junta:** Espacio que queda entre las dos superficies de los ladrillos inmediatos unos a otros de una mampostería o albañilería confinada que se llena de mortero a fin de unirlos y ligarlos sólidamente.

**Mezcla:** Acción de mezclar distintos agregados (agua, arena, cemento, ceniza, etc.) para asentar unidades de albañilería

**NPT:** Norma Técnica Peruana

**Resistencia:** Es la capacidad que tienen los morteros para resistir las fuerzas aplicadas sobre ellos.

### III. METODOLOGIA

#### 3.1 Tipo y Diseño de investigación

##### Tipo de Investigaciones

Según Borja (2012, p. 10) la investigación aplicada “busca innovar, conocer, edificar y transformar una realidad problemática, está más interesada en la aplicación rápida sobre un problema que el desarrollo de conocimientos generales”, de lo enfocado la presente investigación será de tipo **aplicada**, puesto que, se busca obtener un mortero para la albañilería confinada, siguiendo la normativa E: 0.70 y otras normativas como NTP.

##### Diseño de la investigación

El presente estudio es una investigación **Cuasi- experimental** ya que solo una variable será manipulada para llevar a cabo el diseño de un mortero en albañilería confinada, se adicionara la ceniza de fibra de ichu (que viene hacer la variable independiente) por el peso parcial de cemento en 2%, 4% y 6% para luego ser evaluados en sus propiedades físico - mecánicas del mortero en su estado plástico y endurecido.

Al respecto según Salinas y Cárdenas, M. (2009, Pág. 87) indica que el diseño es cuasi- experimental cuando el investigador carece de monitoreo sobre el momento y la forma del tratamiento, quiere decir, que el control ejercido sobre las variables relevantes no logra manipular la totalidad, por lo cual no es posible examinar con veracidad la teoría”

Así mismo, Valderrama afirma que: “Un diseño experimental es aquel en el cual se manipula de forma intencionada las variables independientes para evaluar los efectos sobre una variable dependiente” (202. pp.176).

### **Nivel de investigación**

Según Hernández (2014), el nivel de investigación es explicativo, debido a que explica la conducta de una variable en relación con otras, es decir con este nivel de estudio se busca explicar las causas y razones de un evento, fenómeno o sucesos materia de investigación. La presente investigación es **explicativa** porque los resultados obtenidos de los ensayos sobre las variables se tendrán que explicar el ¿Por qué? la adición de ceniza de stipa ichu influye o no en las propiedades de mortero.

### **Enfoque de investigación**

Según Valdivia, Ñaupas y otros (2018, pág. 140) menciona que el enfoque **cuantitativo**. “Se caracteriza por usar técnicas y métodos cuantitativos por lo cual se tiene que ver con la medición, el uso de magnitudes, la inspección y medición de las unidades de análisis, el muestreo, el tratamiento estadístico”, la presente investigación corresponde al enfoque cuantitativo, debido a que las dimensiones de las variables de estudio y resultados obtenidos son datos numéricos, son cantidades que nos permitirán responder a la hipótesis planteada y dar conclusiones.

### **3.2 Operacionalización de Variables**

Según, Henríquez y Zepeda (2003, pág.27). Indique que; existen dos tipos de variables; La variable dependiente, es la que condiciona algún tipo de cambio en la dependiente, mientras que, la variable independiente es la que permite la explicación del fenómeno; ya que; esta variable tiende a ser manipulada, por el contrario, solo se mide. En el presente estudio se va a utilizar las siguientes variables.

#### **Variable Independiente**

Ceniza de Stipa Ichu

#### **Variable dependiente**

Diseño de mortero

Operacionalización de variables

(Ver anexo N° 2)

### 3.3 Población, Muestra y Muestreo

#### Población

Según Borja (2012, p. 30) se denomina población o universo a todo conjunto de elemento que serán estudiados y/o motivo de causa de investigación. En el presente estudio la población estará conformada por todas las muestras elaboradas para realizar los ensayos.

#### Muestra

Según el análisis elaborado por: Fernández y Pértiga (2013, pag.26) señalan que, la muestra es sub grupo de la población de estudio. Existen varios tipos de muestreo que suelen ser aleatoria, estratificada y sistemática”. Para cumplir con los propósitos en esta investigación se elabora 36 probetas cubicas de 5cmx5cm para ensayo de resistencia a la compresión y 12 testigos en forma cruzada de ladrillo King Kong para realizar ensayo de adherencia, 12 muestras para ensayo de consistencia y 12 muestras para ensayo de retentividad, cual se detalla en el siguiente cuadro:

**Tabla N° 8:** Determinación del número de muestras

% De sustitución de peso de cemento por ceniza al	Dosificación volumétrica de Mortero 1:4.58						Relación A/C 0.89	
	ENSAYO DE COMPRESIÓN			ENSAYO DE ADHERENCIA			Consistencia	Retentividad
	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días		
0%	3	3	3	-	-	3	3	3
2%	3	3	3	-	-	3	3	3
4%	3	3	3	-	-	3	3	3
6%	3	3	3	-	-	3	3	3
Sub total	36			12			12	12
Total de muestras	72							

**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

## **Muestreo**

El muestro consiste en la determinación de que, si el muestreo es probabilístico o no probabilístico, para lo cual se tiene la siguiente referencia.

Según Valderrama (2019, p.193), Muestreo no probabilístico es susceptible a ser influenciada por el investigador, ya que se selecciona por cuestiones de comodidad y de acuerdo al criterio que tenga. Considerando lo descrito por el autor metodólogo el presente estudio de investigación el muestreo **es no probabilístico** ya que el muestreo no garantiza la representación de la muestra, si no que las muestras serán escogidas a base del criterio personal y de acuerdo a la norma E- 070. Para cumplir con los propósitos de la investigación, se elabora 36 cubos de 5cmx5cm de arista para determinar la resistencia a la compresión de mortero teniendo en cuenta lo que indica la Norma ASTM C270 y NTP 3334.051, así mismo se elabora pilas a base ladrillo King Kong y mortero para determinar la adherencia del mortero según la norma ASTM C-952-02

### **3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

#### **Técnicas de Investigación**

En el presente trabajo de investigación, se utilizará la observación directa, recolección de datos y fichas para recolectar información de los diferentes ensayos realizados para luego realizar el análisis e interpretación de datos los cuales se detalla a continuación.

#### **Observación directa**

Pineda, Alvarado y Canales (1994) “la observación es una técnica donde el investigador tiene que observar las características, fenómeno o hecho de una situación, para poder obtener la información requerida para seguir con la realización de su investigación”, mediante la obtención de datos de los protocolos de laboratorio que nos permitirán conocer la realidad mediante la percepción directa.

## **Instrumentos de recolección de datos**

Según Niño (2011). Señala que, los instrumentos de recolección de datos, son las fichas técnicas que serán ejecutadas por el investigador. Por ello los instrumentos de medición para la presente investigación serán las siguientes:

- Ficha y/o formatos de recolección de datos: Fichas que permitirán anexar datos con respecto al desarrollo de los puntos que se tratarán en los ensayos.
- Fichas y/o formatos de Ensayos de laboratorio: Caracterización de los agregados, Ensayos: consistencia, contenido de agua, resistencia a la compresión, adherencia del mortero, siguiendo los parámetros que maneja la Norma Técnica Peruana. Además “un instrumento de recolección de datos es en comienzo, un medio de viabilidad, la cual el indagador puede valerse con el fin de tener un acercamiento a los anómalos y poder expresar de estas la debida averiguación

## **Validez**

Para la validación de los instrumentos de recolección de datos para la presente investigación se tendrá el respaldo de ingenieros especialistas que sean colegiados para firmar las fichas de recojo de información, datos y los resultados; a su vez se valida con la aprobación del asesor.

## **Confiabilidad**

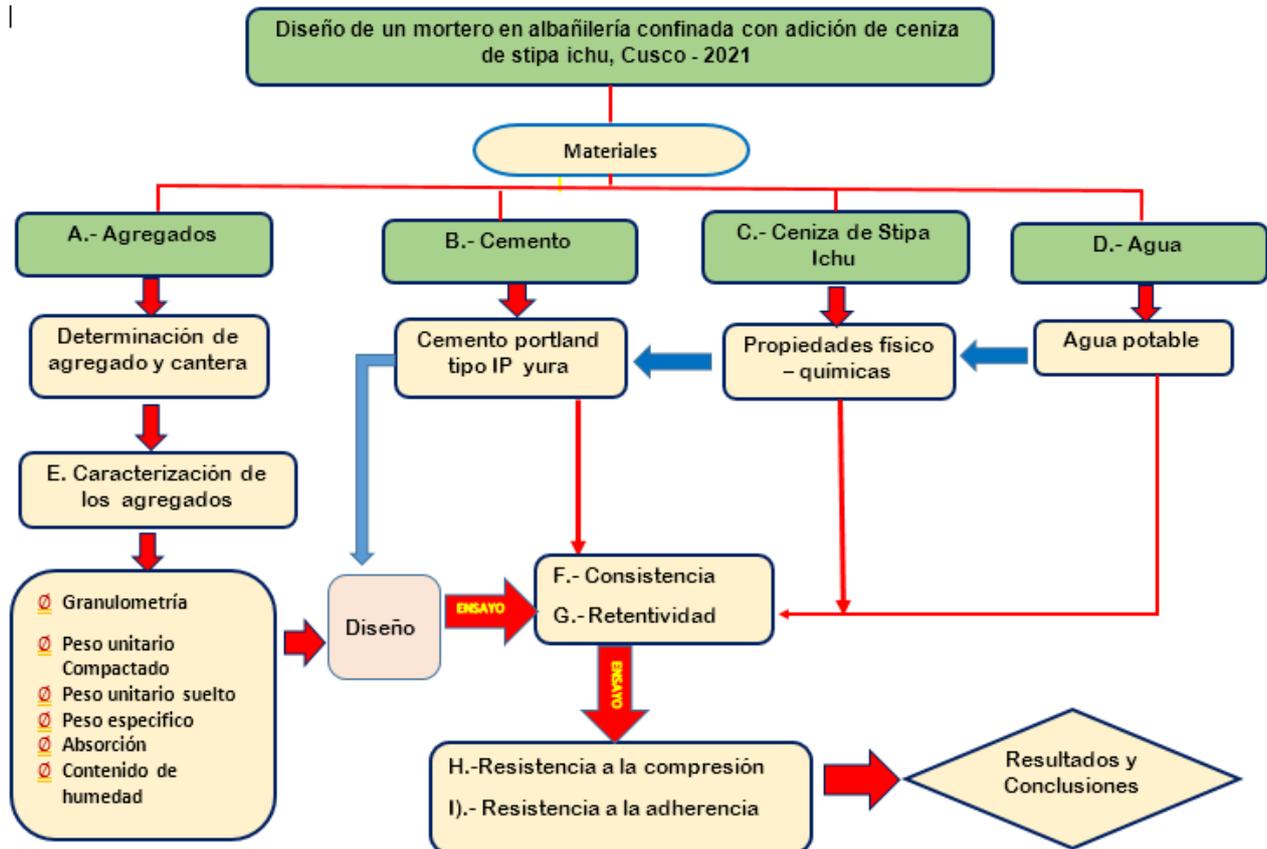
Respecto a esto, Hernández, Fernández y Baptista mencionan está referida al grado en que al aplicar dicho instrumento en reiteradas oportunidades a un mismo individuo se obtenga resultados iguales. Dichos resultados deben tener consistencia y coherencia.” (2009, p.200).

La confiabilidad estará respaldada por el certificado de calibración de cada equipo que vaya a intervenir en el proceso experimental.

### 3.5 Procedimiento de Aplicación

El procedimiento a seguir en la presente investigación será, según el siguiente diagrama.

Esquema del procedimiento – Anexo N° 5



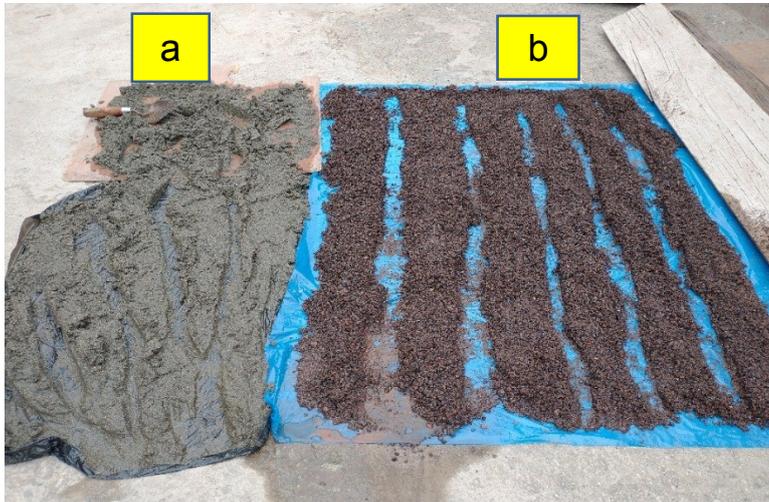
Fuente: Elaboración propia:

#### A) Determinación del tipo de agregado

Para el presente diseño de mortero se utilizarán dos tipos de arena, la arena fina de Cunyac extraída del río de Pisac que se ubica a 30km aproximadamente de la ciudad de Cusco y la arena gruesa de la cantera Vichos ubicado en el Distrito de San Salvador de la provincia de Calca a 18km aproximadamente de la ciudad de Cusco, que son producto de la trituración de las rocas de: mármoles, granitos y calizas así mismo este material de Vichos al observar en forma directa tiene textura y forma de angularidad y rugosidad los cuales antes del diseño ensayo

granulométrico deben ser lavados, en la fig. N° 4 la letra (a) corresponde a la arena de Cunyac y (b) arena de cantera Vicho.

**Figura: N° 4:** Arena fina de Cunyac y arena gruesa de Vicho



**Fuente:** Propia, 2021

#### **B) Cemento Portland tipo IP**

*El cemento a utilizar para los diferentes ensayos será el cemento portland tipo IP (Yura), cuyo peso específico a considerar será 2.8 ya que este valor es promedio de los valores 2.75 y 2.85 gr/cm<sup>3</sup>, según las especificaciones técnicas tabla. N° 4.*

#### **C) Procedimiento de obtención de ceniza de stipa ichu**

Extracción de stipa ichu del sector Hatun Pirú – Comunidad Campesina de Huayqui – Acos –Acomayo - Cusco.

**Figura 5:** Extracción de stipa ichu



**Fuente:** Propia, 2021.

**1. Secado de fibra de stipa ichu**

Luego de extraer se tuvo que realizar el secado de ichu en un lugar visible al sol volteando cada día, durante 3 semanas.

**Figura 6:** secado de fibra de ichu



Fuente: Propia, 2021

**2. Selección de la fibra de stipa ichu**

Luego del secado de la fibra de stipa ichu ha sido limpiado las malezas y tierra que contenía en los tallos de stipa ichu.

**Figura 7:** selección de fibra de ichu



Fuente: Propia, 2021

#### 4.- Combustión de Stipa Ichu

La fibra de stipa ichu ha sido calcinada al aire libre sobre una calamina

**Figura 8:** Calcinación de Stipa Ichu al aire libre



**Fuente:** Propia, 2021

#### 5.- Obtención de Ceniza Cruda

La ceniza cruda obtenida es de color oscuro negro y con partículas negras alargadas.

**Figura 9:** Ceniza cruda



**Fuente:** Propia, 2021

## 6.- Obtención de ceniza de stipa ichu

Para la obtención de ceniza de stipa ichu se llevó a la mufla pequeña que funciona con súplete a una temperatura aproximado de 650 ° C a 700 °C, durante 6 horas, obteniéndose así una ceniza de color gris claro.

**Figura 10:** Ceniza ichu obtenida de la mufla color gris



**Fuente:** Propia, 2021

### D). Agua

*Este mineral desempeña tres funciones esenciales; hidrata el cemento, contribuye la trabajabilidad y facilita la carbonatación de la cal. El agua debe permanecer constantemente limpia y libre de sustancias extrañas que puede perjudicar al mortero, la cantidad de agua para el mortero es distinto para el concreto. (Norma ASTM C 270, p. 20).*

### E). Caracterización de agregados finos

*Los procedimientos para la caracterización de los agregados a utilizar para el diseño de mortero son:*

- **Granulometría (NTP 400.012)**

Según la norma técnica peruana, la granulometría para agregados finos se registrará de acuerdo a la siguiente tabla N° 9

**Tabla N° 9:** Cuadro de tamiz para agregado fino

AGREGADO FINO	
TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA
9.5 mm (3/8 pulg)	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18 mm (N° 16)	50 a 85
600 µm (N° 30)	25 a 60
300 µm (N° 50)	05 a 30
150 µm (N° 100)	0 a 10

**Fuente:** Norma NTP, 2006

Además, menciona que deberá quedar retenido más del 50% de arena entre 2 mallas consecutivas, así mismo el módulo de fineza estará entre los valores 1.6 a 2.5 y el % máximo de partículas quebradizas será 1%.

Para realizar los procedimientos se *debe tener una muestra seca de agregado fino*, que debe estar secada a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , luego se coloca la muestra por la parte superior de los tamices enseguida se agita los tamices durante un tiempo, después se debe pesar las muestras retenidas en cada tamiz en una balanza con precisión de 0.01g. Para luego calcular el módulo de finura.

**Figura 11:** Tamizado de agredo fino



**Fuente:** Propia, 2021

- **Peso unitario y compactado (NTP 400.017)**

Para la determinación del peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, de tamaño máximo nominal de 150mm. Para seguir los procedimientos primero la muestra se debe cuartear, luego la muestra debe estar secada a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , enseguida se mide las dimensiones del recipiente como su altura, diámetro interior y superior, posteriormente se debe llenar con una cucharilla desde una altura de 50mm sobre el borde superior del recipiente cilíndrico de acuerdo a la norma hasta que reboce, para después se nivela, finalmente se pesa en la balanza de precisión, el procedimiento se debe realizar 3 veces como mínimo, para luego calcular el promedio, luego se verifica la variación que debe ser menor a 1%.

**Figura 12:** Cuarteo y compactado de agregado fino



**Fuente:** Propia, 2021

*Para el caso de peso compactado se procede a cuartear luego el secado, enseguida llenar la muestra hasta la tercera parte del recipiente cilíndrico luego apisonar la muestra con 25 golpes mediante una varilla de acero de 5/8 de diámetro, después llenar el recipiente a dos seguir los procedimientos, finalmente llenar el recipiente luego nivelar y pesar. Este procedimiento se debe repetir mínimo 3 veces.*

- **Peso específico y absorción (NTP 400.022)**

Para determinar el peso específico: seco, saturado con superficie seca y aparente, Se cuartea el agregado fino, luego secar en la estufa a una temperatura de 110°C, para luego dejar enfriar posteriormente sumergirlo en agua durante 24 horas, después secar y obtener medianamente húmeda la muestra y llenar con tres capas en el cono de ensayo compactando con 25 golpes con la ayuda de pisón, luego levantarlo hasta que se derrumbe una cantidad considerable y que sea aceptable como lo establece la norma, luego el picnómetro será llenado con agua hasta la marca de calibración y se introduce la muestra de 500 gr del agregado fino saturado haciendo uso del embudo y sumergimos el agua hasta el 90% del picnómetro, enseguida se debe agitar el picnómetro con la muestra manualmente para poder eliminar las burbujas de aire (Pesar la masa del picnómetro con el agregado más el agua. Finalmente retiramos el agregado fino del picnómetro para hacer secar en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ , el presente ensayo se aprovecha para determinar la absorción del agregado fino y se calcula con la siguiente expresión:  $Ab = 100 (WSSS-WOD)/WOD$ , donde WSSS es peso saturado y WOD es peso seco después de extraer del horno.

**Figura 13:** determinación de gravedad específica del agregado



Fuente: *Propia, 2021*

- **Contenido Humedad**

- *Para determinar el porcentaje de humedad se sigue la NTP 339.185, para lo cual se pesa la muestra seca natural, posteriormente llevar al horno para obtener el peso seco, luego reemplazar en la siguiente ecuación:*

$$H = 100 (WAD - WOD) / WOD$$

Dónde: WAD peso de la muestra seca al aire libre, WOD es el peso después de retira del horno, para lo cual se utilizó los siguientes instrumentos ver la fig. N° 14

**Figura 14:** La balanza y horno eléctrico



Fuente: Propia, 2021

#### **F). Fluidez (NTP 334.057)**

La consistencia de un mortero se realiza en la meza de flujo, luego de realizar la dosificación de mortero según NTP 334.003, para empezar el ensayo, el tronco de cono se pone al centro de la mesa de flujo que tiene un diámetro de 254mm, luego el mortero preparado se vierte hasta la mitad enseguida se apisona 20 golpes en todas las direcciones de forma uniforme, luego se llena totalmente y se vuelve apisonar, enseguida se nivela con una espátula, para luego retirarlo el molde o tronco de cono mediante un movimiento vertical, después se realiza el ensayo de golpes dejando caer la plataforma de una altura de 12.7mm; para lo cual se golpea 25 veces durante 15 segundos, finalmente se procede a medir los diámetros, en cuatro partes equidistantes, para calcular en la siguiente expresión matemática.

FLUIDEZ =  $((DP-DI) / DI) * 100$ , donde DP es el promedio de los diámetros y DI es el diámetro inicial después de retirar el molde o tronco de cono.

**Figura 15:** Medición de los diámetros de fluidez



**Fuente:** Propia, 2021

### **G) Retención de agua (NCH 2259)**

La retentividad del mortero se realiza siguiendo los procedimientos de la norma chilena NCH 2259, para lo cual se utiliza el aparato de flujo, para realizar mediciones de consistencia en 2 tiempos uno inicial y luego de que la mezcla de mortero se haya colocado en el equipo de vacío, calibrado a un vacío de 51 mm de mercurio durante un minuto con la finalidad de extraer una parte del agua del equipo de vacío, para poder acelerar la fragua del mortero. La división entre la fluidez final y la inicial es la retentividad del mortero expresado en porcentajes.

Dado que no se contaba con el equipo de vacío, se tomó referencia de metodología empírica adoptada por: (Rivas Eliana, 2019 - Pág. 14, 15), para poder determinar la retentividad utilizando la mesa de flujo, se sigue los pasos de ensayo de consistencia con la diferencia de que la mezcla se deja reposar en intervalos de tiempo de 5, 10, 15 y 20 minutos al aire libre y se calcula la consistencia para cada tiempo. Para poder detallar el procedimiento una vez llenado la mezcla en el tronco de cono, apisonado, retirado el molde, realizado el ensayo de golpes ni bien terminado este último paso se mide el diámetro del mortero, el cual sería el diámetro inicial para ensayo de retentividad, en el tiempo 0 minutos, luego se retira la mezcla a un recipiente se espera que pase 5 minutos y luego se regresa la misma mezcla al tronco de cono, se sigue los mismos procedimientos anteriores y se calcula la consistencia para cada tiempo lo cual vendría ser la retentividad, es

probable que la fluidez disminuya por la pérdida de humedad en el tiempo, si bien este valor no representa la retentividad propiamente, sin embargo, ofrece una idea de cómo cambia la consistencia en cada intervalo de tiempo, el ensayo se debe realizar en un mismo horario.

**Figura 16:** Procedimiento de ensayo de retentividad



**Fuente:** Propia, 2021

#### **H) Resistencia a la compresión (NTP 334.051)**

Para determinar la resistencia a la compresión se elaboran probetas cúbicas de 5cm de lado, al vaciar la mezcla se debe apisonar 8 golpes en las 4 capas de apisonado, luego se debe retirar las probetas de los moldes para sumergir al agua hasta que cumpla los 7, 14 y 28 días para determinar la resistencia a la compresión, ver la fig. N° 17.

**Figura 17:** Curado de muestras cubicas para ensayo de compresión



**Fuente:** Propia, 2021

**I) Resistencia a la adherencia por tracción directa (ASTMC-952-02)**

Este ensayo consiste en formar testigos de dos unidades de albañilería asentadas con mortero de 1.5 cm de junta en forma perpendicular, los cuales se dejan curar durante los 28 días al aire libre bajo sombra, la resistencia a la adherencia se midió a través de la fuerza de la gata necesaria para separar el ensamblaje conformado por dos unidades pegadas con mortero, las muestras se pueden observar en la fig. N°18.

**Figura 18:** Muestras de testigos de unidad de albañilería



*Fuente: Propia, 2021*

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

Según: Hernández, (2014, p.200) nos dice que al analizar los datos debemos tener en cuenta que los modelos estadísticos son solo una representación de la realidad y no la realidad en sí en la investigación.

Para que el presente tema de estudio se opta por usar el siguiente procedimiento de estudio:

- Recopilación de la información: En esta parte se realiza la recolección de toda la información de campo, bibliográfica, laboratorio u observación directa necesaria para el avance y desarrollo de la investigación.
- Trabajos en campo: Esta etapa comprende la parte de los trabajos “In Situ” o campo, como son la recolección de la fibra de Stipa Ichu del lugar designado.
- Etapa de gabinete: En esta sección se realiza el procesamiento de datos e información relevante; Por ello, en la presente investigación se tendrán los resultados de dos fuentes que cuentan con los instrumentos confiables, los cuales, ayudarán a generar los resultados correspondientes para una posterior confirmación o contrastación de la hipótesis de la investigación.

### **3.7 Aspectos éticos**

Durante el desarrollo de la presente investigación se tomó referencia a diferentes autores que desarrollaron temas referidos a la presente investigación para lo cual se realizó citas textuales según la norma APA, así mismo se trabajó con el esquema propuesto por la Universidad Cesar Vallejo.

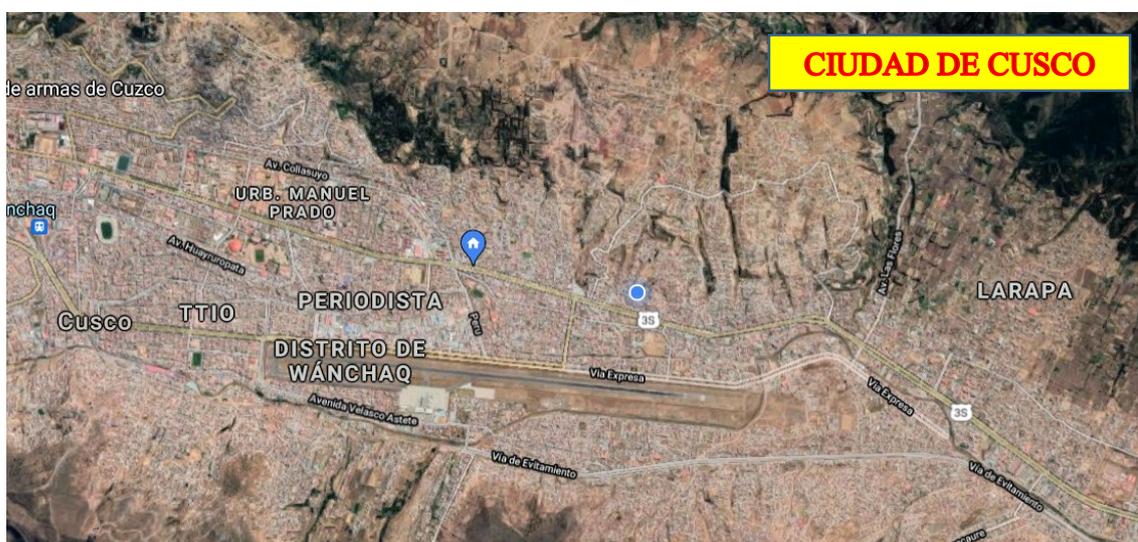
#### IV. RESULTADOS

En el presente capítulo se exponen y se interpretan los resultados de la presente investigación en base a las informaciones recopiladas mediante las técnicas e instrumentos que se recurrió, así mismo los resultados obtenidos en los laboratorios, los cuales se plasmaran en tablas, figuras en este capítulo.

Así mismo para la obtención de resultados para el ensayo de retentividad se recurrió a la aplicación de una metodología emperica adoptada por investigadores anteriores esto debido a que no se contaba con el equipo de bomba de vacíos en la ciudad de Cusco y que las instituciones superiores en este momento de pandemia se encuentran cerradas.

El presente estudio sobre el diseño de un mortero en albañilería confinada con adición de ceniza de stipa ichu, se realizó en la ciudad de Cusco, para lo cual detallo su ubicación.

**Figura 19:** Mapa satelital de la ciudad de Cusco



**Fuente:** Propia, 2021

La Fig. N°19 muestra la ciudad de Cusco que se encuentra muy poblado y la mayoría de las viviendas son de material noble, el distrito de Cusco se encuentra en el departamento del mismo nombre, que está ubicado en el sureste del Perú y limita con los siguientes departamentos por el:

Norte : Con los departamentos de Junín y de Ucayali,

Este : Con Madre de Dios,

Sureste: Con Puno, al sur con Arequipa y

Oeste : Con Apurímac y Ayacucho

#### 4.1 Propiedades físicas de agregado

##### a) Análisis granulométrico (NTP 400.012)

Se realizó el análisis granulométrico siguiendo los procedimientos de la NTP 400.012, la arena seleccionada fue de dos tipos uno del rio de Pisac (arena Cunyac) y otra arena gruesa de la cantera Vicho, la granulometría se realizó para cada tipo de arena propuesto y un tercer ensayo con la combinación de ambas arenas.

**Figura 20:** Ensayo de tamizado de granulometría de arena



Fuente: Propia, 2021

Los resultados obtenidos del laboratorio detallaremos en las siguientes tablas y figuras para cada ensayo.

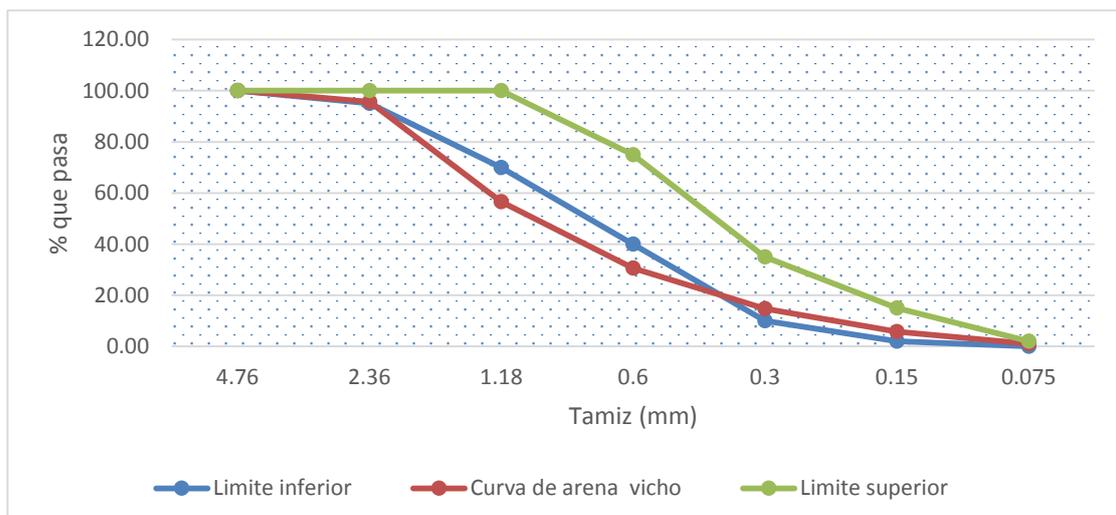
**Tabla N° 10:** Análisis granulométrico del agregado vicho

CANTERA		ARENA GRUESA DE "VICHO"				
PESO INICIAL DE LA MUESTRA			1162.33			
Tamiz	AASHTO T-27 (mm)	Peso retenido (gr.)	% Peso retenido parcial	% Retenido acumulado	% pasante acumulado	NTP E: 0 70
3/8"	9.525	0	0		100 - %A	
N° 4	4.760	0	0	0	0	100
N° 8	2.360	50	4.30	4.30	95.7	95- 100
N° 16	1.180	455	39.15	43.45	56.55	70 - 100
N° 30	0.600	301.48	25.94	69.39	30.61	40 - 75
N° 50	0.300	184.19	15.85	85.24	14.76	10 a 35
N° 100	0.150	104.95	9.03	94.27	5.73	2 a 15
N° 200	0.075	55.05	4.74	99.01	0.99	menos de 2
FONDO		11.5	0.99	100		
TOTAL		1162.17	100.00			

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

De la tabla N° 10 se tiene los resultados de granulometría de arena de vicho, se observa que para el tamiz N° 16 y N° 30 el porcentaje pasante acumulada es 56.55% y 30.55 %, según la NTP E.070 indica que el porcentaje de pasante para el tamiz N° 16 debe estar en 70 a 100 % y para tamiz N° 30 debe ser de 40% A 75%, lo cual no está dentro de los límites inferior y superior que la norma exige. Es por ello en la fig. N° 21, la curva de arena vicho de color rojo para dichos puntos esta fuera de los límites.

**Figura 21:** Curva granulométrica de arena de Vicho



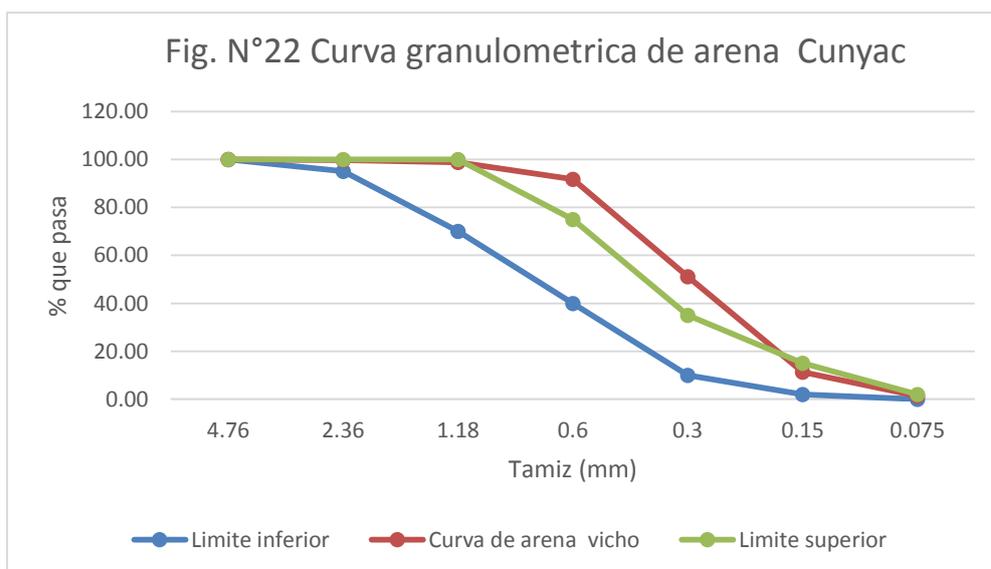
**Fuente:** Elaboración propia, 2021

**Tabla N° 11:** Análisis granulométrico de arena de Cunyac

CANTERA		ARENA GRUESA DE "CUNYAC"				
PESO INICIAL DE LA MUESTRA			580.20			
Tamiz	AASHTO T-27 (mm)	Peso retenido (gr.)	% Peso retenido parcial	% Retenido acumulado	% pasante acumulado	NTP E: 0 70
3/8"	9.525	0	0		100 - %A	
N° 4	4.760	0	0	0	0	100
N° 8	2.360	1.58	0.27	0.27	99.73	95- 100
N° 16	1.180	5.27	0.91	1.18	98.82	70 - 100
N° 30	0.600	41.18	7.09	8.27	91.73	40 - 75
N° 50	0.300	235.65	40.60	48.87	51.13	10 a 35
N° 100	0.150	230.77	39.75	88.62	11.38	2 a 15
N° 200	0.075	58.4	10.06	98.68	1.32	menos de 2
FONDO		7.64	1.32	100		
TOTAL		580.49	100.00			

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

De la tabla N° 11 se tiene los resultados de granulometría de arena de Cunyac, se observa que para el tamiz N° 30 y N° 50 el porcentaje pasante acumulada es 91.73% y 51.13 %, según la NTP E.070 indica que el porcentaje de pasante para el tamiz N° 30 debe estar en 40 a 75 % y para tamiz N° 50 es de 10% a 35%, lo cual no está dentro de los límites inferior y superior que la norma exige. Es por ello en la fig. N° 22, la curva de arena Cunyac de color rojo para dichos puntos está fuera de los límites.



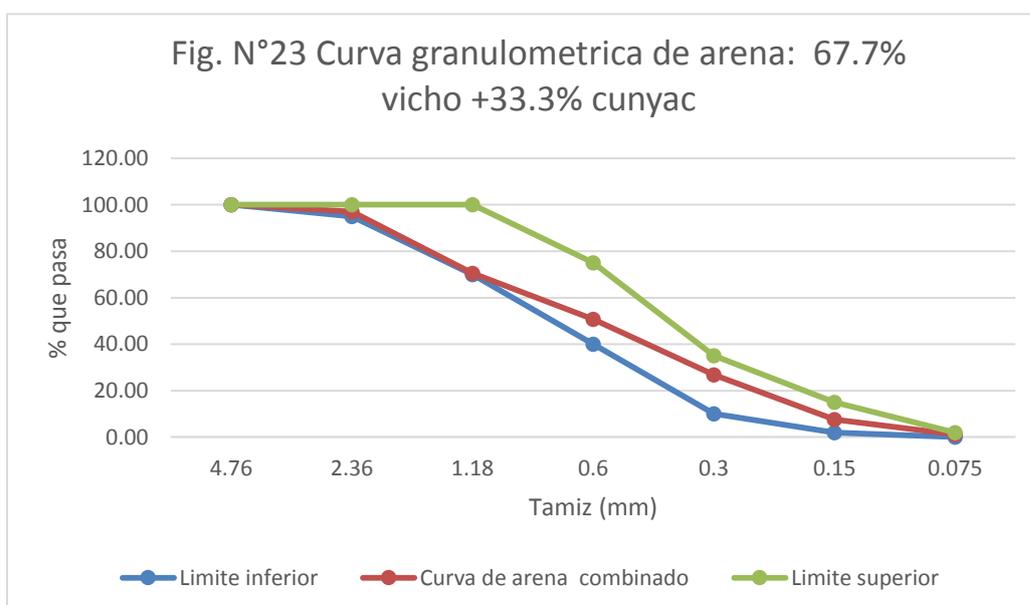
**Fuente:** Elaboración propia, 2021

De la fig. N°21 y 22 la granulometría de arena de Cunyac y Vicho no cumplen los requisitos que exige la norma E. 070 por ello se realiza una combinación entre las dos arenas, el resultado que este dentro de los parámetros es con 66.7% % de arena de Vicho y 33.3% de arena de Cunyac lo cual se verifica en la tabla N° 12 y la Fig. N°23.

**Tabla N° 12:** Análisis granulométrico de arena de Vicho + Cunyac

AGREGADO FINO		66.7% % de arena de Vicho y 33.3% de arena de Cunyac				
PESO INICIAL DE LA MUESTRA			970.18			
Tamiz	AASHTO T-27 (mm)	Peso retenido (gr.)	% Peso retenido parcial	% Retenido acumulado	% pasante acumulado	NTP E: 0 70
3/8"	9.525	0	0	0	100 - %A	
N° 4	4.760	0	0	0	0	100
N° 8	2.360	34.02	2.97	2.97	97.03	95- 100
N° 16	1.180	306.59	26.53	29.50	70.50	70 - 100
N° 30	0.600	215.58	19.72	49.22	50.78	40 - 75
N° 50	0.300	201.17	24.02	73.24	26.76	10 a 35
N° 100	0.150	146.47	19.17	93.41	7.59	2 a 15
N° 200	0.075	56.16	6.49	98.90	1.10	menos de 2
FONDO		10.23	1.10	100		
TOTAL		970.22	100.00			

**Fuente:** Elaboración propia



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

## **Módulo de fineza**

Es la medida de los tamaños o finura de los agregados, se calcula sumando los porcentajes retenidos acumulados en las mallas N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100, divididos por 100. Con lo cual obtenemos que el módulo de finura para el presente estudio es de 2.47

## **Interpretación**

De la fig. N° 23 se puede deducir que para el diseño de mortero se optara con los porcentajes de 66.7% de arena de Vicho y 33.3% de arena de Cunyac ya que los porcentajes que pasa la malla según la norma E: 070 se encuentran dentro de los valores de límite inferior y superior, se realizó esta combinación por que la granulometría la arena de vicho y Cunyac independientemente no cumplen con los límites establecidos ver Fig. 21 y Fig. 22, así mismo el módulo de finura según la norma debe estar entre los rangos de 1.6 a 2.5, el valor calculado es 2.47 lo cual indica que está dentro de los rangos, así mismo la suma de porcentajes de 2 mallas consecutivas no debe ser mayor que 50%, el mayor valor es 46,25 que viene hacer la suma de malla N°16 y N° 30 según % porcentaje de peso retenido parcial.

## **b) Peso unitario y compactado (NTP 400.017, ASTM C29)**

El ensayo tiene el objetivo determinar el peso unitario suelto de la arena global propuesta y su peso unitario compactado que se realiza mediante una compactación para que las partículas se puedan acomodarse mejor, a su vez esto aumenta en peso, tal como se puede ver en la tabla N°13.

**Figura 24:** Ensayo de tamizado de granulometría de arena



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

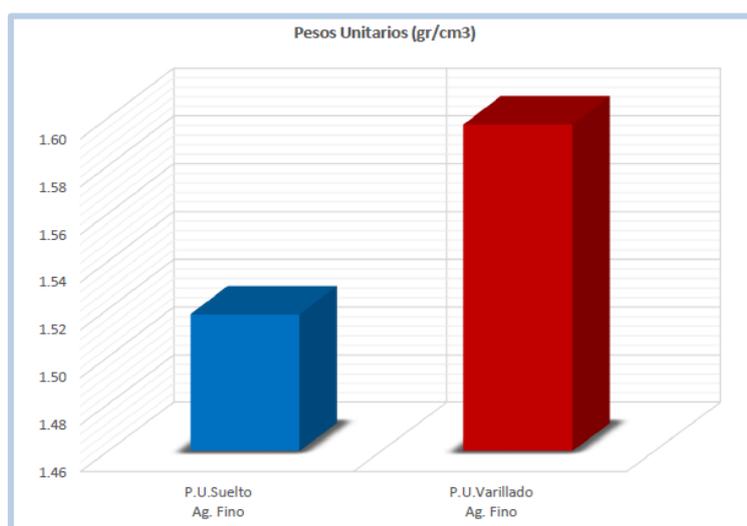
**Tabla N° 13:** Peso Unitario y Compactado de arena de Vicho + Cunyac

Peso Unitario y Compactado de agregado fino global de 66.7% de arena de Vicho y 33.3% de arena de Cunyac				
Agregado fino	Peso Unitario Suelto		Peso Unitario Varillado	
	M1	M2	M3	M4
Diámetro de molde (cm)	10.21	10.22	10.21	10.22
Altura de molde (cm)	11.71	11.71	11.71	11.71
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	959.0	960.9	959.0	960.9
Peso de molde (gr.)	3468.9	3468.9	3468.9	3468.9
Peso del molde + muestra (gr.)	4923.7	4928	5005.4	4998.8
Peso de la muestra (gr.)	1454.8	1459.1	1536.5	1529.9
Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	1.517	1.518	1.602	1.592
Densidad promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1.518		1.597	
Rango* (gr/cm <sup>3</sup> )	0.002		0.010	

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

En la tabla N°13 se observa los resultados de peso unitario suelto de 1.518 gr/cm<sup>3</sup> y peso compactado o varillado, 1.597 gr/cm<sup>3</sup>, y su grafica en la Fig. N° 25

**Figura 25:** Grafica de Barra de peso unitario y compactado



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

## Interpretación

Al comparar los resultados de peso unitario suelto y peso unitario compactado hay una pequeña diferencia de 0.079 gr/cm<sup>3</sup>, esto debido a que la arena fina seca se acomoda mejor ya que son partículas muy pequeñas por ende la cantidad de vacíos es menor al comparar los resultados.

### c) Peso específico y absorción (NTP 400.022)

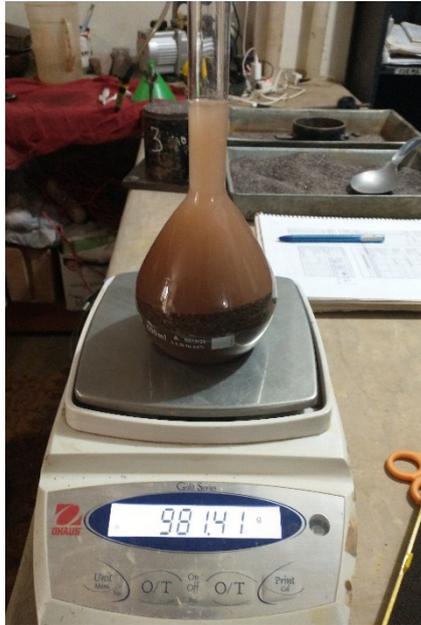
**Tabla N° 14:** Peso específico y absorción de arena de Vicho + Cunyac

Muestra de arena de Vicho y Cunyac (2:1)	Peso	Unidad
Número de picnómetro		
Peso del picnómetro + agua a temp. de ensayo	669.73	gr.
Peso del picnómetro + muestra + agua	981.35	gr.
Temperatura de ensayo del agua	17.20	(°C)
Peso de la muestra sumergida	311.62	gr.
Peso de la muestra saturada con sup. seca	500.02	gr.
Peso del contenedor	71.63	gr.
Peso del contenedor + muestra seca	567.35	gr.
Peso de la muestra seca	495.72	gr.
Peso del agua desplazada	188.40	gr.
Peso del agua despl. por sólidos y vacíos inacces.	184.10	gr.
Densidad del agua a temperatura de ensayo	0.99874	gr./cm <sup>3</sup>
Volumen del agua desplazada	188.64	(cm <sup>3</sup> )
Volumen de sólidos y vacíos inaccesibles	184.33	(cm <sup>3</sup> )
Peso Específico de masa	2.628	(gr./cm <sup>3</sup> )
Peso Específico Saturado	2.651	(gr./cm <sup>3</sup> )
Peso Específico Aparente	2.689	(gr./cm <sup>3</sup> )
Absorción	0.87	%

Fuente: Elaboración propia

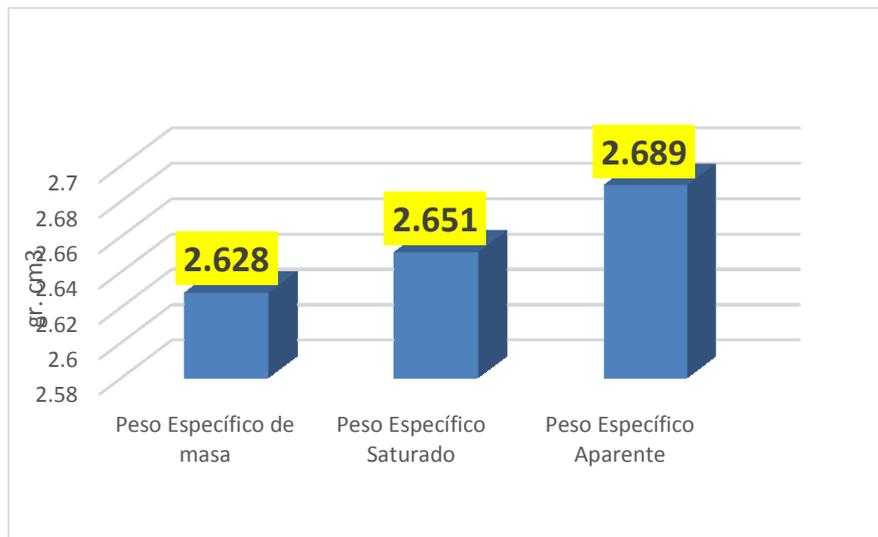
En la tabla N° 14 se detalla los resultados de peso específico de la arena fina combinada de Vicho 66.7% + Cunyac 33.3%

**Figura 26:** Determinación de peso específico



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

**Figura 27:** Peso Específico de arena Vicho 66.7% y Cunyac 33.3%



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

## Interpretación

De la figura N° 27 se puede apreciar que el peso específico de la masa es 2.628 gr./cm<sup>3</sup>, peso específico saturado es 2.651 gr./cm<sup>3</sup> y peso específico aparente es 2.689 gr./cm<sup>3</sup>

### d) Contenido de Humedad (NTP 339.185)

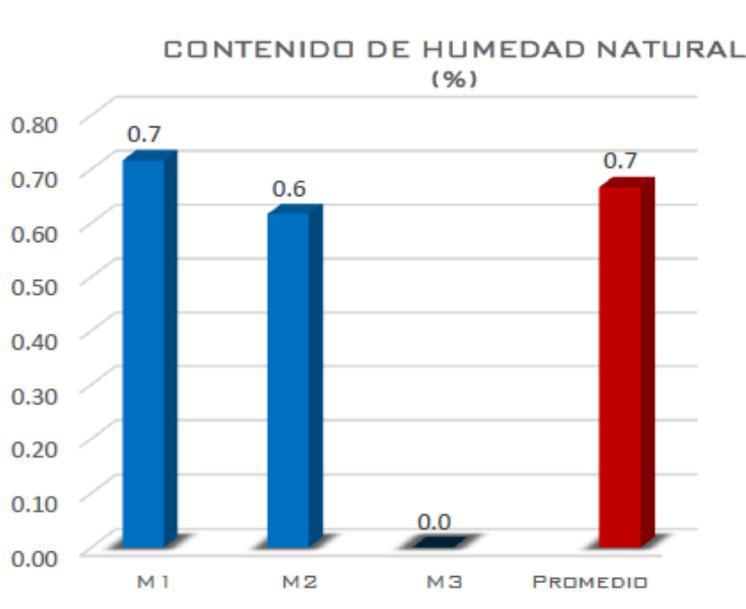
**Tabla N° 15:** Humedad de arena de Vicho 66.7% + Cunyac 33.3%

MUESTRA	M1	M2	UNIDAD
Peso del contenedor	22.15	22.43	gr.
Peso del contenedor + Suelo Húmedo	119.20	126.87	gr.
Peso del contenedor + Suelo Seco	118.51	126.23	gr.
Peso de Agua	0.69	0.64	gr.
Peso del suelo seco	96.36	103.80	gr.
Contenido de humedad	0.72	0.62	%
Variación respecto a la media *	7.5%	7.5%	

Fuente: Elaboración propia, 2021

La variación respecto de la media de cada muestra debe ser menor al 7.8 % para cumplir con la precisión exigida por el MTC.

**Figura 28:** Contenido de humedad de arena Vicho 66.7% + Cunyac 33.3%



Fuente: Elaboración propia, 2021

## Interpretación

De la fig. N° 28, se puede apreciar el contenido de humedad para la M1 0.7% y para la M2 ES 0.6%, entonces el contenido de humedad promedio será 0.65%, aproximando el resultado sería 0.7%.

## Resumen de Características físicas del agregado fino

**Tabla N° 16** Resumen de Características físicas del agregado fino

Características	Cantidad	Unidad
Peso Específico Seco	2.628	gr./cm <sup>3</sup>
Peso Específico Saturado	2.651	gr./cm <sup>3</sup>
Peso Específico Aparente	2.689	gr./cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	1.597	gr./cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto	1.518	gr./cm <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción	0.87	%
Humedad	0.7	%
Peso específico de ceniza	1.98	gr./cm <sup>3</sup>
Absorción natural de ceniza	4.98	%
Humedad de ceniza	2.57	%

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

### 4.2. Diseño de mortero:

Las normas utilizadas para el diseño: NTP 334.057 sobre la consistencia de mortero, NTP 334.003 dosificación, la resistencia a la compresión del estudio diseñada fue 125kg/cm<sup>2</sup> ya que es un mortero ideal por su resistencia, trabajabilidad y economía, para el presente diseño de mortero se tomó referencia de base, el diseño de mortero propuesto por Sánchez (2001, pág. 311 a 317), la misma que hace uso de referencia de normas e indica que para efectuar el diseño de mortero se realizan los siguientes pasos.

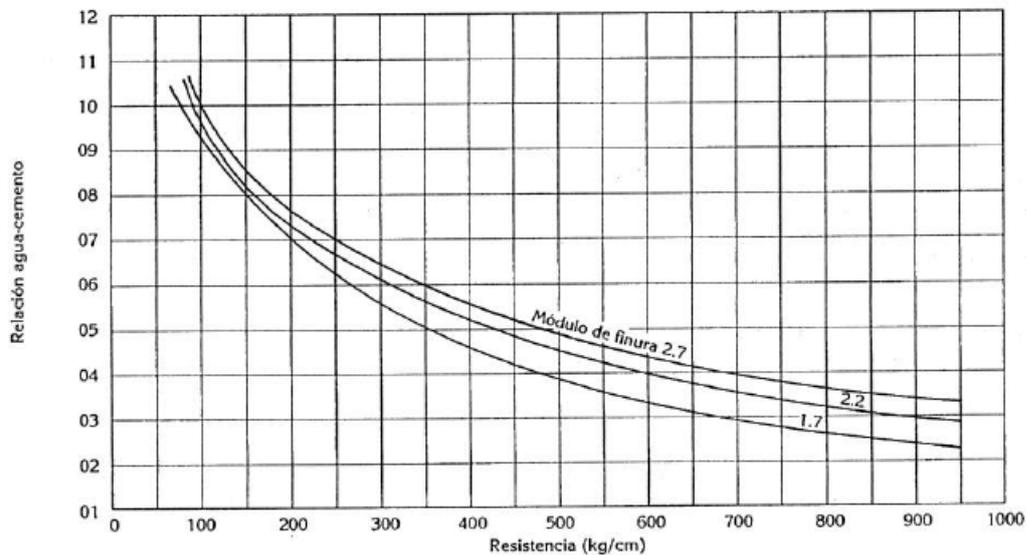
#### 4.2.1. Determinación de agregado fino

La arena que cumple el análisis granulométrico para agregado fino es 66.7% de arena de Vicho y 33.3% de arena de Cunyac así mismo al observar en forma directa la textura y forma de arena global tiene de angularidad y rugosidad los cuales se debe tener en cuenta que; para el diseño del ensayo granulométrico deben ser lavados y sin materia orgánica ver la fig. N° 4 la letra (a) corresponde a la arena de Cunyac y (b) arena de cantera Vicho.

#### 4.2.2. Determinación de relación agua - cemento

La relación agua – cemento, determina la resistencia a la compresión, la adherencia así mismo la consistencia ideal del mortero entre otras propiedades. Por ello debido a los diferentes tipos de arena y cemento que existe en cada zona, es necesario desarrollar la correspondencia entre la resistencia y relación agua/cemento para materiales a usarse, ver. Fig. N° 29.

**Figura: N° 29:** Correspondencia de Relación agua – cemento y resistencia a la compresión para morteros hechos con cemento portland tipo I y arena de forma angular y textura rugosa



**Fuente:** tecnología de concreto y mortero: (Sánchez, 2001, pág. 313)

#### 4.2.3. Selección de la consistencia

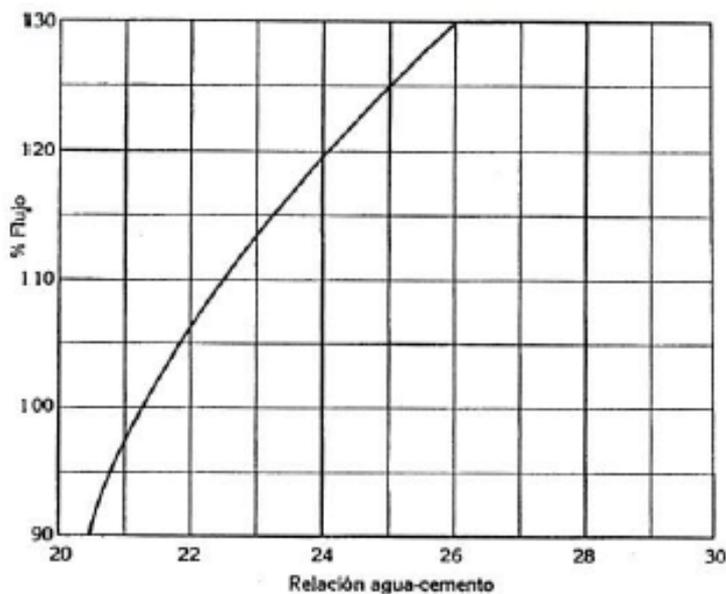
El (%) de fluidez de mortero para albañilería confinada es media plástica que fluctúa entre los rangos de 105 a 115, según la norma ASTM C-270, es muy importante considerar este aspecto ya que la trabajabilidad es una de las propiedades que facilita al operario el fácil manejo de la mezcla al momento de asentar las unidades de albañilería

#### 4.2.4. Prueba de ensayo error

Para determinar el requerimiento de agua se realiza prueba de ensayo error es el proceso más largo, utilizando 1440g de arena fina según la norma ASTM C270 -10 y teniendo como referencia la Fig. N°29, ya que la arena gruesa requiere menos cantidad de agua que arena fina, también esta relación varía según el contenido de cemento. El requerimiento de agua aumenta de acuerdo al tamaño de angularidad de la arena y los que tengan forma redondez necesitan menos agua, para una consistencia determinada se puede expresar matemáticamente mediante la ecuación siguiente: Sánchez, (2001, pág. 314)

$\frac{A}{C} = kebn$ , dónde: A/C es relación agua cemento, n es la proporción de la mezcla, b es un factor que relaciona la consistencia requerida, según el módulo de finura, forma y textura de la arena ver la tabla N° 17, e = 2.7183 y k se obtiene de los ensayos de prueba de error que se confeccionan varias pastas con el cemento a usar, cada uno con diferente contenido de agua, con el objetivo de encontrar la consistencia ideal para construir una gráfica (ver Fig. N° 30), para lo cual se utiliza la mesa de flujo, cumpliendo los procedimientos, Sánchez, (2001, pág. 314)

**Figura: N° 30:** Relación entre el % de fluidez y relación agua - cemento



**Fuente:** tecnología de concreto y mortero: (Sánchez, 2001, pág. 314)

Para obtener el valor de “b” se busca en la tabla N° 17, con el resultado de módulo de finura determinado en el estudio de granulometría que en este caso es de 2.5 pero este valor no se encuentra en la tabla así que tenemos que interpolar para una consistencia plástica de 110% y la arena tiene características angulares y rugosas.

Interpolando	
2.2	0.2947
2.5	b
2.7	0.2879

Luego:

$$\frac{2.7 - 2.5}{0.2879 - b} = \frac{2.7 - 2.2}{0.2879 - 0.2947}$$

$$b = 0.2906$$

**Tabla N° 17** Valores de “b” para distintas consistencias y módulos de finura de la arena

consistencia	Módulo de finura	Arena de granos redondos y lisos		Arena de granos angulares y rugosos
Seca (90%)	1.7	0.3293		0.3215
	2.2	0.3110		0.3028
	2.7	0.2772		0.2930
	3.2	0.2394		0.2494
Plástica (110%)	1.7	0.3242		0.3238
	2.2	0.3033		0.2947
	2.7	0.2734		0.2879
	3.2	0.2368		0.2477
Fluida (130%)	1.7	0.3172		0.3216
	2.2	0.2927		0.3003
	2.7	0.2687		0.2949
	3.2	0.2340		0.2629

**Fuente:** Tecnología de concreto y mortero: (Sánchez, 2001, pág. 315)

#### 4.2.5. Determinación de la proporción 1: n

La proporción volumétrica 1: n se calcula con la ecuación siguiente:

$$n = \frac{\ln\left(\frac{A}{C}\right) - \ln(K)}{b}$$

$$n = \frac{\ln(0.89) - \ln(0.235)}{0.2906} = 4.58$$

Dónde: “n” es la cantidad de arena a considerar, A/C es la relación agua cemento  
 “ln” logaritmo natural, “b” valor de interpolación para una consistencia de arena de  
 granos de angulares y rugosos, “K” es el valor de la relación agua- cemento  
 según la fig. N° 30

#### 4.2.6. Cálculo de contenido de cemento

$$C = \frac{1000}{\frac{1}{Gc} + \frac{n}{Ga} + A/C} \quad C = \frac{1000}{\frac{1}{2.8} + \frac{4.58}{2.69} + 0.89} = 339.01 \text{ kg/cm}^2$$

#### 4.2.7. Determinación de contenido de agua (A)

$$A = \left(\frac{A}{C}\right) * C$$

$$A = 0.89 * 339.01 = 301.72 \text{ Lit. /m}^3$$

#### 4.2.8. Determinación de contenido de arena (a)

$$a = n * C$$

$$a = 4.58 * 339.01 = 1552.67 \text{ Kg/cm}^2$$

#### 4.2.9. Ajustes por humedad de arena

La humedad relativa de la arena 0.7%, según la tabla N° 15, lo cual se resta al  
 momento de la dosificación de la mezcla

### 4.3. Ensayo de consistencia (NTP 334.057)

El ensayo de consistencia es muy primordial para el caso de asentamiento de unidades de albañilería ya que mezcla debe ser fácil manipulable por el operario al momento de asentar ladrillos y que tenga buena adherencia y fluidez, Para determinar dicha consistencia se ha seguido los procedimientos que se indica la NTP 334.057.

**Figura 31:** Ensayo de consistencia de mortero



**Fuente:** Propia, 2021

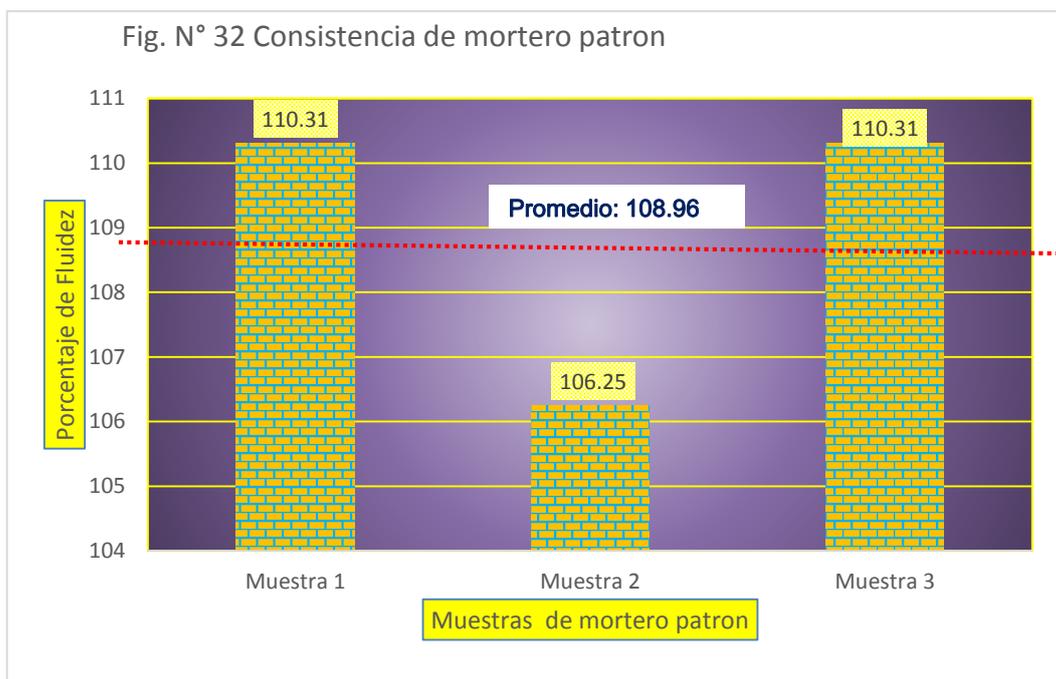
En la fig. N° 31 se aprecia la medición de los diámetros de mortero en 4 partes equidistantes para luego calcular el promedio, finalmente calcular el % de fluidez para cada muestra, ver tabla N° 18

**Tabla N° 18** Ensayo de Fluidez de mortero patrón

Dosificación: 1:4.58					
Mortero patrón	Arena	Cemento	Agua	Ceniza de ichu	Fluidez (%)
Muestra 1	4.58	1	0.89	0	110.31
Muestra 2	4.58	1	0.89	0	106.25
Muestra 3	4.58	1	0.89	0	110.31
Promedio de fluidez					108.96

**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

Con los datos de la tabla N° 18 se elaboró la gráfica de barras donde apreciamos que el promedio de fluidez de las 3 muestras es de 108.96% ver Fig. N° 32.



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

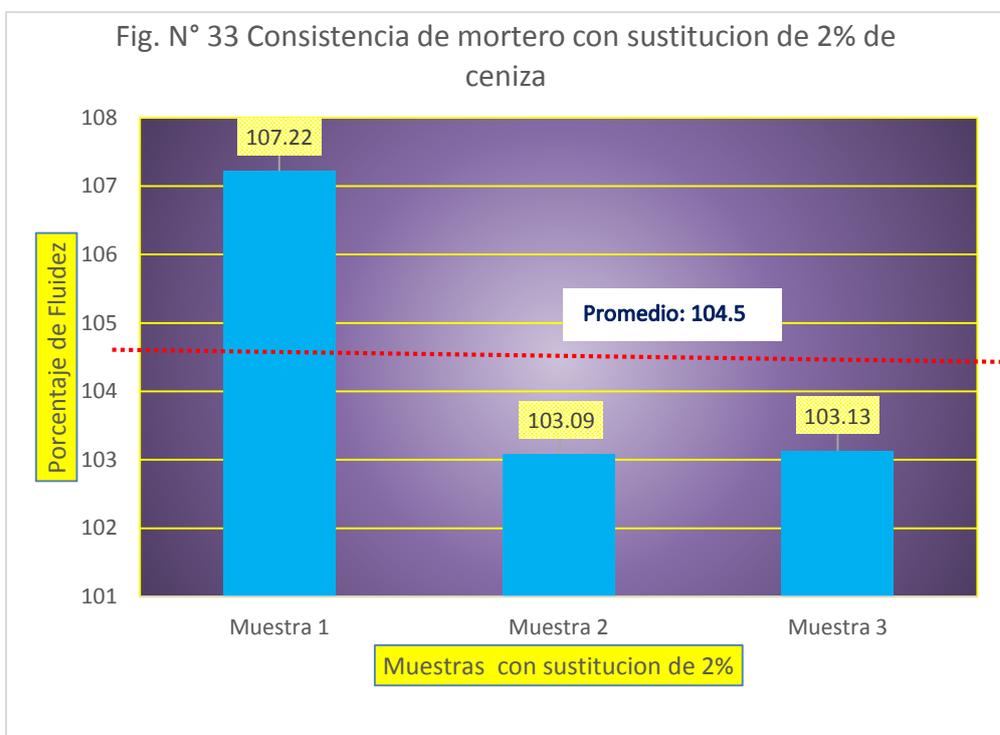
Enseguida se tiene el ensayo de fluidez de mortero con sustitución de 2% de cemento por ceniza de ichu, con una relación constante de agua y arena.

**Tabla N° 19** Ensayo de fluidez con sustitución de 2% de ceniza de Ichu

Dosificación: 1:4.58					
Muestras con sustitución con sustitución de 2% de cemento por ceniza de Ichu de 2%	Arena	Cemento	Agua	Ceniza de ichu	Fluidez (%)
Muestra 1	4.58	0.98	0.89	0.20	107.22
Muestra 2	4.58	0.98	0.89	0.20	103.09
Muestra 3	4.58	0.98	0.89	0.20	103.13
Promedio de fluidez					104.5

**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

Con los datos de la tabla N° 19 se elabora la gráfica de barras donde apreciamos que el promedio de fluidez para las 3 muestras es de 104.5% ver Fig. N° 33



**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

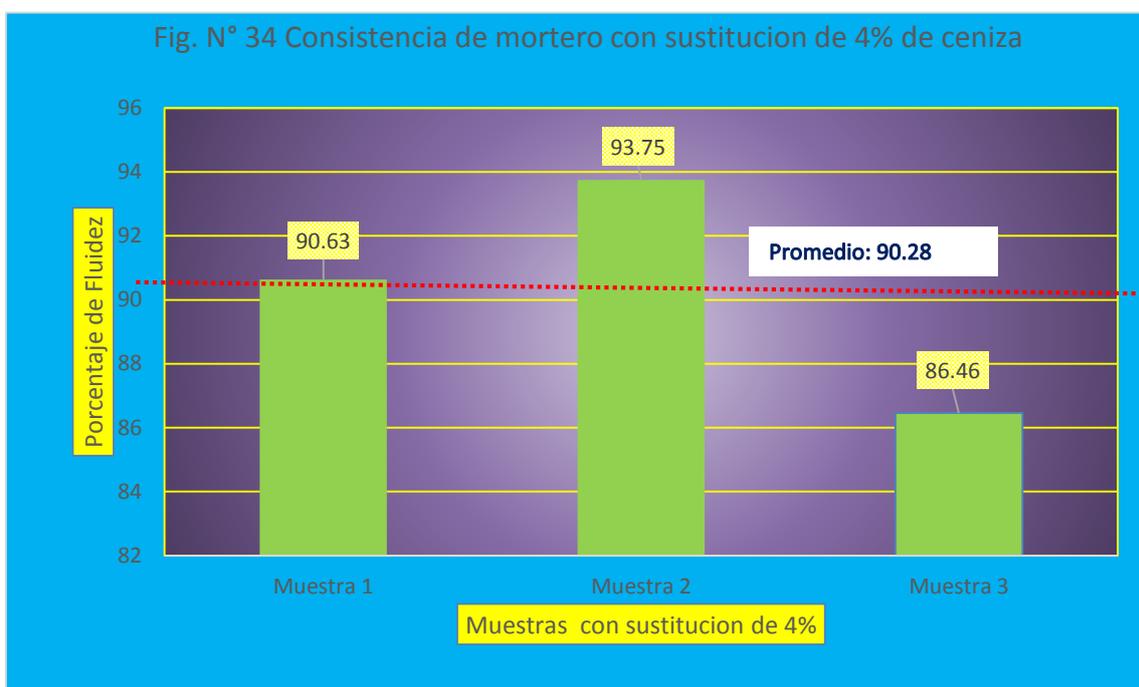
Así mismo se tiene el ensayo de consistencia de mortero con sustitución de 4% de cemento por ceniza de ichu, con una relación constante de agua y arena.

**Tabla N° 20** Ensayo de fluidez con sustitución de 4% de ceniza de Ichu

Dosificación: 1:4.58					
Mortero con sustitución de 4 % de cemento por ceniza de Ichu	Arena	Cemento	Agua	Ceniza de ichu	Fluidez (%)
Muestra 1	4.58	0.96	0.89	0.40	90.63
Muestra 2	4.58	0.96	0.89	0.40	93.75
Muestra 3	4.58	0.96	0.89	0.40	86.46
Promedio de fluidez					90.28

**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

Con los datos de la tabla N° 20 se elabora la gráfica de barras donde apreciamos que el promedio de fluidez de las 3 muestras es de 90.28% ver Fig. N° 34.



**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

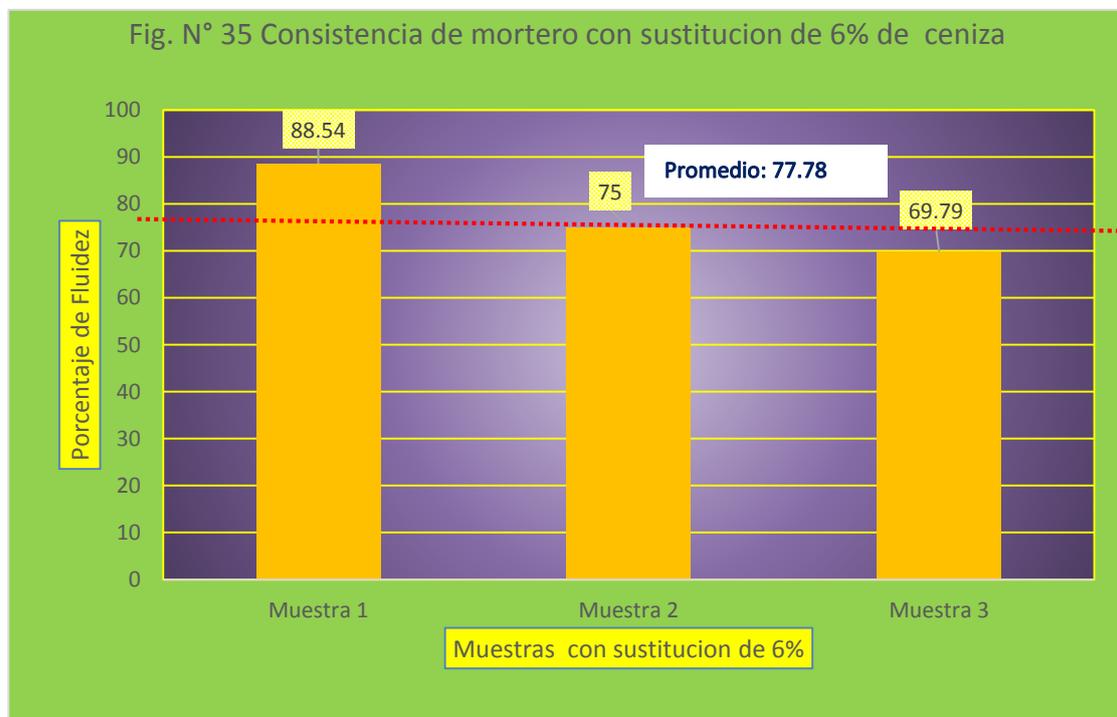
Por último, se tiene el ensayo de fluidez de mortero con sustitución de 6% de cemento por ceniza de ichu, con una relación constante de agua y arena.

**Tabla N° 21** Ensayo de fluidez con sustitución de 6% de ceniza de Ichu

Dosificación: 1:4.58					
Mortero con sustitución de 6 % de cemento por ceniza de Ichu	Arena	Cemento	Agua	Ceniza de ichu	Fluidez (%)
Muestra 1	4.58	0.94	0.89	0.60	88.54
Muestra 2	4.58	0.94	0.89	0.60	75.00
Muestra 3	4.58	0.94	0.89	0.60	69.79
Promedio de fluidez					77.78

**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

De la tabla N° 21 se elabora la gráfica de barras donde apreciamos que el promedio de fluidez de las 3 muestras es de 77.78% ver Fig. N° 35.



**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

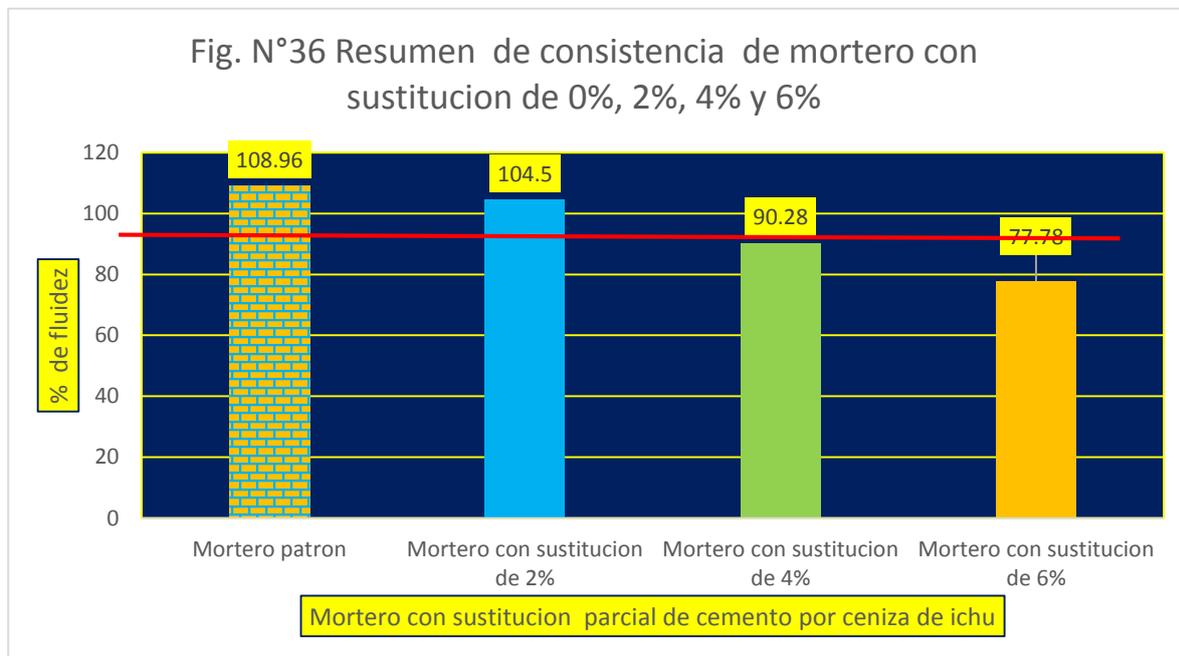
Como siguiente se tiene el resumen de los promedios de ensayo de consistencia de mortero con sustitución de 0%,2%, 4% y 6% de cemento por ceniza de ichu, con una relación constante de agua y arena.

**Tabla N° 22** Resumen de consistencia con sustitución de 0%,2%, 4% y 6%

Resumen de dosificación: 1:4.58						
Promedio de muestra	Arena	Cemento	Agua	Ceniza de ichu	Promedio de Fluidez (%)	Variación %
Mortero patrón	4.58	1	0.89	0.00	108.96	
Mortero con sustitución de 2%	4.58	0.98	0.89	0.20	104.5	-4.09
Mortero con sustitución de 4%	4.58	0.96	0.89	0.40	90.28	-17.14
Mortero con sustitución de 6%	4.58	0.94	0.89	0.60	77.78	-28.60

**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

De la tabla N° 22 se elabora la gráfica de barras donde apreciamos que el promedio de fluidez para cada sustitución de 2%,4%, y 6% ver Fig. N° 36.



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

### Interpretación

En la Fig. N° 36 en la gráfica de barras se observa el resumen de los promedios de fluidez, la consistencia de mortero patrón es de 108.96%, para morteros con sustituciones de 2%, 4% y 6% de cemento por ceniza de ichu es 104.5%, 90.28% y 77.78% respectivamente, con una disminución porcentual de 4.09 % , 17.14% y 28.60% respecto al mortero patrón para una dosificación volumétrica de 1:4.58 y una relación de A/C de 0.89., siendo la sustitución de 2% de cemento por ceniza de ichu, muestra una ligera disminución de 4.09%, pero se encuentra dentro de los parámetros de consistencia fluida de 105% a 115%, sin embargo según la NTP, la fluidez mínima es 80%, por lo cual se puede afirmar que si se puede reemplazar hasta 4% de cemento por ceniza.

#### 4.4. Ensayo de retentividad (NCH 2259)

El ensayo de retentividad de agua en el mortero es una propiedad del mortero fresco que se entiende como la capacidad que tiene el mortero para poder retener el agua durante el tiempo en que puede ser utilizado, la retentividad se determina mediante los procedimientos indicados en la norma técnica chilena NCH 2259. Dado por la situación de la pandemia no se contaba con un laboratorio con equipos de bomba de vacíos necesarios para poder determinar, se optó por una metodología empírica adoptado por (Rivas Eliana, 2019 - Pág. 14, 15), empleando el aparato de flujo y siguiendo los procedimientos que indica, para el presente estudio se realizara en intervalos de 5 minutos durante 20 minutos, dicho ensayo se realizara en un ambiente natural a la misma temperatura que fue de 16 °C para no tener la perdida de humedad diferente, los promedios de los diámetros obtenidos en cada intervalos de tiempo se compara con el promedio del diámetro inicial, luego se calcula el % de retentividad.

**Figura 37:** Ensayo de Retentividad de agua en el mortero



**Fuente:** Propia, 2021

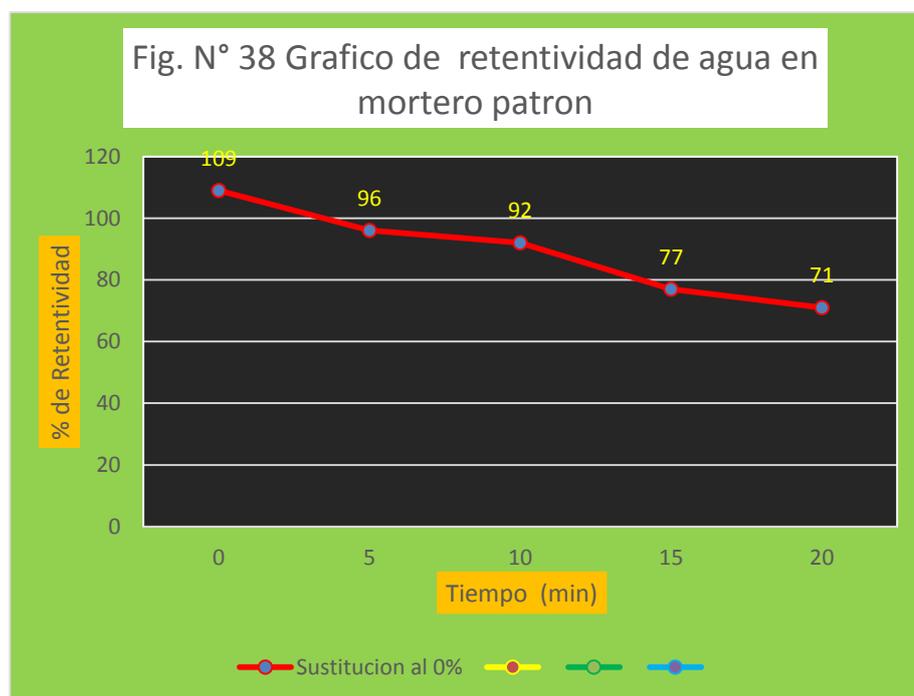
En la tabla N° 23 se observa los resultados de retención de agua en mortero patrón en intervalos de cada 5 minutos

**Tabla N° 23** Ensayo de Retentividad de mortero patrón

Dosificación: 1:4.58									
Mortero patrón	Arena	Cemento	Agua	Ceniza de ichu	Retentividad (%)				
					0 Minutos	5 Minutos	10 Minutos	15 Minutos	20 Minutos
0%	4.58	1	0.89	0.00	109%	96%	92%	77%	71%

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

Dela Tabla N° 23, se puede apreciar que la pérdida de humedad cada 5 minutos referente a la consistencia inicial es 11.93%, 15.6%, 29.36% y 34.86% respectivamente lo cual se puede apreciar en el grafico ver la Fig. N° 38



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

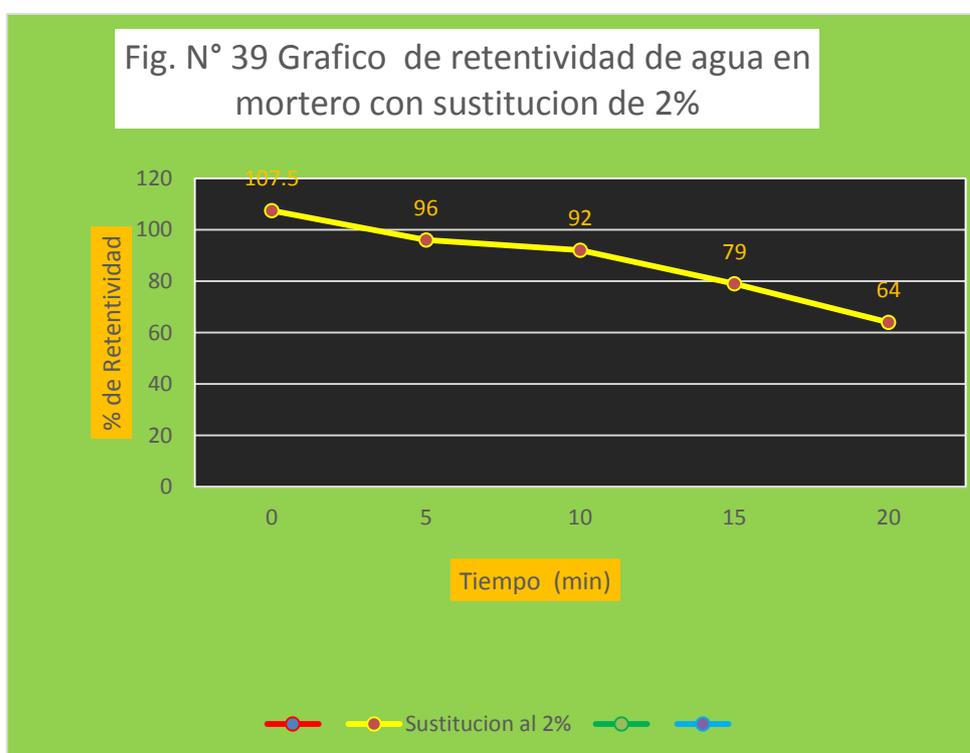
Enseguida tenemos en la tabla N° 24, los resultados de retención de agua en mortero con sustitución de 2% de cemento por ceniza de ichu en intervalos de cada 5 minutos

**Tabla N° 24** Ensayo de retentividad con sustitución de 2% de ceniza de ichu

Dosificación: 1:4.58									
Sustitución de cemento por ceniza de ichu al:	Arena	Cemento	Relación A/C	Ceniza de ichu	Retentividad (%)				
					0 Minutos	5 Minutos	10 Minutos	15 Minutos	20 Minutos
2%	4.58	0.98	0.89	0.2%	107.5%	96%	92%	79%	64%

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

Dela Tabla N° 24, se puede apreciar que la perdida de humedad cada 5 minutos la variación porcentual referente a la consistencia inicial con sustitución de 2% de cemento por ceniza de ichu es 10.7%, 14.42%, 26.51% y 40.47% respectivamente lo cual se puede apreciar en el grafico ver la Fig. N° 39



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

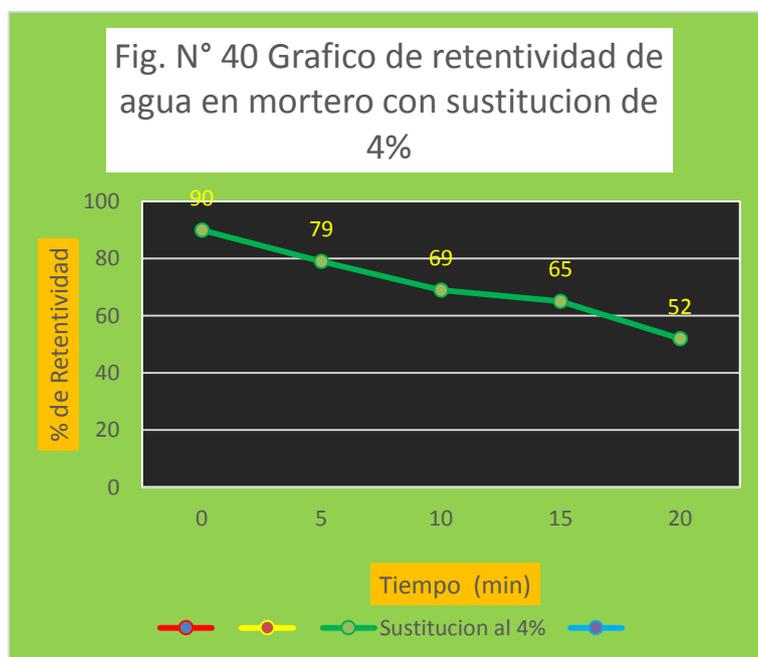
Enseguida tenemos en la tabla N° 25, los resultados de retención de agua en mortero con sustitución de 4% de cemento por ceniza de ichu en intervalos de cada 5 minutos

**Tabla N° 25** Ensayo de retentividad con sustitución de 4% de ceniza de ichu

Dosificación: 1:4.58									
Sustitución de cemento por ceniza de ichu al:	Arena	Cemento	Relación A/C	Ceniza de ichu	Retentividad (%)				
					0 Minutos	5 Minutos	10 Minutos	15 Minutos	20 Minutos
4%	4.58	0.96	0.89	0.4 %	90%	79%	69%	65%	52%

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

De la Tabla N° 25, se puede apreciar que la pérdida de humedad cada 5 minutos la variación porcentual referente a la consistencia inicial con sustitución de 4% de cemento por ceniza de ichu es 12.2%, 23.33%, 27.78% y 42.22% respectivamente lo cual se puede apreciar en el grafico ver la Fig. N° 40



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

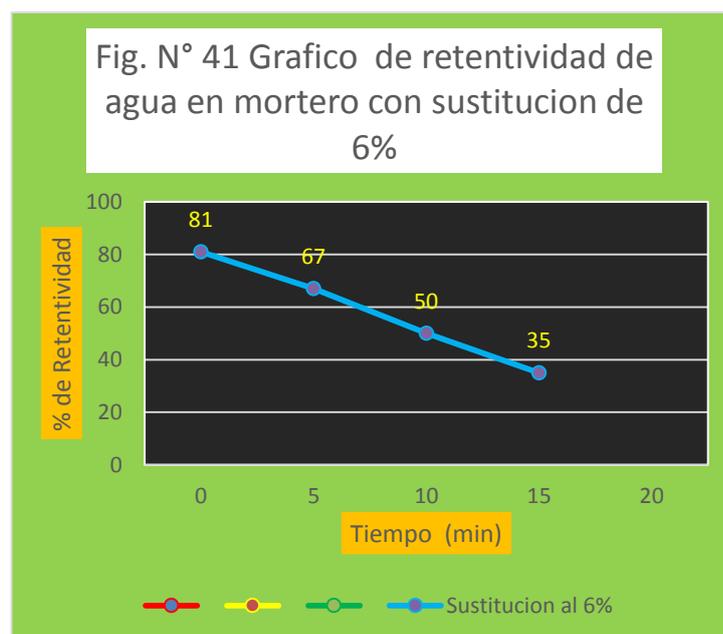
De la tabla N° 26, los resultados de retención de agua en mortero con sustitución de 6% de cemento por ceniza de ichu en intervalos de cada 5 minutos

**Tabla N° 26** Ensayo de retentividad con sustitución de 6% de ceniza de ichu

Dosificación: 1:4.58									
Sustitución de cemento por ceniza de ichu al:	Arena	Cemento	Relación A/C	Ceniza de ichu	Retentividad (%)				
					0 Minutos	5 Minutos	10 Minutos	15 Minutos	20 Minutos
6%	4.58	0.94	0.89	0.6 %	81%	67%	50%	35%	-

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

De la Tabla N° 26, se puede apreciar que la pérdida de humedad cada 5 minutos, la variación referente a la consistencia inicial con sustitución de 6% de cemento por ceniza de ichu es 17.28%, 38.27%, % y 56.79% respectivamente lo cual se puede apreciar en el grafico ver la Fig. N° 41.



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

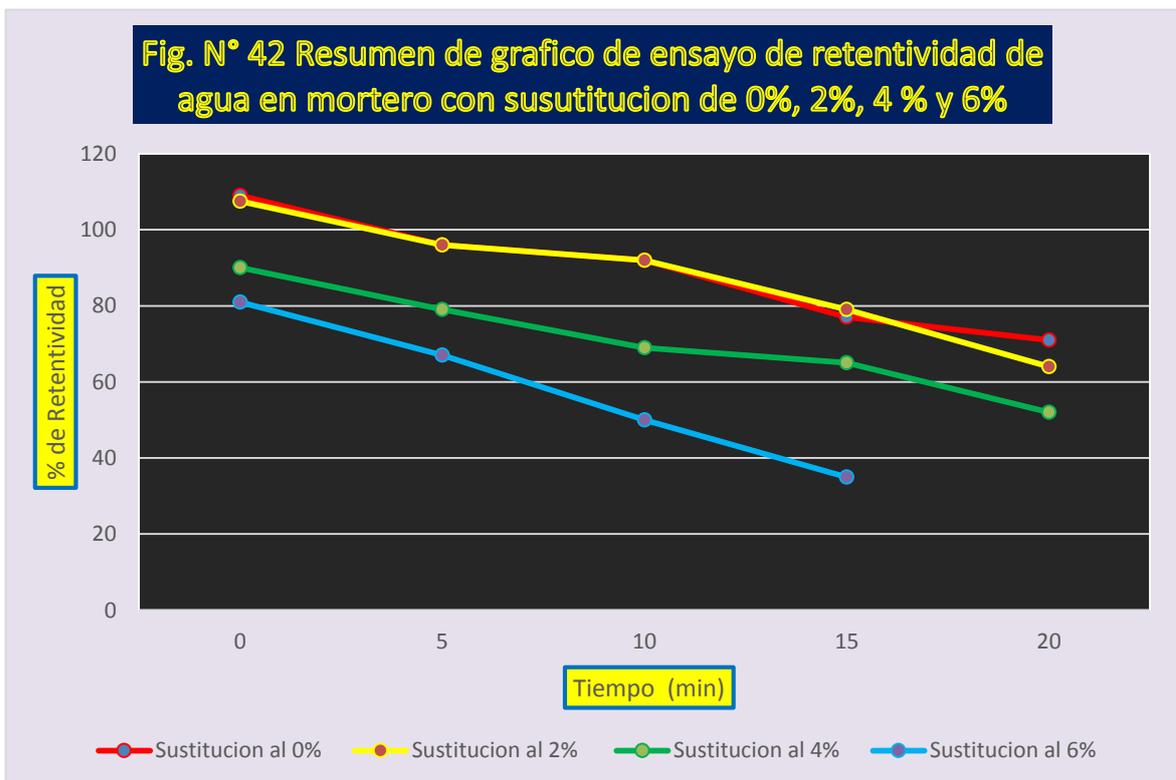
En la tabla N° 27, se observa el resumen de los resultados de retención de agua en mortero con sustitución de 0%,2%, 4% y 6% de cemento por ceniza de ichu en intervalos de cada 5 minutos.

**Tabla N° 27** Resumen de ensayo de retentividad de agua en mortero con sustitución de 2%,4%, 6% de ceniza de ichu.

Dosificación: 1:4.58									
Retención de agua con sustitución de ceniza de ichu al:	Arena	Cemento	Relación A/C	Ceniza de ichu	Retentividad (%)				
					0 Minutos	5 Minutos	10 Minutos	15 Minutos	20 Minutos
0%	4.58	1	0.89	0.0	109%	96%	92%	77%	71%
2%	4.58	0.98	0.89	0.2	107.5%	96%	92%	79%	64%
4%	4.58	0.96	0.89	0.4	90%	79%	69%	65%	52%
6%	4.58	0.94	0.89	0.6	81%	67%	50%	35%	-

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

Con los datos de la tabla N° 27, se elabora un gráfico estadístico de retentividad de agua en los morteros para cada sustitución ver fig. N°42



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

## Interpretación

En la Fig. N° 42 se observa que solamente para el mortero con sustitución de 2% de cemento por ceniza de ichu en el tiempo transcurrido de 10 minutos se encuentra por encima de la línea de 80% de retentividad de agua, en los de más casos de sustitución el mortero no tiene buena retención de agua esto debido a que la ceniza de ichu absorbe mayor cantidad de agua, esto puede dificultar la manejabilidad de la mezcla, ya que en el diseño propuesto la dosificación volumétrica es de 1:4.58 y una relación de A/C de 0.89. Por lo cual se recomienda reemplazo de hasta 2% de ceniza de ichu por cemento, sin embargo, el valor mínimo de retentividad según la ASTM C-270 -91a es 75%

### 4.5. Ensayo de resistencia a la compresión (NTP 334.051)

Para elaborar las muestras y luego determinar la resistencia a la compresión del Mortero, se preparó 36 cubos de 5cmx5cm de lado para los ensayos que se realizan a los 7 días, 21 días y 28 días de curado, según los procedimientos indicados en la NTP 334.051, lo cual pasare a detallar a continuación:

**Fig. N° 43 Maquina de ensayo de compresión de mortero**



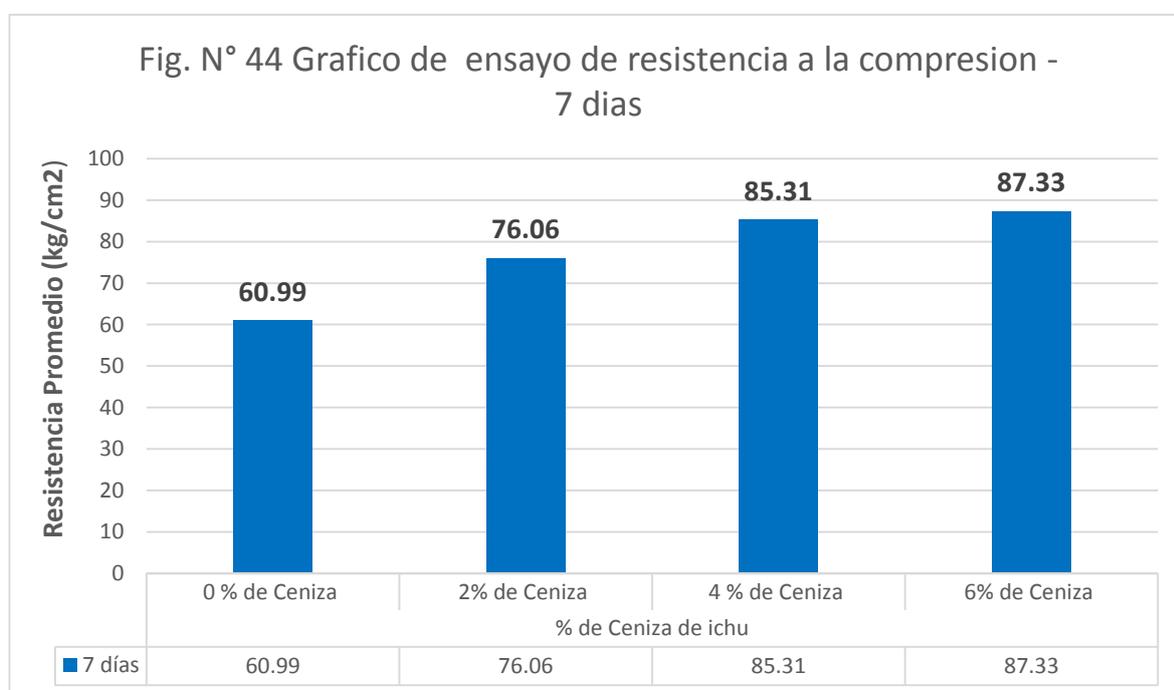
**Fuente:** Propia, 2021

**Tabla N° 28** Ensayo de resistencia a la compresión – 7 días curado

Dosificación	1: 4.58	Relación: A/C			0.89
Muestra	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )				
	Rc. 1	Rc.2	Rc.3	Rc. Promedio	
Mortero patrón	67.30	55.37	60.31	60.99	
Mortero con sustitución de 2%	72.02	82.38	73.77	76.06	
Mortero con sustitución de 4%	86.39	89.35	80.18	85.31	
Mortero con sustitución de 6%	87.07	87.38	87.53	87.33	

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

De la tabla N° 28, se detalla los promedios de resistencia a la compresión de las muestras para cada % de sustitución de cemento por ceniza de ichu a la edad de 7 días de curado, es como sigue: el mortero patrón tiene un resistencia de 60.99 Kg/cm<sup>2</sup>, los morteros con sustitución de 2%,4% y 6% de cemento por ceniza tiene una resistencia de 76.06 Kg/cm<sup>2</sup>, 85.31 Kg/cm<sup>2</sup> y 87.33 Kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente para todo los casos de sustitución la resistencia a la compresión es mayor que la resistencia del mortero patrón.



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

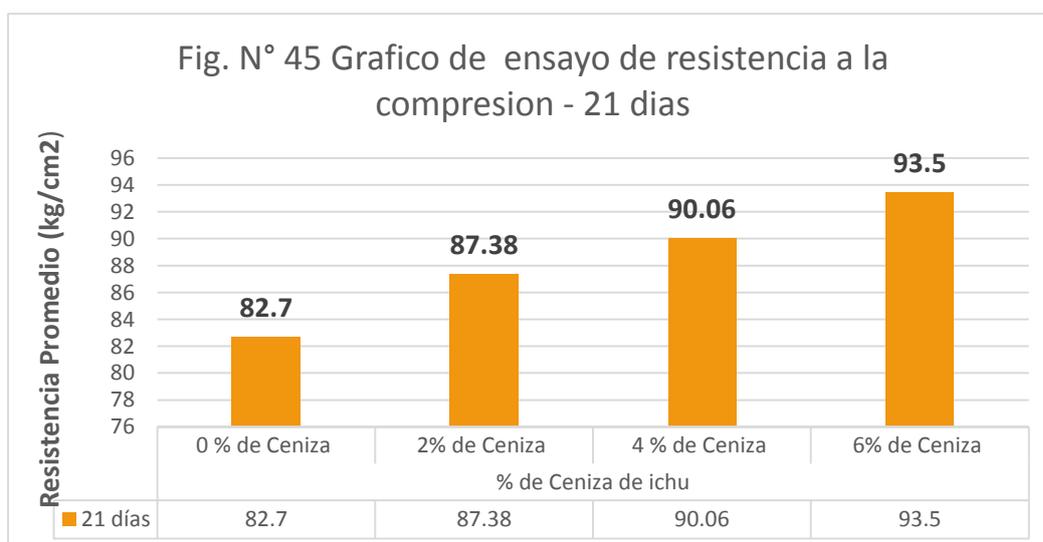
En la siguiente tabla N° 29 se verifica los resultados de compresión de cubos a los 21 días de vaciado.

**Tabla N° 29** Ensayo de resistencia a la compresión – 21 días curado

Dosificación	1 : 4.58	Relación: A/C			0.89
Muestra	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )				
	Rc. 1	Rc.2	Rc.3	Rc. Promedio	
Mortero patrón	81.44	86.58	80.10	82.70	
Mortero con sustitución de 2%	86.43	87.16	88.53	87.38	
Mortero con sustitución de 4%	89.14	93.88	87.15	90.06	
Mortero con sustitución de 6%	91.56	93.31	95.64	93.50	

Fuente: Elaboración propia, 2021

De la tabla N° 29, se detalla los promedios de resistencia a la compresión de las muestras para cada % de sustitución de cemento por ceniza de ichu a la edad de 21 días de curado, es como sigue: el mortero patrón tiene un resistencia de 82.70 Kg/cm<sup>2</sup>, los morteros con sustitución de 2%,4% y 6% de cemento por ceniza tiene una resistencia de 87.38 Kg/cm<sup>2</sup>, 90.06 Kg/cm<sup>2</sup> y 93.50 Kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente para todo los casos de sustitución la resistencia a la compresión es mayor que la resistencia del mortero patrón la misma se puede observar en la Fig. N° 45



Fuente: Elaboración propia, 2021

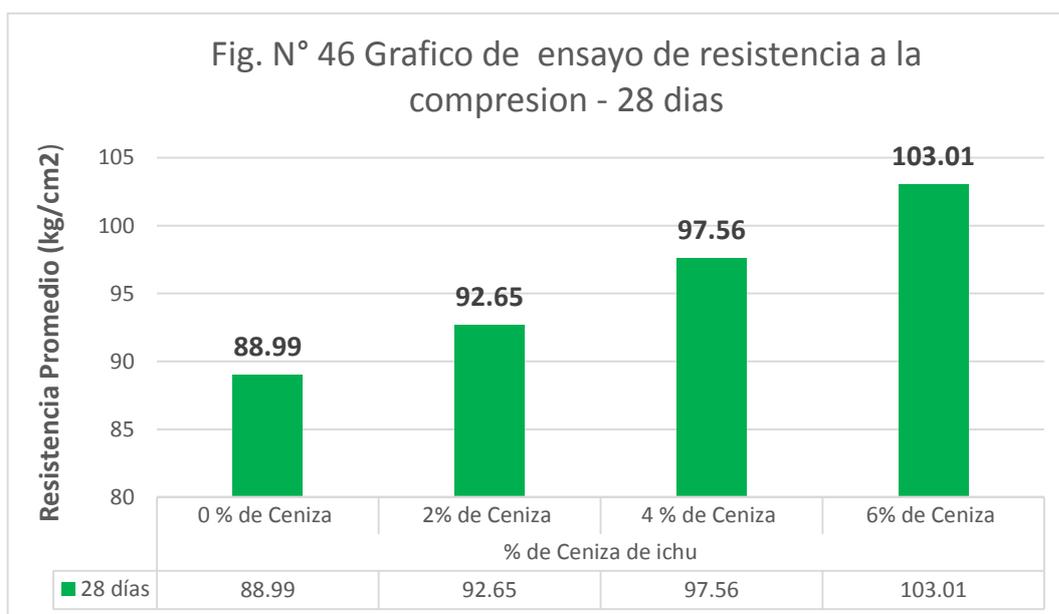
En la tabla N° 30 se verifica los resultados de compresión de cubos a los 28 días de vaciado.

**Tabla N° 30** Ensayo de resistencia a la compresión – 28 días curado

Dosificación	1 : 4.58	Relación: A/C			0.89
Muestra	Resistencia a la compresión (Kg/cm2)				
	Rc. 1	Rc.2	Rc.3	Rc. Promedio	
Mortero patrón	88.82	93.26	84.89	88.99	
Mortero con sustitución de 2%	90.53	93.61	93.81	92.65	
Mortero con sustitución de 4%	97.98	100.25	94.45	97.56	
Mortero con sustitución de 6%	100.05	103.19	105.80	103.01	

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

De la tabla N° 30 se detalla los promedios de resistencia a la compresión de las muestras para cada % de sustitución de cemento por ceniza de ichu a la edad de 28 días de curado, es como sigue: el mortero patrón tiene un resistencia de 88.99 Kg/cm2, los morteros con sustitución de 2%,4% y 6% de cemento por ceniza tiene una resistencia de 92.65 Kg/cm2, 97.56 Kg/cm2 y 103.01 Kg/cm2, respectivamente para todo los casos de sustitución la resistencia a la compresión es mayor que la resistencia del mortero patrón la misma se puede observar en la Fig. N° 46



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

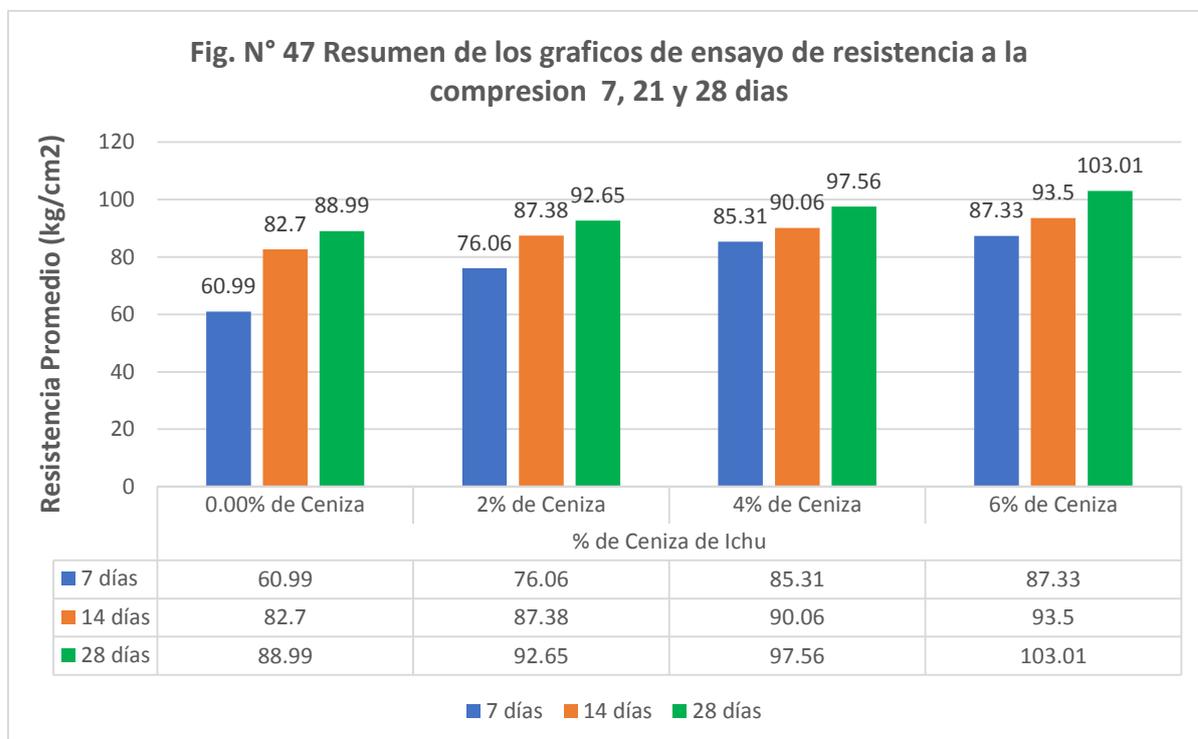
En la tabla N° 31 se verifica el resumen de los promedios de resistencia a la compresión de cubos a los 7, 21 y 28 días de curado.

**Tabla N° 31** Resumen de ensayo de resistencia a la compresión

Dosificación	1 : 4.58	Relación: A/C		0.89
Muestra	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )			
	7 días	21 días	28 días	
Mortero patrón	60.99	82.70	88.99	
Mortero con sustitución de 2%	76.06	87.38	92.65	
Mortero con sustitución de 4%	85.31	90.06	97.56	
Mortero con sustitución de 6%	87.33	93.50	103.01	

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

Los resultados de la tabla N° 31, muestra el resumen de los promedios de resistencia a la compresión para las edades de 7, 21 y 28 días de curado para mortero patrón y los promedios para los morteros con sustitución de 2%,4% y 6% respectivamente lo cual se detalla en la Fig. N° 47



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

## Interpretación

En la gráfica de barras de la Fig. N° 47, se detalla la resistencia a la compresión para la sustitución de 2%, 4%, y 6% de peso de cemento por ceniza de ichu, la resistencia promedio de los cubos a la edad de 7, 21, y 28 días de curado, se obtuvo los siguientes resultados: para la edad de 7 días el mortero patrón fue de 60.99 Kg/cm<sup>2</sup> y para los reemplazos de 2%, 4% y 6% de peso de cemento por ceniza de ichu se obtuvo 76.06 Kg/cm<sup>2</sup>, 85.31 Kg/cm<sup>2</sup> y 87.33 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente y el mayor incremento fue 24.7% respecto al 2% de sustitución. Para la edad de 21 días el mortero patrón fue de 82.70 Kg/cm<sup>2</sup> y para los reemplazos de 2%, 4% y 6% de peso de cemento por ceniza de ichu se obtuvo 87.38 Kg/cm<sup>2</sup>, 90.06 Kg/cm<sup>2</sup> y 93.50 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente y el mayor incremento fue 6% respecto al 2% de sustitución de ceniza de ichu. Para la edad de 28 días el mortero patrón fue de 88.99 Kg/cm<sup>2</sup> y para los reemplazos de 2%, 4% y 6% de peso de cemento por ceniza de ichu se obtuvo 92.65 Kg/cm<sup>2</sup>, 97.56 Kg/cm<sup>2</sup> y 103.01 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente y el mayor incremento fue 6% respecto al 6% de sustitución de ceniza de ichu tal como se aprecia en la fig. N°47, según Salamanca, R. (2001). El tipo de mortero obtenido sería de tipo N.

### 4.6. Ensayo de resistencia a la adherencia (ASTM C -952-02)

La adherencia de mortero en el asentado de unidades de albañilería es muy importante ya que el mortero será succionado o absorbido por las superficies en contacto, por ello la mezcla debe tener la capacidad de pegarse y ser resistente al mismo tiempo.

**Figura 48:** Equipo de ensayo de adherencia de mortero



**Fuente:** Propia, 2021

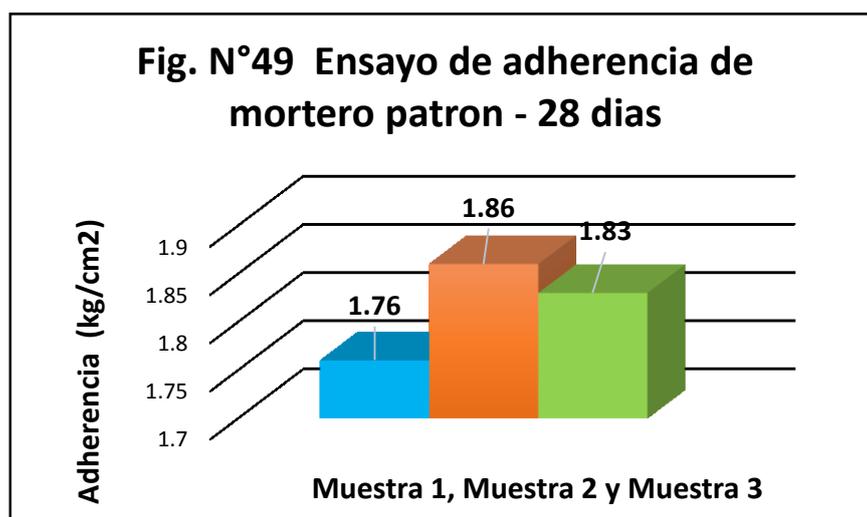
De la fig. 18 Se observa la muestra en forma cruzada las unidades de albañilería en total fueron 12 muestras para el ensayo de adherencia para los 28 días de curado, 3 muestras de mortero patrón, 3 muestras con sustitución de ceniza de 2%, 3 muestras con sustitución de ceniza 4% y 3 muestras con sustitución de 6% de ceniza de ichu por cemento, lo cual detallo a continuación:

**Tabla N° 32** Ensayo de adherencia de mortero patrón

0% de ceniza de ichu – 28 días						
Dosificación		1 : 4.58		Relación: A/C		0.89
Muestra	Fecha de moldeo	Fecha de Rotura	Fuerza máxima (kgf)	Área de junta (Cm2)	Adherencia de mortero (Kg/cm2)	Promedio de R.AD. (Kg/cm2)
M1	27/05/2021	24/06/2021	275.00	156	1.76	1.82
M2	27/05/2021	24/06/2021	290.00	156	1.86	
M3	27/05/2021	24/06/2021	286.00	156	1.83	

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

Los resultados de la tabla N° 32, el mortero patrón tiene un promedio de resistencia a la adherencia de 1.82 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días de edad, en la Fig. N° 49 se observa la gráfica de adherencia de cada uno de las muestras.



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

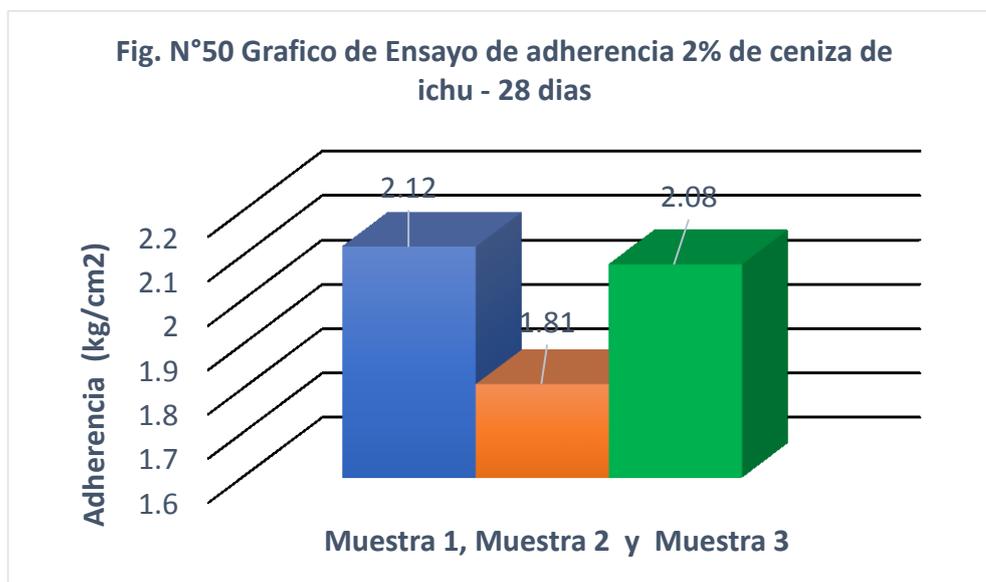
Luego se tiene los resultados de adherencia para la sustitución de 2%, 4% y 6% de cemento por ceniza de stipa ichu.

**Tabla N° 33** Ensayo de adherencia de mortero con sustitución de 2%

2% de ceniza de ichu – 28 días						
Dosificación		1 : 4.58		Relación: A/C		0.89
Muestra	Fecha de moldeo	Fecha de Rotura	Fuerza máxima (kgf)	Área de junta (Cm2)	Adherencia de mortero (Kg/cm2)	Promedio de R.AD. (Kg/cm2)
M1	27/05/2021	24/06/2021	330.00	156	2.12	2
M2	27/05/2021	24/06/2021	283.00	156	1.81	
M3	27/05/2021	24/06/2021	325.00	156	2.09	

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

De la tabla N° 33, el promedio de resistencia a la adherencia de mortero con sustitución de 2% de cemento por ceniza de ichu es 2 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días de edad, comparando con el mortero patrón hay un incremento de 9.9 % respecto al mortero patrón.



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

En la fig. N° 50 se observa los resultados de adherencia para cada una de las muestras

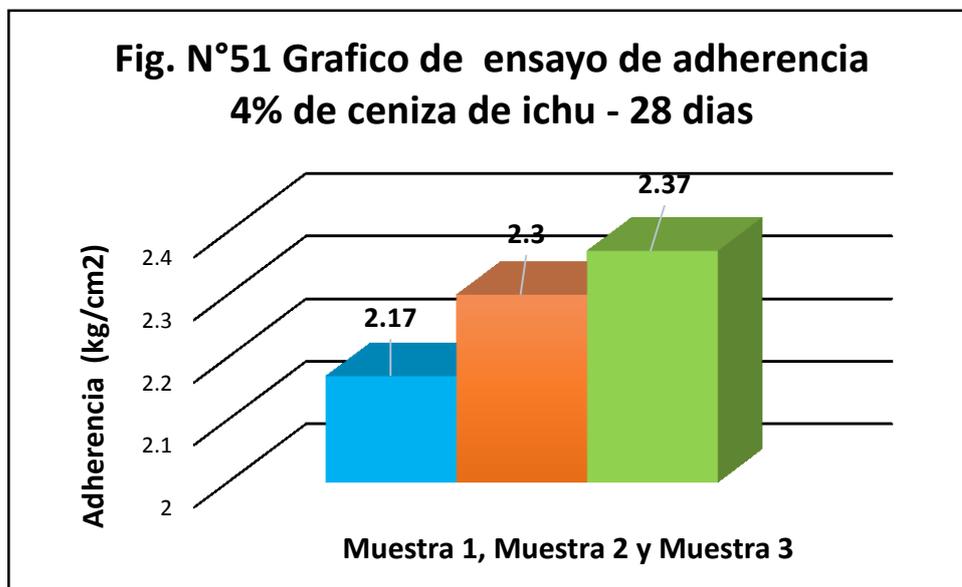
Así mismo se tiene la tabla N° 34 reemplazos de 4% de cemento por ceniza de ichu

**Tabla N° 34** Ensayo de adherencia de mortero con sustitución de 4%

4% de ceniza de ichu – 28 días						
Dosificación		1 : 4.58		Relación: A/C		0.89
Muestra	Fecha de moldeo	Fecha de Rotura	Fuerza máxima (kgf)	Área de junta (Cm2)	Adherencia de mortero (Kg/cm2)	Promedio de R.AD. (Kg/cm2)
M1	27/05/2021	24/06/2021	338.00	156	2.17	2.28
M2	27/05/2021	24/06/2021	358.00	156	2.30	
M3	27/05/2021	24/06/2021	370.00	156	2.37	

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

De la tabla N° 34, el promedio de resistencia a la adherencia de mortero con sustitución de 4% de cemento por ceniza de ichu es 2.28 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días de edad, comparando con el mortero patrón hay un incremento de 25.27 % respecto al mortero patrón.



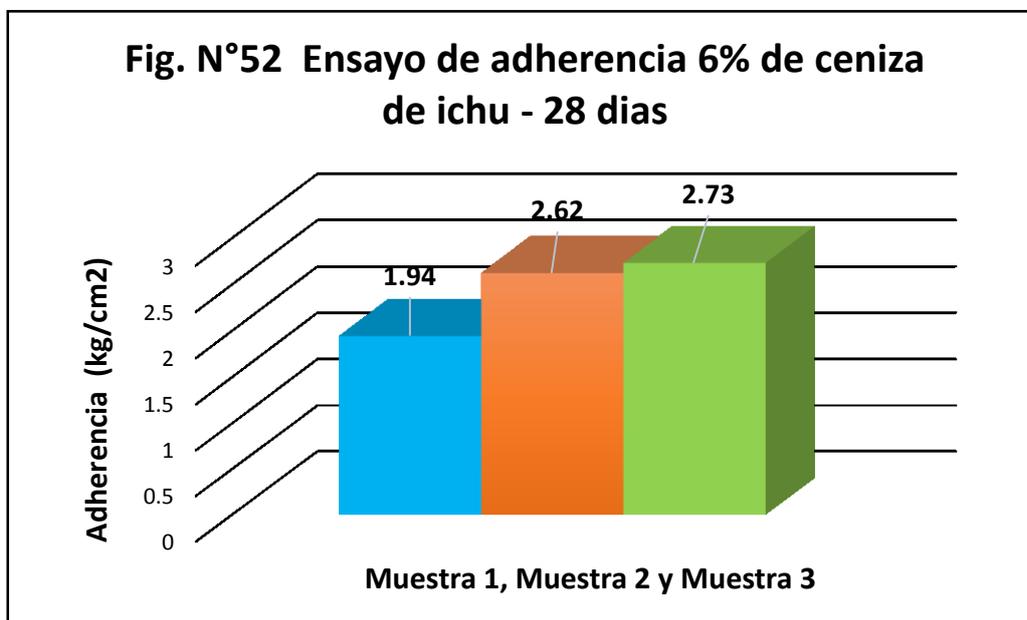
**Fuente:** Elaboración propia, 2021

**Tabla N° 35** Ensayo de adherencia de mortero con sustitución de 6%

6% de ceniza de ichu – 28 días						
Dosificación		1 : 4.58		Relación: A/C		0.89
Muestra	Fecha de moldeo	Fecha de Rotura	Esfuerzo máximo (kgf)	Área de junta (Cm2)	Adherencia de mortero (Kg/cm2)	Promedio de R.AD. (Kg/cm2)
M1	27/05/2021	24/06/2021	302.00	156	1.94	2.43
M2	27/05/2021	24/06/2021	408.00	156	2.62	
M3	27/05/2021	24/06/2021	380.00	156	2.73	

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

De la tabla N° 35, el promedio de resistencia a la adherencia de mortero con sustitución de 6% de cemento por ceniza de ichu es 2.43 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días de edad, comparando con el mortero patrón hay un incremento de 33.52 % respecto al mortero patrón.



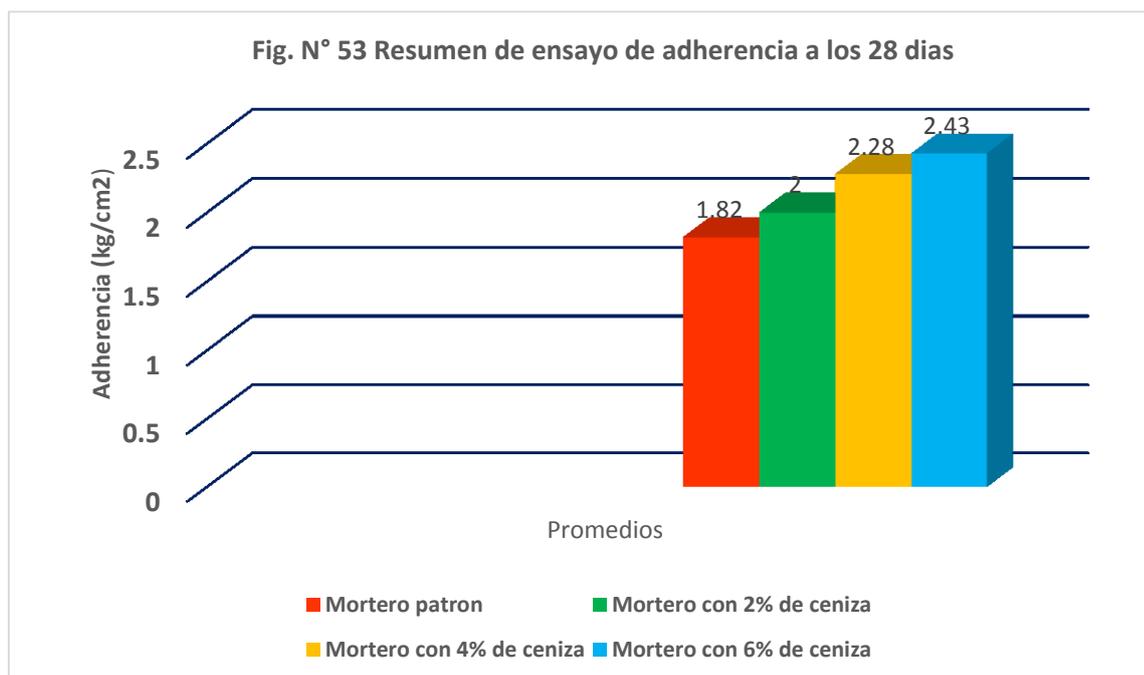
**Fuente:** Elaboración propia, 2021

**Tabla N° 36 Resumen** de ensayo de adherencia de mortero

Dosificación	1 : 4.58	Relación: A/C	0.89
Muestra	Promedio de adherencia (Kg/cm2)		
Mortero patrón	1.82		
Mortero con sustitución de 2%	2		
Mortero con sustitución de 4%	2.28		
Mortero con sustitución de 6%	2.43		

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

La misma que se puede verificar en al fig. N° 53



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

### Interpretación

Los resultados de la Fig. N° 53 del gráfico de barras, el mortero patrón tiene un promedio de resistencia a la adherencia de 1.82 Kg/cm2, a los 28 días de edad, los morteros con sustitución de 2% ,4% y 6% de cemento por ceniza de ichu tiene

una resistencia a la adherencia de 2 Kg/cm<sup>2</sup>, 2.28 Kg/cm<sup>2</sup> y 2.43 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente así mismo los incrementos son 9.9 % , 14 % , 6.6 % , por lo cual se concluye que la sustitución de cemento por ceniza para todo los casos propuestos se incrementa la resistencia a la adherencia para una dosificación volumétrica de 1:4.58 y una relación de A/C de 0.89. Así mismo se puede verificar en la fig. N° 54 las fallas de rotura, para el caso (a) la falla es en la junta del mortero, en el caso (b) la falla es en la parte inferior de la junta por falta de adhesión y en el caso (c) la falla de rotura se da en la junta que está entre las unidades de albañilería.

**Fig. N° 54 Fallas** de ensayo de adherencia de mortero



**Fuente:** Propia, 2021

## V. DISCUSIÓN

Luego de explicar e interpretar los resultados de los ensayos sobre propiedades en estado fresco y endurecido del presente estudio del diseño de un mortero en albañilería confinada con sustitución parcial de cemento por ceniza de stipa ichu, a continuación, en el presente capítulo comprende la discusión de resultados, de coincidencia o discrepancia con los antecedentes del estudio, para lo cual detallare en el orden de los objetivos planteados en la presente investigación.

**Objetivo general:** Determinar cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu en las propiedades mecánicas de un mortero en albañilería confinada, Cusco- 2021.

**Ramos, C. (2019):** en su trabajo de investigación en el que evaluó el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de mortero, con adición y sustitución de cenizas de cáscaras de arroz en los porcentajes de 5%, 10% y 15% respecto al peso del cemento, en la proporción de 1:4, la relación de agua/cemento que utilizó fue 0.83, los resultados que obtuvo en el ensayo de resistencia a la compresión de 5%, 10% y 15% de adición y sustitución con CCA obtuvieron resistencias mayores a las del mortero patrón. Para el caso de ensayo de adherencia del mortero – ladrillo arcilla, el resultado al 5% y 10% de sustitución incrementan en referencia al mortero patrón..

En tanto los resultados en la presente investigación de las propiedades mecánicas del mortero con sustitución de ceniza de stipa ichu en los porcentajes de 2%, 4% y 6% respecto al peso de cemento, para la proporción volumétrica de 1:4.58 y una relación de agua /cemento fue de 0.89, los resultados obtenidos para la resistencia a la compresión de cubos al 2%, 4% y 6% de sustitución de ceniza de ichu se obtuvo resistencias mayores respecto al mortero patrón, Así mismo para el caso de ensayo de adherencia de mortero – ladrillo arcilla (King Kong), el resultado al 2%, 4% y 6% de sustitución aumenta su adherencia respecto al mortero patrón.

Comparando los resultados obtenidos en la investigación realizado por Ramos, C. (2019), y la presente investigación se demuestra que existe una **coincidencia** en los incrementos de resistencia a la compresión y adherencia, sin embargo el autor de discusión aclara que los aumentos es hasta el 10% de sustitución de peso de cemento por ceniza ya que por encima de este porcentaje disminuye los resultados de compresión y adherencia, para el caso del presente estudio se empleó la sustitución de peso de cemento por ceniza de stipa ichu hasta 6% por lo cual hay una similitud de resultados obtenidos en ambas investigaciones.

**Objetivo específico 01:** Determinar cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu en las propiedades de estado plástico de un mortero para albañilería confinada, Cusco -2021.

**Solano, J. (2020)**, en su trabajo de investigación, con la finalidad de evaluar de qué manera las cenizas de eucalipto modifican las propiedades mortero, con referente al ensayo de retentividad de mortero con sustitución de 4%, 8% y 12% de peso de cemento por ceniza de eucalipto, los resultados que obtuvo son 92.18 % de retentividad para el mortero patrón y para la sustituciones de 4%, 8% y 12% los resultados fueron 85.84%, 81.41%, 75.51% respectivamente con variación porcentual de -6.87%, -11.68% y -18.09% respecto al mortero patrón. Respecto a la consistencia de mortero, Ramos, C. (2019): realizo la sustitución de cenizas de cáscaras de arroz al 5%, 10% y 15% respecto al peso del cemento, en la proporción de 1:4, con una relación de agua/cemento 0.83, la fluidez para el mortero patrón fue de 107.25% y los resultados para la sustitución de 5%, 10% y 15% con CCA fueron 74.25%, 57.13% y 44.75% respecto al mortero patrón.

En la presente investigación el ensayo de retentividad fue realizado para los tiempos de 0, 5, 10, 15 y 20 minutos los resultados obtenidos fueron: para el mortero patrón la retentividad fue: 109%, 96%, 92%, 77% y 71%, para mortero con sustitución de 2%, la retención de agua resulto: 107.5%, 96%, 92%, 79% y 64%, luego para reemplazo de 4% la retentividad es 90%, 79%, 69%, 65% y 52%, finalmente para la sustitución de 6% la retención de agua alcanzo apenas 81%, 67%, 50% y 35%, En la Fig. N° 42 se observa que solamente para el mortero con

sustitución de 2% de cemento por ceniza de ichu en el tiempo transcurrido de 15 minutos y 4% de ceniza para un tiempo de 5 minutos se encuentra por encima de la línea de 75%, en los de más casos de sustitución el mortero no tiene buena retención de agua esto debido a que la ceniza de ichu absorbe mayor cantidad de agua, esto puede dificultar la manejabilidad de la mezcla. Se debe tener en cuenta el valor mínimo de retentividad según la ASTM C-270 -91a es 75%. Respecto al ensayo de fluidez y/o consistencia para el mortero patrón fue de 108.96%, para morteros con sustituciones de 2%, 4% y 6% de peso de cemento por ceniza de ichu es 104.5%, 90.28% y 77.78% respectivamente, con una disminución porcentual de -4.09 % , -17.14% y -28.60% respecto al mortero patrón para una dosificación volumétrica de 1:4.58 y una relación de A/C de 0.89, siendo la sustitución de 2% de peso de cemento por ceniza de ichu, que se encuentra dentro de los parámetros de consistencia fluida de 105% a 115%, sin embargo según la NTP, la fluidez mínima es 80%, por lo cual se puede afirmar que si se puede reemplazar hasta 4%, la misma se encuentra en la Fig. N° 36.

Al respecto, comparando los resultados de retentividad y consistencia del mortero con sustitución de ceniza con los porcentajes y dosificación propuestos de los autores mencionados y la presente investigación, existe una **coincidencia** en los resultados y concordancias.

**Objetivo específico 02:** Determinar cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu en la resistencia a la compresión de un mortero para albañilería confinada, Cusco-2021.

**De los Santos y Tello (2020)**, en su investigación analizó la resistencia a la compresión de un mortero, empleando los porcentajes de 4%, 9% y 14% de ceniza de tusa de maíz con respecto al peso del cemento para las edades de 7, 14 y 28 días donde se evaluó el parámetro de resistencia a la compresión comparadas con un mortero patrón, para un reemplazo de un mortero a la edad de 7 días incrementó su resistencia patrón de 156.9 Kg/cm<sup>2</sup> a 159.9 Kg/cm<sup>2</sup>, 161.2 Kg/cm<sup>2</sup>, 163.1 Kg/cm<sup>2</sup> en 4%, 9% y 14 % respectivamente. Para un mortero con reemplazo de ceniza de tusa de maíz a la edad de 14 días, aumento su resistencia patrón de 202 Kg/cm<sup>2</sup> a 204.4 Kg/cm<sup>2</sup>, 206.2 Kg/cm<sup>2</sup>, 210 Kg/cm<sup>2</sup> en 4%, 9% y 14%

respectivamente; obteniendo la incrementación más alta en un 4% a la del mortero patrón. Para una sustitución de un mortero con ceniza de tusa de maíz a la edad de 28 días incrementó su resistencia patrón de 214.0 Kg/cm<sup>2</sup> a 222.6 Kg/cm<sup>2</sup>, 231.6 Kg/cm<sup>2</sup> , 266.8 Kg/cm<sup>2</sup> en 4%, 9% y 14% respectivamente; se obtuvo un incremento en un 25% más alta que la resistencia del mortero patrón.

En tanto que en el presente estudio para el ensayo de resistencia a la compresión se utilizó la sustitución de 2%, 4%, y 6% de peso de cemento por ceniza de ichu, la resistencia promedio de los cubos a la edad de 7, 21, y 28 días de curado, se obtuvo los siguientes resultados: para la edad de 7 días el mortero patrón fue de 60.99 Kg/cm<sup>2</sup> y para los reemplazos de 2%, 4% y 6% de peso de cemento por ceniza de ichu se obtuvo 76.06 Kg/cm<sup>2</sup>, 85.31 Kg/cm<sup>2</sup> y 87.33 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente y el mayor incremento fue 24.7% respecto al 2% de sustitución. Para la edad de 21 días el mortero patrón fue de 82.70 Kg/cm<sup>2</sup> y para los reemplazos de 2%, 4% y 6% de peso de cemento por ceniza de ichu se obtuvo 87.38 Kg/cm<sup>2</sup>, 90.06 Kg/cm<sup>2</sup> y 93.50 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente y el mayor incremento fue 6% respecto al 2% de sustitución de ceniza de ichu. Para la edad de 28 días el mortero patrón fue de 88.99 Kg/cm<sup>2</sup> y para los reemplazos de 2%, 4% y 6% de peso de cemento por ceniza de ichu se obtuvo 92.65 Kg/cm<sup>2</sup>, 97.56 Kg/cm<sup>2</sup> y 103.01 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente y el mayor incremento fue 6% respecto al 6% de sustitución de ceniza de ichu tal como se aprecia en la fig. N°47. Según Salamanca, R. (2001). El tipo de mortero obtenido sería de tipo N.

En este aspecto, contrastando los resultados obtenidos de resistencia a la compresión de los cubos a las edades de 7, 21 y 28 días de curado, los autores, De los Santos y Tello (2020), y los resultados de resistencia a la compresión del presente estudio, existe una **coincidencia y similitud**.

**Objetivo específico 03:** Determinar cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu en la adherencia de mortero para albañilería confinada, Cusco - 2021.

**Ramos, C. (2019)**, en su trabajo de investigación en el que evaluó el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de mortero, con adición y sustitución de cenizas de cáscaras de arroz en los porcentajes de 5%, 10% y 15% respecto al peso del cemento, en la proporción de 1: 4, la relación de agua/cemento que utilizó fue 0.83, los resultados de ensayo de resistencia a la adherencia a los 28 días de curado la adherencia en el mortero patrón fue 22.82 Kg/cm<sup>2</sup>, el mortero con 5% de sustitución con CCA obtuvo 25.05 Kg/cm<sup>2</sup>, con 10% fue 23.40 Kg/cm<sup>2</sup> y por último con 15% fue 20.55 Kg/cm<sup>2</sup>

Así mismo en la presente investigación los resultados del mortero patrón a los 28 días de curado tiene un promedio de resistencia a la adherencia de 1.82 Kg/cm<sup>2</sup>, y para los morteros con sustitución de 2% ,4% y 6% del peso de cemento por ceniza de ichu tiene una resistencia promedio a la adherencia de 2 Kg/cm<sup>2</sup>, 2.28 Kg/cm<sup>2</sup> y 2.43 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente así mismo los incrementos son 9.9 % , 14 % , 6.6 % , por lo cual se concluye que la sustitución de cemento por ceniza de ichu para todo los casos de sustitución hay un incrementa de resistencia a la adherencia para una dosificación volumétrica de 1:4.58 y una relación de A/C de 0.89, la cual se verifica en la Fig. N° 53 del gráfico de barras.

Al respecto contrastando los resultados de los ensayos obtenidos por Ramos, C. (2019) y la presente investigación existe una **coincidencia** parcial en los incrementos de adherencia con la sustitución de ceniza hasta un 10%, pero los resultados que obtiene el autor de discusión son mayores a 20.55 Kg/cm<sup>2</sup> y los resultados obtenidos en la presente investigación son menores a 2.43 Kg/cm<sup>2</sup>, esto se debe a que en el trabajo de investigación realizado por Ramos, C. (2019) utilizó el ensayo por flexión (F) y en la presente investigación se optó el ensayo por tracción directa (TD) tal como se verifica en la Fig., N° 54, el ensayo por flexión tiene mayor área la junta y la probabilidad de la falla podría darse en cualquiera de las juntas al momento de la rotura incluso la falla podría darse en la unidad de albañilería por tal motivo los resultados podrían ser mayores, en cambio mediante el ensayo por

tracción directa lo que se busca es despegar la junta y tiene menor área y se adecua para el ensayo porque lo que se quiere es la adherencia de la junta.

**Fig. N° 55** Ensayo por flexión (F) y tracción directa (TD)



**Fuente:** Propia, 2021

## **VI. CONCLUSIONES**

### **CONCLUSION N° 1**

Se concluye que la sustitución de 2%, 4% y 6% del peso de cemento por ceniza de stipa ichu, si influye en el incremento de resistencia de las propiedades mecánicas del mortero ya que se obtuvo un incremento en las resistencias a la compresión y adherencia, respecto al mortero patrón para una proporción volumétrica de 1: 4.58 y una relación de agua /cemento de 0.89

### **CONCLUSION N° 2**

La sustitución de ceniza de ichu si influye parcialmente en las propiedades plásticas de mortero para albañilería confinada, los resultados de consistencia para el mortero patrón es 108.96%, para morteros con sustituciones de 2%, 4% y 6% de peso de cemento por ceniza de ichu fueron 105%, 90.28% y 77.78% respectivamente, siendo la sustitución de 2% que se encuentra dentro de la consistencia fluida de 105% a 115%, según NTP 334.057, sin embargo, la fluidez mínima es 80%, ver la tabla N° 1.

Respecto a la retentividad del mortero, la sustitución de 2% del peso de cemento por ceniza de ichu la retención de agua para los tiempos 10 y 15 minutos resulto: 92%, 79% siendo mayor que la retentividad del mortero patrón para ese tiempo que fue de 92% y 77%, en los demás casos la sustitución de ceniza no influye en la retentividad del mortero esto se debe a la mayor absorción de ceniza, pero se debe tener en cuenta para el uso de mortero el valor mínimo de retentividad según la ASTM C-270 -91a es 75%.

### **CONCLUSION N° 3**

Se concluye que la sustitución de 2%, 4%, y 6% de peso de cemento por ceniza de ichu, si influye en el incremento de la resistencia a la compresión del mortero a la

edad de 7, 21, y 28 días de curado, el mayor incremento fue 24.6% respecto a la sustitución de 2% a la edad de 7 días de curado, el tipo de mortero según los resultados obtenidos es mortero de tipo "N", lo cual se detalla en la tabla. N° 3, así mismo estos tipos de mortero *representa la mejor dosificación entre trabajabilidad, ahorro económico y resistencia*, Salamanca (2001).

#### **CONCLUSION N° 4**

Se concluye que la sustitución de 2% ,4% y 6% del peso de cemento por ceniza de stipa ichu si influye en el incremento de la resistencia a la adherencia del mortero, para los 28 días de curado, el promedio de resistencia a la adherencia de mortero patrón fue de 1.82 Kg/cm<sup>2</sup>, y para los morteros con sustitución de 2% ,4% y 6% fueron: 2 Kg/cm<sup>2</sup>, 2.28 Kg/cm<sup>2</sup> y 2.43 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente así mismo los incrementos son 9.9 % , 14 % , 6.6 %, para todo los casos se incrementa la resistencia a la adherencia para una dosificación volumétrica de 1:4.58 y una relación de A/C de 0.89, la cual se verifica en la Fig. N° 53.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar estudios con sustitución de ceniza de stipa ichu a temperaturas superiores a lo propuesto, ya que para esta investigación se optó calcinar la ceniza cruda a 700 °C.
2. Se recomienda la sustitución de 2% de cemento por ceniza de stipa ichu, y su uso de mortero durante 10 minutos ya que mayores a este porcentaje y tiempo el mortero se fragua, y dificulta la trabajabilidad.
3. Se recomienda realizar el ensayo de retentividad siguiendo la norma NCH 2259, ya que para esta investigación se utilizó un ensayo empírico para la calcular la retentividad, la cual se tomó referencia de la metodología empírica utilizada por: (Rivas Eliana, 2019 - Pág. 14, 15),
4. Se recomienda realizar el lavado del agregado fino de CUNYAC y VICHO, ya que estos materiales contienen polvo y arcilla.
5. Para el presente estudio del diseño de mortero se realizó tomando referencia los procedimientos y pasos recomendados por Sánchez (2001, pág. 211 a 217), y normas complementarias
6. Se recomienda emplear otras dosificaciones de diseño de mortero para su estudio en estado fresco y endurecido así mismo realizar las correcciones como la relación agua/cemento, variable ya que para esta investigación se utilizó la relación de agua y arena es constante para poder determinar si influye o no la sustitución parcial de cemento por ceniza y como es el comportamiento del mortero en su estado plástico y endurecido

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

1. ALEXANDER M. & MINDESS S. (2005). *Aggregates in concrete*. London, New York: Taylor & Francis, Pag. 98 – 100.
2. ATAHUACHI LAYME, G. M., & CARCAUSTO QUISPESAYHUA, Y. N. (2018). aislante termoacústico a base de stipa ichu para atenuar el ruido y cambios drásticos de temperatura en viviendas de sectores en expansión urbana de la ciudad de puno. puno. . [en línea] [fecha de consulta: 20 Abril de 2021], Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/e10c/b8b4f54675803e16f8361d7ec50a450a4485.pdf>
3. ASTM C 270 -91: Especificación estándar para mortero usado en mampostería. [en línea] [fecha de consulta: 2 de Junio del 2021]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/HeribertoB/astm-c27091amortero>
4. BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Lima: [s.n.], 2012. 38 pp. [En línea] [Fecha de consulta: 03 Mayo de 2021]. Disponible en: <https://studylib.es/doc/8929463/metodologia-de-investigacion-cientifica-para-ingenieros>
5. CHAPILLIQUEN Li, Edwin Alexis. “Diseño de un mortero en albañilería confinada con adición de residuos de Conchas de abanico, distrito de Sechura - Piura 2020” [en línea] Lima, Tesis de pregrado. Universidad Cesar Vallejo, 2020 [fecha de consulta: 02 Mayo de 2021], Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51137>
6. CONSTRUMÁTICA. (2014) *Tipos de morteros* [en línea] [fecha de consulta: 23 Abril de 2021]. Disponible en: [https://www.construmatica.com/construpedia/Tipos\\_de\\_Morteros](https://www.construmatica.com/construpedia/Tipos_de_Morteros)
7. FERNÁNDEZ, S. & PÉRTIGA, D. Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña (España). Recuperado el 15 Mayo de 2021. Disponible en: <https://www.fisterra.com/mbe/investiga/10descriptiva/10descriptiva.asp#poymu>
8. FICHA TECNICA. Cemento Yura. [En línea] [Fecha de consulta: 09 Mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.yura.com.pe/wp-content/uploads/2021/02/ficha-tecnica-ip-cemento-multiproposito-yura.pdf>
9. De La Sotta, J. (2010). Análisis comparativo entre mortero de junta para albañilería fabricado en obra y mortero premezclado húmedo para albañilería. Tesis para optar el título de Ingeniero Constructor. UA, Región

- de los Ríos, Valdivia, Chile. [fecha de consulta: 07 Abril de 2021], Disponible en:  
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmficis718a/doc/bmficis718a.pdf>
10. DE LOS SANTOS Vargas, Juan Nicolás y TELLO LOARTE, Eveli Yasmén. Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda unifamiliar, Carapongo - 2020. [en línea] Lima, Tesis de pregrado. Universidad Cesar Vallejo, 2020 [fecha de consulta: 11 Mayo de 2021], Disponible en:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57368>
  11. Gallegos, H. & Casabonne, C. (2005), *Albañilería Estructural*. Lima, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. [en línea] [fecha de consulta: 20 Mayo de 2021], Disponible en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=hAseV7yYZG8C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
  12. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. Metodología de la Investigación. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. DE C.V. 6ta ed., 2014. [ fecha de consulta: 21 mayo de 2021] <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
  13. Hernández, H (2007), Sustitución parcial del cemento portland en morteros mediante el uso de cenizas de calderas bagaceras. Veracruz.
  14. HENRÍQUEZ FIERRO, Elena y INÉS ZEPEDA GONZALEZ, María (2003). "preparación de un proyecto de investigación" [en línea], [fecha de consulta: 04 Mayo de 2021], Disponible en:  
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/cienf/v9n2/art03.pdf>
  15. Madurwar, Burile y Sorte. " Compressive Strength of Cement & Fly Ash Mortar:- A Case Study" [en línea], [fecha de consulta: 16 Mayo de 2021], Disponible en:  
[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3376014](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3376014)
  16. MARRERO, Annaliese. (2021). Ichu: características, taxonomía, hábitat, cuidado y usos. Liferder. [Fecha de consulta: el 18 de Abril de 2021]. Disponible en: <https://www.liferder.com/ichu/>
  17. MEJIA GARCÍA, Mario A.; CHINCHILLA Rivera, Verónica P. y MENDOZA Barrios, Clara María (2012) "*Determinación de la resistencia a la compresión de mortero empleando especímenes cilíndricos y cúbicos, utilizando arena del Occidente del país*". Bachelor thesis, Universidad De El Salvador. [en línea] [fecha de consulta: 10 Abril de 2021], Disponible en:  
<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/15315/>

18. MEZA Hajar, F.E.(2004), Estudio de mortero de mediana a baja resistencia de cemento adición de cal aérea, Lima, Perú, [Fecha de consulta el 20/05/2021] Disponible en:<https://docplayer.es/81139819-Universidad-nacional-de-ingenieria-facultad-de-ingenieria-civil.html>,
19. NORMA CHILENA Oficial (1996). NCh 2259.Of96. Morteros – Determinación de la retentividad – Método de la succión del agua por vacío. [en línea] [fecha de consulta:21 Abril de 2021], Disponible en: <https://www.cesmec.cl/medios/DIC/normas/NCh2259Of96.pdf>
20. NORMA técnica E. 070 albañilería. *Resolución Ministerial N° 011-2006-Vivienda*. [en línea] [fecha de consulta: 07 Abril de 2021], Disponible en: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2008/01/Norma-E-070-MV-2006.pdf>
21. NTP 334.051. *Cementos. Método para determinar la resistencia a la compresión de morteros de Cemento Portland cubos de 50 mm de lado*. [en línea] [fecha de consulta: 22 Abril del 2021]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/RonaldCoteraBarrios/ntp-334051>
22. NTP 334.057. CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Portland, Revisada el 2016. [en línea] [fecha de consulta: 01 Abril del 2021]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/410804903/334-057-fluidez>
23. NTP 339.185 Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado, 2002. [en línea] [fecha de consulta: 09 de Junio del 2021]. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/ntp-339185-contenido-de-humedad-de-agregadospdf-5-pdf-free.html>
24. NTP 400.012. *Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. [en línea] [fecha de consulta: 03 Mayo del 2021]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/estefanysalomevilcahuaman/norma-tecnica-peruanados-gtanulometria>
25. NTP 400.017. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. [en línea] [fecha de consulta: 21 Junio del 2021]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-cajamarca/mecanica-de-suelos/ntp-400017-agregados-peso-unitario/9327753>
26. NTP 400.022. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino, revisada 2013. [en línea] [fecha de consulta: 12 Junio del 2021]. Disponible en: [https://kupdf.net/download/ntp-4000222013-agregados-metodo-peso-especifico-y-absorcion-del-agregado-fino\\_59c03df208bbc5f314686f9e\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-4000222013-agregados-metodo-peso-especifico-y-absorcion-del-agregado-fino_59c03df208bbc5f314686f9e_pdf)
27. NTP 400.037. *Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados* [en línea] [fecha de consulta: 07 Abril del 2020]. Disponible en:

[https://kupdf.net/download/ntp-4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-en-concretopdf\\_5a4233e7e2b6f52b4b9a7232\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-en-concretopdf_5a4233e7e2b6f52b4b9a7232_pdf)

28. NTG 41051 h7. Método de ensayo. Determinación de la resistencia de adherencia por tracción del mortero de pega y las unidades de mampostería. Aprobada 2014-06-20, Referencia de la norma ASTM C952-12 [en línea] [fecha de consulta: 22 Mayo del 2021]. [https://conred.gob.gt/normas/NRD3/6\\_morteros/norma\\_ntg\\_41051\\_h7\\_astm\\_c952-12.pdf](https://conred.gob.gt/normas/NRD3/6_morteros/norma_ntg_41051_h7_astm_c952-12.pdf)
29. NIÑO ROAS, Víctor. (2011) Metodología de investigación, 12 [en línea] [fecha de consulta: 24 Mayo del 2021] Disponible en: [https://www.academia.edu/35258714/METODOLOGIA\\_DE\\_LA\\_INVESTIGACION\\_DISENO\\_Y\\_EJECUCION](https://www.academia.edu/35258714/METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION_DISENO_Y_EJECUCION)
30. LEIDY MILENA MENESES SUÁREZ, Leidy, DÍAZ PARDO, Wiler Alberto. Efecto de la adición de ceniza volante en las propiedades mecánicas y de resistencia a la penetración del ion cloruro en el mortero. [en línea]. Programa de ingeniero civil. Universidad Católica de Colombia, 2019. [Fecha de consulta: 29 Marzo de 2021]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/23886>
31. LORCA ARANDA, Pablo. (2014). —*Efecto de la adición de hidróxido cálcico sobre mezclas con alta sustitución de cemento por ceniza volante*. Universidad Politécnica de Valencia: Departamento de Ingeniería De la Construcción y proyectos de Ingeniería Civil. <https://riunet.upv.es/handle/10251/39340>
32. OSPINA PEREZ, Eduar Fabián, MOLINA CALDERÓN, Yesica Paola.” Influencia del contenido de ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de flexión y compresión de un material compuesto por cemento portland, puzolana y arena” [en línea] Bogota , Trabajo de monografía de la Universidad Distrital Francisco de Calda, 2018 [fecha de consulta: 13 Abril de 2021], Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/15871/MolinaCalderonYesicaPaola2019.pdf?sequence=8>
33. PASQUEL CARBAJAL, Enrique. (1998) “Tópicos de tecnología de concreto en el Perú” . [en línea] [Fecha de consulta: 17 Mayo del 2021]. Disponible en: [https://es.slideshare.net/cmanuel\\_locky/topicos-de-tecnologia-del-concreto-en-el-peru](https://es.slideshare.net/cmanuel_locky/topicos-de-tecnologia-del-concreto-en-el-peru)
34. PINEDA, Elia B., ALVARADO E. CANALES. (2013), Metodología de investigación ISBN 92 75 32135 3 en línea] [Fecha de consulta: 03 Abril del 2021]. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/3132>
35. RIVAS GRANIZO, Eliana. *Efecto de la valva de la concha de abanico triturada en las propiedades del mortero de albañilería* [en línea]. Tesis para

- optar el título de ingeniero civil. Universidad Nacional de Piura, 2019. [Fecha de consulta: 20 Abril de 2021]. Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4084>
36. RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre. "Diseño de mortero empleando cenizas de cáscaras de arroz" Tesis para optar el título de ingeniero civil. Universidad de Señor de Sipan, 2019.
  37. SANTIAGO DAZA, Mabel M. "Resistencia térmica y mecánica de mortero con cemento sustituido 5% y 10% por cenizas de ichu" 2018, Chimbote. [en línea]. [Fecha de consulta: 04 Abril de 2021]. Disponible en: <http://docplayer.es/203317055-Universidad-san-pedro.html>
  38. SALINAS MERUANE, Paulina y CÁRDENAS CASTRO, Manuel. "Métodos de investigación". [en línea]. [Fecha de consulta: 11 Abril de 2021]. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55369.pdf>
  39. SOLANO CAMPOS, Juan Emerson. Influencia de la ceniza de hojas de eucalipto en las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes [en línea]. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Universidad Peruana los Andes, 2020. [Fecha de consulta: 14 Abril de 2021]. Disponible en: <file:///D:/presentacion%20de%20ucv%20tesis/Tesis%20General%20Dise%C3%B1o%20de%20Alb.%20+%20ceniza%202021/Antecedentes%20de%20dise%C3%B1o%20+%20ceniza/trabajos%20de%20internet/UNIVERSIDAD%20PERUANA%20LOS%20ANDES.html>
  40. Salamanca, R. (2001). *La tecnología de los morteros*. Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada. . [en línea] [fecha de consulta: 13 Abril del 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/911/91101107.pdf>
  41. SANCHEZ, Diego (2001). *Tecnología del concreto y del mortero* [en línea]. Colombia: Bhandar Editores LTDA. [fecha de consulta: 15 Mayo de 2021], Disponible en: <https://mega.nz/file/0VMTSIYa#8clf2Pd1xqCeqjWVsDzyMoULcGmCHINWBW8kvgmfq6o>
  42. VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación: Cuantitativa, cualitativa y mixta. 2da ed. Lima: San Marcos E. I. R. L, 2002. 495 pp. ISBN: 9786123028787
  43. VALDIVIA DUEÑAS, Marcelino R. , ÑAUPAS PAITAN, Roberto y otros (2018) "Metodología de investigación cualitativa – cuantitativa" . [en línea] [fecha de consulta: 17 Abril del 2021]. Disponible en: <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>

# **ANEXOS**

## Anexos N° 1: Matriz De Consistencia

### Título: “Diseño de un mortero en albañilería confinada con adición de ceniza de stipa ichu, Cusco – 2021”

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTO
¿Cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu en las propiedades mecánicas de un mortero en albañilería confinada, Cusco -2021?	Determinar Cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu en las propiedades mecánicas de un mortero en albañilería confinada, Cusco -2021	La adición de ceniza de stipa ichu influye en el incremento de resistencia en las propiedades mecánicas de un mortero en albañilería confinada, Cusco -2021	<b>V1: Variable independiente.</b>  Ceniza de Stipa Ichu	Propiedades físico-químicas	Forma y textura	NTP 400.012
					Absorción	Horno eléctrico NTP 400.022
					Granulometría	Juego de tamices NTP 400.012
¿Cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu en las propiedades de estado plástico de un mortero para albañilería confinada, Cusco -2021?	Determinar cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu en las propiedades de estado plástico de un mortero para albañilería confinada, Cusco 2021	La adición de ceniza de stipa ichu influye en forma óptima en las propiedades de estado plástico de un mortero para albañilería confinada, Cusco 2021	<b>V2: Variable dependiente</b>  Diseño de Mortero	Propiedades en estado plástico del mortero	Consistencia	Mesa de fluidez NTP 334.057
Retentividad	NCH 2259					
¿Cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu en la resistencia a la compresión de un mortero para albañilería confinada, Cusco- 2021?	Determinar cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu en la resistencia a la compresión de un mortero para albañilería confinada, Cusco 2021	La adición de ceniza de stipa ichu influye en el incremento de la resistencia a la compresión de un mortero para albañilería confinada, Cusco-2021		Propiedades en estado endurecido del mortero	Adherencia	Máquina de tracción directa ASTM C-952-02
¿Cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu en la adherencia de mortero para albañilería confinada, Cusco-2021?	Determinar cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu en la adherencia de mortero para albañilería confinada, Cusco-2021	La adición de ceniza de stipa ichu influye en el incremento de resistencia de adherencia de un mortero para albañilería confinada, Cusco -2021			Resistencia a la compresión	Máquina de compresión norma NTP 334.051

## Anexos N° 2: Operacionalización de variables

**Título:** “Diseño de un mortero en albañilería confinada con adición de ceniza de stipa ichu, Cusco – 2021”

VARIABLES		CONCEPTO	CONCEPTO OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	Ceniza de Stipa Ichu	Ceniza de ichu se llama ceniza de Ichu a la planta seca calcinado a 400°C, alcanza un nivel de composición de Caolinita (Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> , Na <sub>4</sub> Ca (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> , KCa (PO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ; y sanidina (Na,k)AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ); que tienen alta composición de puzolana.(Vidal, 2019 pág. 9)	La ceniza de ichu es producto de la calcinación de la fibra de stipa ichu de 400 °C a 900 °C por 2 horas, esto para activar sus propiedades puzulánicas y poder utilizar en la sustitución parcial de cemento para poder mejorar las propiedades del mortero.	Propiedades físico-químicas	Forma y textura	Ficha de caracterización de agregados	Razón
					Absorción		
					Granulometría		
DEPENDIENTE	Diseño de Mortero	El mortero puede definirse como la mezcla de un material aglutinante (cemento Portland y/o otros cementantes), un material de relleno (agregado fino o arena), agua y eventualmente aditivos, que al endurecerse presenta propiedades químicas, físicas y mecánicas similares a las del concreto y es ampliamente utilizado para pegar piezas de mampostería en la construcción de muros. Sánchez, D. (2001)	El mortero es la mezcla de cemento, arena, agua y también se puede incluir aditivos para que la trabajabilidad del mortero sea mejor lo cual se utiliza para asentar unidades de albañilería con arena gruesa y para zócalos, revoques de paredes interiores y exteriores donde requiera uso de arena fina.	Propiedades en estado plástico del mortero	Trabajabilidad	Ficha de recolección de datos	Razón
					Retentividad		
				Propiedades en estado endurecido del mortero	Adherencia	Fichas de recolección de ensayo	
					Resistencia a la compresión		

## ANEXO 3

### VALIDACION DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

#### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

##### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Leonel Chaina Castro

Institución donde labora : Laboratorio de Mecánica de Suelos ALLPA

Especialidad : Geotecnia

Instrumento de evaluación : % de contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Peso unitario suelto, Peso unitario compactado, absorción de ( agregado fino) ,Peso específico de (ceniza de ichu), fluidez, retentividad, resistencia de adherencia y compresión de mortero.

Autor del instrumento(s): Leonel Chaina Castro

Tesis: Diseño de un mortero en albañilería confinada con adición de ceniza de stipa ichu, Cusco, 2021.

##### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>Diseño de mortero</b> , en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: : <b>Diseño de mortero</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, 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: <b>Diseño de mortero</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

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

##### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Ninguna

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

49

Cusco 25 de Junio de 2021

  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 Leonel Chaina Castro  
 INGENIERO CIVIL  
 CP 166489

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: HUGO CUBA BENAVENTE

Institución donde labora : INGENIERIA, GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L

Especialidad : GEOTECNIA

Instrumento de evaluación : % de contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Peso unitario suelto, Peso unitario compactado, absorción de ( agregado fino) ,Peso específico de (ceniza de ichu), fluidez, retentividad, resistencia de adherencia y compresión de mortero.

Autor del instrumento(s): HUGO CUBA BENAVENTE

Tesis: Diseño de un mortero en albañilería confinada con adición de ceniza de stipa ichu, Cusco, 2021.

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>Diseño de mortero</b> , en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: : <b>Diseño de mortero</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, 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: <b>Diseño de mortero</b>				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						46

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

NINGUNA

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

46

..... 25 de JUNIO de 2021



Ing. Hugo Cuba Benavente  
C.I.P. 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: Mellado Fong Luis Delano  
 Institución donde labora: TAVIRUZANA SAC. - IAS BAYBAY  
 Especialidad: Supervisor de Calidad  
 Instrumento de evaluación: % de contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Peso unitario suelto, Peso unitario compactado, absorción de (agregado fino), Peso específico de (ceniza de ichu), fluidez, retentividad, resistencia de adherencia y compresión de mortero.  
 Autor del instrumento(s): Mellado Fong Luis Delano  
 Tesis: Diseño de un mortero en albañilería confinada con adición de ceniza de stipa ichu, Cusco, 2021.

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>Diseño de mortero</b> , en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Diseño de mortero</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, 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: <b>Diseño de mortero</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

Ninguna

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 48 Cusco 30 de Junio de 2021

  
 Pedro Mellado Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 N.º 14223

## ANEXO 4: CUADRO DE DOSIFICACION

**TITULO: “Diseño de un mortero en albañilería confinada con adición de cenizas de stipa ichu, Cusco -2021”**

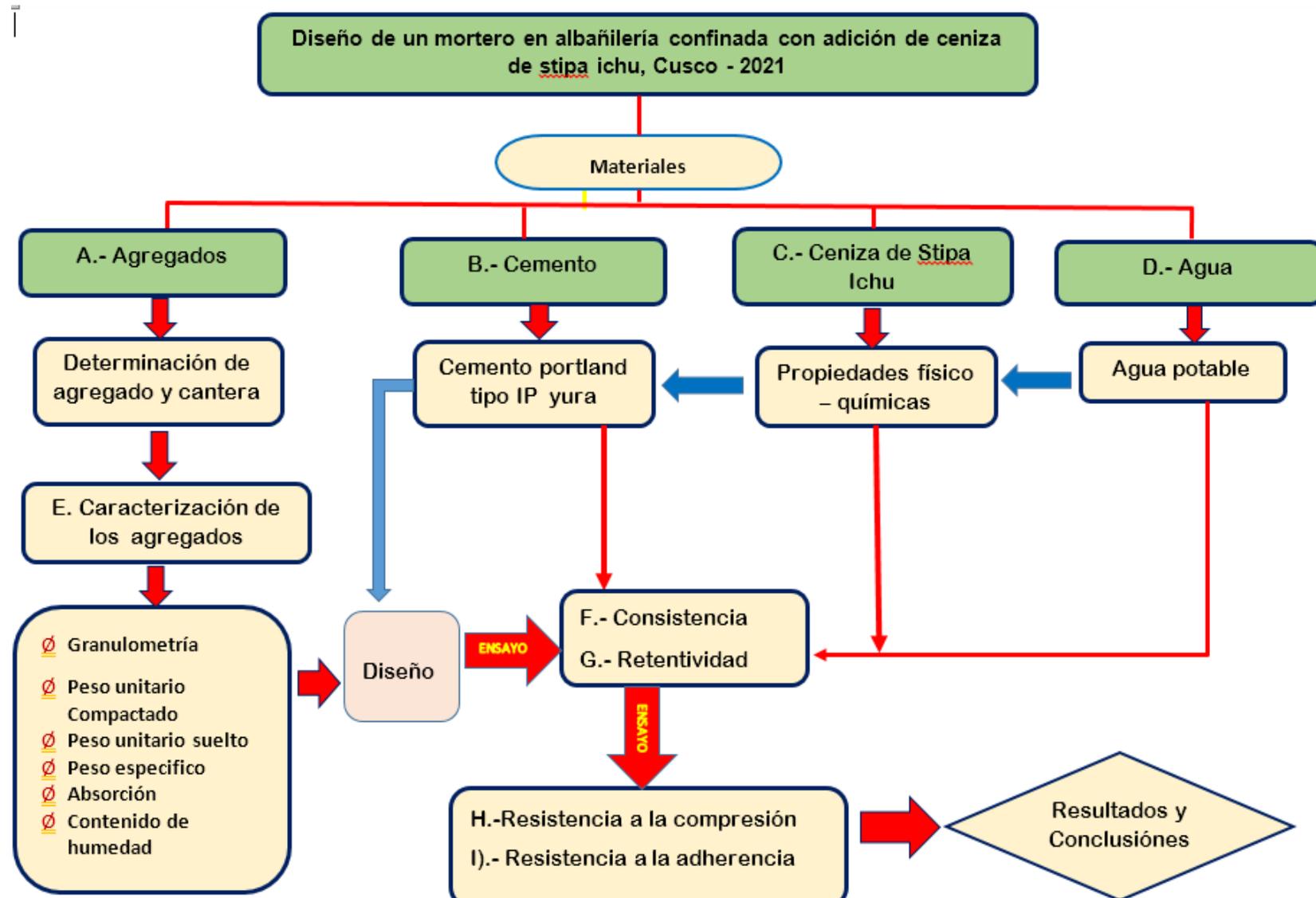
**Autor:** Br. Mamani Quispe, Mario

AUTOR	TITULO	AÑO	Resistencia (f'c= kg/cm2)	% de ceniza	Resistencia a la compresión (f'c = kg/cm2 )				Adherencia Kg/cm2	Fluidez %	Retentividad %
					7 días	14 días	21 días	28 días			
Ospina y Molina	Influencia del contenido de ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de flexión y compresión de un material compuesto por cemento portland, puzolana y arena“	2018		0%				12.943Mpa			
				6%				11,625Mpa			
				9%				753 Mpa			
				12%				4.573 Mpa			
Menenses Y Díaz W.	EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DEL ION CLORURO EN EL MORTERO	2019	210	0%	142.20	216.30		258.90			
				10%	120.20	188.00		239.00			
				20%	94.00	151.60		196.90			
				30%	76.20	112.40		144.00			
Madurwar, Burile y Sorte	Resistencia a la compresión del cemento y el mortero de cenizas volantes	2019	210	0%	336.51	407.89		433.38		110	
				5%	326.31	397.69		407.89			
				10%	321.21	383.41		402.79			
				15%	305.92	337.30		402.79			
				20%	300.81	377.30		397.69			
Ramos, C	“Diseño de mortero empleando cenizas de cascara de arroz	2019	175	0%	182.84	215.48		250.54	22.82	107.25	
				5%	199.23	234.37		274.85	25.05	74.25	
				10%	213.69	240.19		283.07	23.40	57.13	
				15%	193.14	221.74		264.74	20.55	44.75	
Solano, J.	INFLUENCIA DE LA CENIZA DE HOJAS DEEUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE PARA MORTERO EN MUROS NO PORTANTES	2020	140	0%	107.33	119.93	128.80	145.60			92.18
				4%	111.53	124.60	135.33	152.13			85.84
				8%	103.60	116.67	125.07	141.40			81.41
				12%	97.53	111.53	121.80	135.33			75.51
De los Santos y Tello	Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda unifamiliar, Carapongo - 2020.	2020	270	0%	156.90	202.00		214.00		114.00	
				4%	159.90	204.40		222.60		113.20	
				9%	161.20	206.20		231.60		109.40	
				14%	163.10	210.00		266.80		104.60	

#### 4.1.- CUADRO DE ENSAYOS

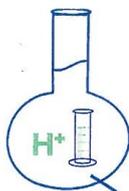
Dosificación volumétrica de mortero	1 : 4.58			Relación A/C			0.89	
Resistencia a la compresión diseñado	125 kg/cm <sup>2</sup>			Referencia de Norma			E : 070	
% de peso de cemento a sustituir por ceniza de ichu	PROPIEDADES EN ESTADO ENDURECIDO DE MORTERO						PROPIEDADES EN ESTADO PLASTICO DE MORTERO	
	ENSAYO DE COMPRESIÓN			ENSAYO DE ADHERENCIA			CONSISTENCIA	RETENTIVIDAD
	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días	T° = 16° C	T° = 16° C
0%	3	3	3			3	3	
2%	3	3	3			3	3	
4%	3	3	3			3	3	
6%	3	3	3			3	3	
	12	12	12			12	12	
Sub total	36			12			12	12
Total de muestras	72							

## ANEXO N° 5 PROCEDIMIENTO



## ANEXO N° 6

### ENSAYOS



# MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez

LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES

AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE

RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

INFORME N° 000007-21

#### ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE FIBRA DE STIPA ICHU (CALCINACIÓN)

**SOLICITA** : MARIO MAMANI QUISPE

**TESIS** : "Diseño de un Mortero en Albañilería Confinada con Adición de Ceniza de Stipa Ichu; Cusco – 2021."

**MUESTRA** : Ceniza Cruda de Stipa Ichu

**DEPARTAMENTO** : Cusco

**FECHA DE INFORME** : 21/05/21

**PROCEDIMIENTO** :

Se calcinó la muestra de ceniza cruda de Stipa Ichu.

CONDICIONES DE LA MUESTRA	
Ceniza	3.7 gr
Color	Negro
Grado de calcinación	700 °C
Tiempo de calcinación	6 h

**RESULTADOS** :

DETERMINACION	UNIDAD	RESULTADO
Ceniza	gr	3.5
Color	-	Gris

**NOTA** : Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.

 **MC QUIMICALAB**  
*M. Cumpa G.*  
Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez  
ADMINISTRACIÓN  
CIP. 238338

  
**MARIO CUMPA CAYURI**  
INGENIERO QUÍMICO  
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 16188



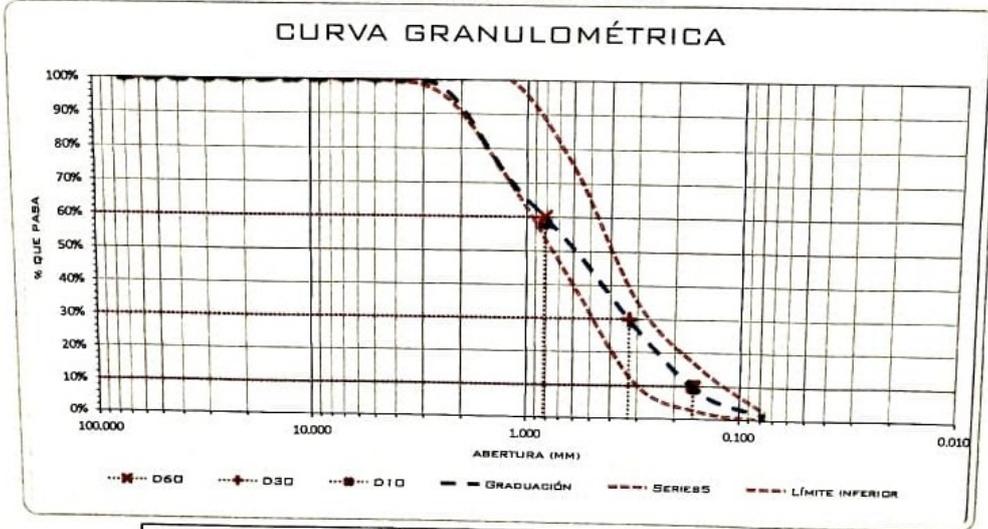
<b>ALLPA LABORATORIO</b>		Código del Proyecto:	Digite Código
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por:	L.C.C.
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO</b>		Fecha:	31/08/2019
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422 y AASHTO T 88		Revisión N° 0	-
		Rev. por:	B.C.H.C.
		Fecha:	29/09/2021

<b>DATOS GENERALES</b>	
PROYECTO :	Diseño de un mortero en albañilería confinada con adición de ceniza de estipa ichu, Cusco - 2021
SOLICITA :	Br. Mario Mamani Quispe
UBICACIÓN :	Cusco

<b>DATOS ESPECÍFICOS</b>			
UBICACIÓN :	-	CALICATA :	-
FECHA :	Cuándo?	MUESTRA :	M-1
HECHO POR :	A.B.X.Z. y Quién?	PROFUNDIDAD :	-

Tamiz	AASHTO T-27 (mm)	Agr. A % que pasa	Agr. B % que pasa	Agr. C % que pasa	Mezcla % que pasa	Especificaciones		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
						Inferior	Superior		
3"	76.200	100.00%	100.00%		100.00%	100.00%	100.00%	Peso de Muestras	
2"	50.800	100.00%	100.00%		100.00%	100.00%	100.00%	Peso Total Seco (gr.)	580.20
1½"	38.100	100.00%	100.00%		100.00%	100.00%	100.00%	Peso Después de Lavar (gr.)	580.20
1"	25.400	100.00%	100.00%		100.00%	100.00%	100.00%	Perdida por Lavado (gr.)	
¾"	19.050	100.00%	100.00%		100.00%	100.00%	100.00%	Datos Generales	
3/8"	9.525	100.00%	100.00%		100.00%	100.00%	100.00%	% de Gruesos	
Nº 4	4.760	100.00%	100.00%		100.00%	100.00%	100.00%	% de Finos	
Nº 8	2.360	95.70%	99.73%		97.04%	95.00%	100.00%	Total	
Nº 16	1.180	56.55%	98.82%		70.64%	70.00%	100.00%	Fracciones de Grava, Arena y Finos	
Nº 30	0.600	30.62%	91.72%		50.98%	40.00%	75.00%	% de Grava (Ret. Tamiz Nº 4)	
Nº 50	0.300	14.77%	51.11%		26.88%	10.00%	35.00%	% de Arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200)	
Nº 100	0.150	5.74%	11.33%		7.60%	2.00%	15.00%	% de Finos (Pasa Tamiz Nº 200)	
Nº 200	0.075	1.00%	1.27%		1.09%	0.00%	2.00%	% que pasa el tamiz Nº 10	97.04%
< Nº 200	Cazuela							% que pasa el tamiz Nº 40	50.98%
Lavado	-							% que pasa el tamiz Nº 200	1.09%
	Peso Total	-	-	Error*	-			Gradación	

\* La variación entre el peso total y la suma de los pesos de las fracciones debe ser menor al 1% para cumplir con la precisión exigida por el MTC.



PARÁMETROS GRANULOMÉTRICOS	
D60 = 0.818	Tamaño Máximo Absoluto: Nº 4
D30 = 0.328	Tamaño Máximo Nominal: Nº 8
D10 = 0.163	Cu = 5.00
	Cc = 0.81

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.  
 El ensayo no cumple con la precisión exigida por el MTC.  
 El módulo de finéz es de 2.47.

RESPONSABLE DE LABORATORIO  
  
**Leonor Chaiña Castro**  
 INGENIERO CIVIL  
 EIP 16848



<b>ALLPA LABORATORIO</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO <b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO</b> NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108 y ASTM D 2216	Código del Proyecto:	1256-AI.-SR-01
	Form. Aprob. por:	L.C.C.
	Fecha:	03/12/2019
	Revisión N° 0	-
	Rev. por:	B.C.H.C.

V. Br 3 8 Fecha 29/05/2021

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO** : Diseño de un mortero en albañilería confinada con adición de ceniza de stipa  
**SOLICITA** : Br. Mario Mamani Quispe  
**UBICACIÓN** : Cusco

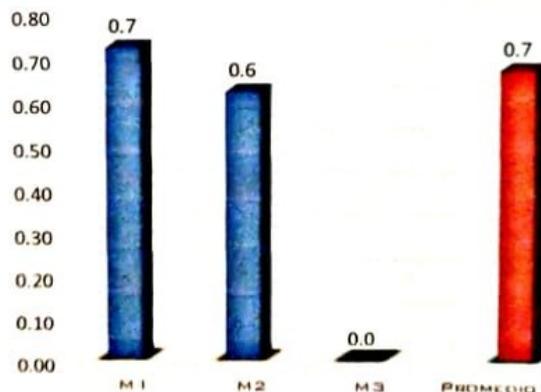
**DATOS ESPECÍFICOS**

**UBICACIÓN** : - **CALICATA** : -  
**FECHA** : jueves, 27 de Mayo de 2021 **MUESTRA** : M-01  
**HECHO POR** : S.H.I y B.C.H.C. **PROFUNDIDAD** : -

MUESTRA	M1	M2	M3
Peso del Contenedor (gr.)	22.15	22.43	
Peso del Contenedor + Suelo Húmedo (gr.)	119.20	126.87	
Peso del Contenedor + Suelo Seco (gr.)	118.51	126.23	
Peso del Agua (gr.)	0.69	0.64	
Peso del Suelo Seco (gr.)	96.36	103.80	
Contenido de Humedad (%)	0.72	0.62	
Variación respecto de la media*	7.5%	7.5%	

\* La variación respecto de la media de cada muestra debe ser menor al 7.8 % para cumplir con la precisión exigida por el MTC.

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%)**



Contenido de Humedad (%)	0.7
--------------------------	-----

**Observaciones:** *El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.*  
*El ensayo cumple con la precisión exigida por el MTC.*

  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 Leonor Quispe Castro



<b>ALLPA LABORATORIO</b>		Código del Proyecto: 1260-A1-SR-02
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por: B.C.H.C.
<b>PESO UNITARIO MÍNIMO Y MÁXIMO</b>		Fecha: 30/05/2021
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 203, NIP 400.017 y LN.V.E. 136		Revisión N° 0
V. Br 4.0		Rev. por: B.C.H.C.
		Fecha: 29/05/2021

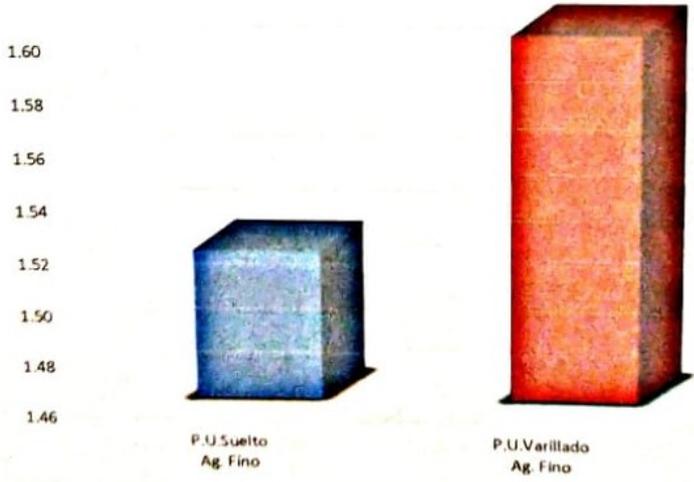
DATOS GENERALES	
<b>PROYECTO</b>	: Diseño de un mortero en albañilería confinada con adición de ceniza de stipa ichu,
<b>SOLICITA</b>	: Br. Mario Mamani Quispe
<b>UBICACIÓN</b>	: Cusco

DATOS ESPECÍFICOS	
<b>CANTERA</b>	: PUNTO
<b>MUESTRA</b>	: Arena de Vichos y Cunyac (2:1)
<b>FECHA</b>	: jueves, 27 de Mayo de 2021
	: HECHO POR : I.C.C.
	: B.C.H.C.

AGREGADO GRUESO Muestra	Peso unitario suelto			Peso unitario varillado		
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Diámetro de molde (cm)	10.21	10.22				
Altura de molde (cm)	11.71	11.71				
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	959.0	960.9				
Peso de molde (gr.)	3468.9	3468.9				
Peso del molde + muestra (gr.)	4923.7	4928		5005.4	4998.8	
Peso de la muestra (gr.)	1454.8	1459.1		1536.5	1529.9	
Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	1.517	1.518		1.602	1.592	
Densidad promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1.518			1.597		
Rango* (gr/cm <sup>3</sup> )	0.002			0.010		

\* El rango debe ser menor a 0.04 g/cm<sup>3</sup> para cumplir con la precisión exigida por el MTC.

Pesos Unitarios (gr/cm<sup>3</sup>)



**Observaciones:** *El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.*  
*El ensayo cumple con la precisión exigida por el MTC.*

  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
**Leonel Chaiña Castro**  
 INGENIERO CIVIL

 <p>Grupo Allpa Nuestro Laboratorio</p>	Código del Proyecto: 1260-AI.-SR-02	
	<b>ALLPA LABORATORIO</b>	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	
	<b>PESO ESPECÍFICO DEL SUELO</b>	
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 206 y NTP 400.021		Form. Aprob. por: B.C.H.C. Fecha: 30/05/2021 - Revisión N° 0 Rev. por: B.C.H.C. Fecha: 29/05/2021
		V. Br 4.0

#### DATOS GENERALES

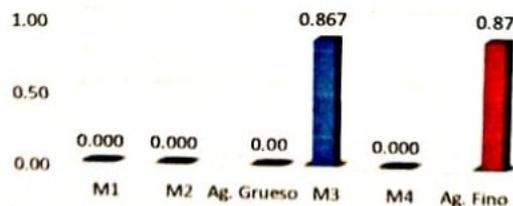
**PROYECTO** : Diseño de un mortero en albañilería confinada con adición de ceniza de stipa ichu,  
**SOLICITA** : Br. Mario Mamani Quispe  
**UBICACIÓN** : Cusco

#### DATOS ESPECÍFICOS

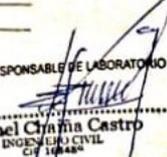
**CANTERA** : Arena de Vichos y Cunyac (2:1)      **PUNTO** :  
**MUESTRA** :      **HECHO POR** : I.C.C.  
**FECHA** : jueves, 27 de Mayo de 2021      **HECHO POR** : B.C.H.C.

MUESTRA	M1	M2	M3	M4
Número de picnómetro			2	
Peso del picnómetro + agua a temp. de ensayo (gr.)			669.73	
Peso del picnómetro + muestra + agua (gr.)			981.35	
Temperatura de ensayo del agua (°C)			17.20	
Peso de la muestra sumergida (gr.)			311.62	
Peso de la muestra saturada con sup. seca (gr.)			500.02	
Peso del contenedor (gr.)			71.63	
Peso del contenedor + muestra seca (gr.)			567.35	
Peso de la muestra seca (gr.)			495.72	
Peso del agua desplazada (gr.)			188.40	
Peso del agua despl. por sólidos y vacíos inacces. (gr.)			184.10	
Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm <sup>3</sup> )			0.99874	
Volumen del agua desplazada (cm <sup>3</sup> )			188.64	
Volumen de sólidos y vacíos inaccesibles (cm <sup>3</sup> )			184.33	
Peso Específico (gr./cm <sup>3</sup> )			2.628	
Peso Específico Saturado (gr./cm <sup>3</sup> )			2.651	
Peso Específico Aparente (gr./cm <sup>3</sup> )			2.689	
Absorción (%)			0.87	

PESO ESPECÍFICO (gr/cm<sup>3</sup>)



**Observaciones:** *El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.*

RESPONSABLE DE LABORATORIO  
  
**Leonel Chayña Castro**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 10848

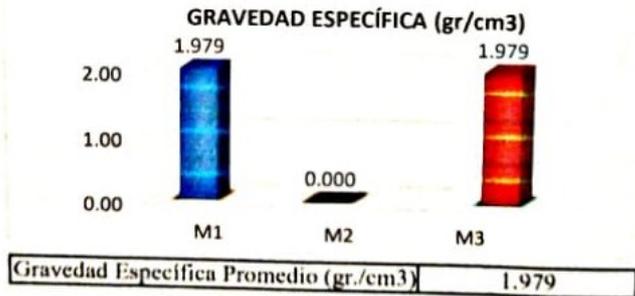
	<b>ALLPA LABORATORIO</b>		Código del Proyecto: 1256-AL-SR-01
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por: L.C.C.
	<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL SUELO</b>		Fecha: 03/12/2019
	NORMAS TÉCNICAS: MTC E 113, NTP 339.131 y ASTM D 854		Revisión N° 0
	V. Br 3.8		Rev. por: B.C.H.C Fecha: 29/05/2021

DATOS GENERALES	
<b>PROYECTO</b>	: Diseño de un mortero en albañilería confinada con adición de ceniza de
<b>SOLICITA</b>	: Br. Mario Mamani Quispe
<b>UBICACIÓN</b>	: Cusco

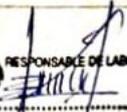
DATOS ESPECÍFICOS			
<b>UBICACIÓN</b>	: -	<b>CALICATA</b>	: -
<b>FECHA</b>	: jueves, 27 de Mayo de 2021	<b>MUESTRA</b>	: Ceniza
<b>HECHO POR</b>	: S.H.I y B.C.H.C.	<b>PROFUNDIDAD</b>	: -

MUESTRA	M1	M2
Número de Picnómetro	2	
Volumen del Picnómetro (ml)	500	
Peso del Contenedor (gr.)	0.01	
Peso del Contenedor + Muestra Seca (gr.)	60.02	
Peso de la Muestra Seca (gr.)	60.01	
Peso del Picnómetro + Agua + Muestra (gr.)	612.39	
Temperatura del Agua (°C)	20.5	
Peso del Picnómetro + Agua (gr.)	577.01	
Peso de la Muestra Sumergida (gr.)	35.38	
Peso del Agua Desplazada (gr.)	24.63	
Gravedad Específica a Temperatura de Ensayo (gr./cm <sup>3</sup> )	1.979	
Factor de corrección por Temperatura	1.00000	
Peso Específico (gr./cm <sup>3</sup> )	1.979	
Rango de los resultados* (gr./cm <sup>3</sup> )		

\* El rango debe ser menor a 0.02 para cumplir con la precisión exigida por el MTC.



**Observaciones:** El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.  
El ensayo no cumple con la precisión exigida por el MTC.

  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 Leonel Chaiña Castro  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 16948



## CERTIFICACION DEL ENSAYO

### ENSAYO DE FLUIDEZ O CONSISTENCIA DE MORTERO NTP (334.057)

TESIS:	"Diseño de un mortero en albañilería confinada con adición de Cenizas de Stipa Ichu, Cusco 2021"
ENSAYO:	Ensayo de fluidez
FECHA:	28 / 05 /2021
LUGAR DE ENSAYO:	Laboratorio de mecánica de suelos y materiales GRUPO ALLPA
TESISTA	Mario Mamani Quispe

Dosificación de mortero			
Relación volumétrica de (cemento arena)	1 : 4.58	Relación A/C	0.89

PARA MORTERO 1	Reemplazo del 0.00% Cemento YURA Tipo IP por ceniza de Stipa Ichu
Material	Cantidad (gr)
Arena seca	450
Cemento	98.3
Agua	87.5
Ceniza de Stipa Ichu	0.0

NUMERO DE MUESTRAS	Diámetro de Fluidez (cm)				Promedio del diámetro (cm)	Diámetro inicial (cm)	FLUIDEZ (%)
	D1	D2	D3	D4	DP	DI	(%)
M1	20	20.9	20.6	20.1	20.4	9.7	110.31
M2	19.8	20.1	20.6	19.5	19.8	9.6	106.25
M3	20.6	20.7	20.3	19.9	20.4	9.7	110.31
	PROMEDIO DE FLUIDEZ $=((DP-DI)/DI)*100$						108.96

  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
Leonel Chaiña Castro  
INGENIERO CIVIL  
CP 168-89



## CERTIFICACION DEL ENSAYO

### ENSAYO DE FLUIDEZ O CONSISTENCIA DE MORTERO NTP (334.057)

TESIS:	“Diseño de un mortero en albañilería confinada con adición de Cenizas de Stipa Ichu, Cusco 2021”
ENSAYO:	Ensayo de fluidez
FECHA:	28 / 05 /2021
LUGAR DE ENSAYO:	Laboratorio de mecánica de suelos y materiales GRUPO ALLPA
TESISTA	Mario Mamani Quispe

Dosificación de mortero			
Relación volumétrica de (cemento arena)	1 : 4.58	Relación A/C	0.89

PARA MORTERO 1	Reemplazo del 2% Cemento YURA Tipo IP por ceniza de Stipa Ichu
Material	Cantidad (gr)
Arena seca	450
Cemento	96.3
Agua	87.4
Ceniza de Stipa Ichu	1.97

NUMERO DE MUESTRAS	Diámetro de Fluidez (cm)				Promedio del diámetro (cm)	Diámetro inicial (cm)	FLUIDEZ
	D1	D2	D3	D4	DP	DI	(%)
M1	19.9	20.2	20	20.2	20.1	9.7	107.22
M2	18.8	19.9	20.1	19.7	19.7	9.7	103.09
M3	19.2	19.7	18.8	19.5	19.5	9.6	103.13
PROMEDIO DE FLUIDEZ = ((DP-DI)/DI)*100							104.5

RESPONSABLE DE LABORATORIO  
  
Leonel Chaña Castro  
INGENIERO CIVIL  
CP 166486



## CERTIFICACION DEL ENSAYO

### ENSAYO DE FLUIDEZ O CONSISTENCIA DE MORTERO NTP (334.057)

TESIS:	“Diseño de un mortero en albañilería confinada con adición de Cenizas de Stipa Ichu, Cusco 2021”
ENSAYO:	Ensayo de fluidez
FECHA:	28 / 05 /2021
LUGAR DE ENSAYO:	Laboratorio de mecánica de suelos y materiales GRUPO ALLPA
TESISTA	Mario Mamani Quispe

Dosificación de mortero			
Relación volumétrica de (cemento arena)	1 : 4.58	Relación A/C	0.89

PARA MORTERO 1	Reemplazo del 4% Cemento YURA Tipo IP por ceniza de Stipa Ichu
Material	Cantidad (gr)
Arena seca	450
Cemento	94.4
Agua	87.4
Ceniza de Stipa Ichu	3.9

NUMERO DE MUESTRAS	Diámetro de Fluidez (cm)				Promedio del diámetro (cm)	Diámetro inicial (cm)	FLUIDEZ (%)
	D1	D2	D3	D4			
M1	17.9	19	17.8	18.8	18.3	9.6	90.63
M2	19.5	17.8	18.5	18.6	18.6	9.6	93.75
M3	18.6	17.4	17.5	17.9	17.9	9.6	86.46
PROMEDIO DE FLUIDEZ =((DP-DI)/DI)*100							90.28

RESPONSABLE DE LABORATORIO  
  
Leonel Chaiña Castro  
INGENIERO CIVIL  
CP 166480



## CERTIFICACION DEL ENSAYO

### ENSAYO DE FLUIDEZ O CONSISTENCIA DE MORTERO NTP (334.057)

TESIS:	"Diseño de un mortero en albañilería confinada con adición de Cenizas de Stipa Ichu, Cusco 2021"
ENSAYO:	Ensayo de fluidez
FECHA:	28 / 05 /2021
LUGAR DE ENSAYO:	Laboratorio de mecánica de suelos y materiales GRUPO ALLPA
TESISTA	Mario Mamani Quispe

Dosificación de mortero			
Relación volumétrica de (cemento arena)	1 : 4.58	Relación A/C	0.89

PARA MORTERO 1	Reemplazo del 6% Cemento YURA Tipo IP por ceniza de Stipa Ichu
Material	Cantidad (gr)
Arena seca	450
Cemento	92.4
Agua	87.4
Ceniza de Stipa Ichu	5.9

NUMERO DE MUESTRAS	Diámetro de Fluidez (cm)				Promedio del diámetro (cm)	Diámetro inicial (cm)	FLUIDEZ (%)
	D1	D2	D3	D4	DP	DI	
M1	17.5	18.5	18.4	17.8	18.1	9.6	88.54
M2	16.6	16.8	17	16.9	16.8	9.6	75.00
M3	16.8	16.7	16	15.8	16.3	9.6	69.79
	PROMEDIO DE FLUIDEZ =((DP-DI)/DI)*100						77.78

RESPONSABLE DE LABORATORIO  
  
Leonel Chaiña Castro  
INGENIERO CIVIL  
CP 166486



**CERTIFICACION DEL ENSAYO**

**ENSAYO DE RETENTIVIDAD DE AGUA EN MORTERO**

Referencia de metodología adoptada: (Rivas Eliana, 2019 - Pag. 14, 15)

DATOS DEL ENSAYO		Dosificación	Relación A/C		0.89	
TESIS:	"Diseño de un mortero en albañilería confinada con adición de Cenizas de Stipa Ichu, Cusco 2021"		Arena Seca (gr.)	Relación Volumétrica a/c		1:4.58
ENSAYO:	Ensayo de Retentividad	Cemento (gr.)		450		
FECHA:	27 / 05 /2021	Agua (gr.)	Sust.0%	98.3	Sust. 2%	96.3
LUGAR DE ENSAYO:	Laboratorio de mecánica de suelos y materiales GRUPO ALLPA	Ceniza de Stipa Ichu (gr.)	87.4			
TESISTA	Mario Mamani Quispe		Sust. 0%	0.0	Sust. 2%	1.97

Sustitución de cemento por ceniza de ichu al:	Diámetros (cm)	Ensayo de Retentividad utilizando mesa de Flujo, para los tiempos de: 0,5,10,15, y 20 minutos					RETENTIVIDAD (%)				
		0 minutos	5 minutos	10 minutos	15 minutos	20 minutos	0 minutos	5 minutos	10 minutos	15 minutos	20 minutos
0%	D1	20	19.5	19.1	17.1	16.8	109%	96%	92%	77%	71%
	D2	20.6	18.6	18.2	17.4	15.5					
	D3	20.2	19.2	18.1	17.1	16.9					
	D4	21.1	18.6	19.1	17.2	17					
P.D. (cm)		20.48	18.98	18.63	17.2	16.55					
D.l. (cm)		9.8	9.7	9.7	9.7	9.7					
2%	D1	20.2	18.8	18.8	17.6	16.2	107.5%	96%	92%	79%	64%
	D2	20.4	19.2	18.3	17.6	15.8					
	D3	20.5	19.6	18.6	17.2	15.7					
	D4	20.2	18.4	18.8	16.9	16					
P.D. (cm)		20.34	19	18.63	17.33	15.93					
D.l. (cm)		9.8	9.7	9.7	9.7	9.7					

- P.D. = Promedio de los Diámetros , D.l. = Diámetro Inicia

RESPONSABLE DE LABORATORIO  
  
Leonel Chaita Castro  
INGENIERO CIVIL  
CP 16648



**CERTIFICACION DEL ENSAYO**

**ENSAYO DE RETENTIVIDAD DE AGUA EN MORTERO**

Referencia de metodología adoptada: (Rivas Eliana, 2019 - Pag. 14, 15)

DATOS DEL ENSAYO		Dosificación	Relación A/C	
TESIS:	"Diseño de un mortero en albañilería confinada con adición de Cenizas de Stipa Ichu, Cusco 2021"		Arena Seca (gr.) Cemento (gr.) Agua (gr.) Ceniza de Stipa Ichu (gr.)	Relación A/C
ENSAYO:	Ensayo de Retentividad	Relación Volumétrica a/c		1:4.58
FECHA:	27 / 05 /2021		Sust. 4%	94.4
LUGAR DE ENSAYO:	Laboratorio de mecánica de suelos y materiales GRUPO ALLPA		Sust. 6%	92.4
TESISTA	Mario Mamani Quispe		Sust. 4%	3.9
			Sust. 6%	5.9

Sustitución de cemento por ceniza de ichu al:	Diámetros (cm)	Ensayo de Retentividad utilizando mesa de Flujo, para los tiempos de: 0,5,10,15, y 20 minutos					RETENTIVIDAD (%)				
		0 minutos	5 minutos	10 minutos	15 minutos	20 minutos	0 minutos	5 minutos	10 minutos	15 minutos	20 minutos
4%	D1	18.9	17.5	16.4	16	15	90%	79%	69%	65%	52%
	D2	17.8	17.4	16.5	15.9	14.7					
	D3	18.5	17.7	16.2	16.1	15					
	D4	18.5	16.8	16.6	16	14.4					
P.D. (cm)		18.43	17.35	16.43	16	14.78					
D.I. (cm)		9.7	9.7	9.7	9.7	9.7					
6%	D1	17.3	16.2	15.8	13	-	81%	67%	50%	35%	-
	D2	18	16.4	14	13.1	-					
	D3	17.2	16	14.4	13.3	-					
	D4	17.7	16.2	14.1	13	-					
P.D. (cm)		17.55	16.2	14.58	13.1	-					
D.I. (cm)		9.7	9.7	9.7	9.7	-					

- P.D. = Promedio de los Diámetros , D.I. = Diámetro Inicial

RESPONSABLE DE LABORATORIO  
  
Leonel Chaina Castro  
INGENIERO CIVIL  
CP 15648

## ENSAYO DE COMPRESION, 7 DIAS



CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.  
 - LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.  
 - Urb. El Eden Lote C-3 , San Sebastian - Cusco, Tlf: 084 -270342, Claro: 084-974279249, RPM: #998990111, Nextel:947285580

### ENSAYO DE COMPRESION UNIAXIAL (NTP. 334.051)

**OLICITADO :** BACH. MARIO MAMANI QUISPE

**TESIS:** DISEÑO DE UN MORTERO EN ALBAÑILERIA CONFINADA, CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU, CUSCO, 2021

**UBICACIÓN :** CUSCO-CUSCO

**FECHA :** JUNIO, 2021

**MUESTRA :** 12 UNIDADES DE MORTERO

**P.R.:** Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

**EDAD DE ENSAYO:** 7 dias

GEOMETRIA REFERENCIAL DE LOS CUBOS		
LARGO	ANCHO	ALTURA
5.0 cm	5.0 cm	5.0 cm

N	DESCRIPCION	MUESTRA	DIMENSIONES				Fecha		Edad (días)	ESFUERZO MAXIMO		Resistencia a la compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
			LARGO PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	Moldeo	Rotura		(kN)	(kgf)		
1	PATRON	M1	4.91	5.03	5.10	24.6973	27/05/2021	03/06/2021	7	16.300	1662.11	67.30	60.99
2		M2	5.12	5.00	4.92	25.6	27/05/2021	03/06/2021	7	13.900	1417.38	55.37	
3		M3	5.04	5.20	5.01	26.208	27/05/2021	03/06/2021	7	15.500	1580.54	60.31	
4	2% DE CENIZA DE ICHU	M1	5.00	5.21	4.93	26.05	27/05/2021	03/06/2021	7	18.400	1876.25	72.02	76.06
5		M2	5.10	5.00	5.24	25.5	27/05/2021	03/06/2021	7	20.600	2100.58	82.38	
6		M3	5.13	5.20	5.00	26.676	27/05/2021	03/06/2021	7	19.300	1968.02	73.77	
7	4% DE CENIZA DE ICHU	M1	4.91	5.00	5.00	24.55	27/05/2021	03/06/2021	7	20.800	2120.98	86.39	85.31
8		M2	5.00	4.93	5.17	24.65	27/05/2021	03/06/2021	7	21.600	2202.55	89.35	
9		M3	5.00	4.98	5.12	24.9	27/05/2021	03/06/2021	7	19.580	1996.57	80.18	
10	6% DE CENIZA DE ICHU	M1	5.27	5.00	5.08	26.35	27/05/2021	03/06/2021	7	22.500	2294.33	87.07	87.33
11		M2	5.13	5.00	4.98	25.65	27/05/2021	03/06/2021	7	21.980	2241.30	87.38	
12		M3	5.00	5.24	5.10	26.2	27/05/2021	03/06/2021	7	22.490	2293.31	87.53	



Ing. Hugo Cuba Benavente  
 CIP 128589  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

## ENSAYO DE COMPRESION, 21 DIAS



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.

- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

- Urb. El Eden Lote C-3 , San Sebastian - Cusco, Tlf: 084 -270342, Claro: 084-974279249, RPM: #998990111, Nextel: 947285580

### ENSAYO DE COMPRESION UNIAXIAL (NTP. 334.051)

OLICITADO : BACH. MARIO MAMANI QUISPE

TESIS: DISEÑO DE UN MORTERO EN ALBAÑILERIA CONFINADA, CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU, CUSCO, 2021

UBICACIÓN : CUSCO-CUSCO

FECHA : JUNIO, 2021

EDAD DE ENSAYO: 21 dias

MUESTRA : 12 UNIDADES DE MORTERO

P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

GEOMETRIA REFERENCIAL DE LOS CUBOS		
LARGO	ANCHO	ALTURA
5.0 cm	5.0 cm	5.0 cm

N	DESCRIPCION	MUESTRA	DIMENSIONES				Fecha		Edad (días)	ESFUERZO MAXIMO		Resistencia a la compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO F. C. (kg/cm <sup>2</sup> )
			LARGO PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	Moldeo	Rotura		(kN)	(kgf)		
1	PATRON	M1	5.18	5.11	5.03	26.4698	27/05/2021	17/06/2021	21	21.140	2155.65	81.44	82.70
2		M2	5.18	5.10	5.21	26.418	27/05/2021	17/06/2021	21	22.430	2287.19	86.58	
3		M3	5.13	5.07	5.11	26.0091	27/05/2021	17/06/2021	21	20.430	2083.25	80.10	
4	2% DE CENIZA DE ICHU	M1	5.04	5.00	4.90	25.2	27/05/2021	17/06/2021	21	21.360	2178.08	86.43	87.38
5		M2	5.13	5.04	5.17	25.8552	27/05/2021	17/06/2021	21	22.100	2253.54	87.16	
6		M3	5.07	5.00	5.03	25.35	27/05/2021	17/06/2021	21	22.010	2244.36	88.53	
7	4% DE CENIZA DE ICHU	M1	5.15	5.08	5.11	26.162	27/05/2021	17/06/2021	21	22.870	2332.05	89.14	90.06
8		M2	5.21	5.02	4.97	26.1542	27/05/2021	17/06/2021	21	24.080	2455.44	93.88	
9		M3	5.21	5.17	5.11	26.9357	27/05/2021	17/06/2021	21	23.020	2347.35	87.15	
10	6% DE CENIZA DE ICHU	M1	5.20	5.17	5.01	26.884	27/05/2021	17/06/2021	21	24.140	2461.56	91.56	93.50
11		M2	5.11	5.03	5.09	25.7033	27/05/2021	17/06/2021	21	23.520	2398.33	93.31	
12		M3	5.22	5.18	5.15	27.0396	27/05/2021	17/06/2021	21	25.360	2585.96	95.64	



Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

## ENSAYO DE COMPRESION – 28 DIAS



CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.  
 - LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.  
 - Urb. El Eden Lote C-3 , San Sebastian - Cusco, Tlf: 084 -270342, Claro: 084-974279249, RPM: #998990111, Nextel:947285580

### ENSAYO DE COMPRESION UNIAXIAL (NTP. 334.051)

**SOLICITADO :** BACH. MARIO MAMANI QUISPE

**TESIS:** DISEÑO DE UN MORTERO EN ALBAÑILERIA CONFINADA, CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU, CUSCO, 2021

**UBICACIÓN :** CUSCO-CUSCO

**FECHA :** JUNIO, 2021

**MUESTRA :** 12 UNIDADES DE MORTERO

**P.R.:** Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

**EDAD DE ENSAYO:** 28 dias

GEOMETRIA REFERENCIAL DE LOS CUBOS		
LARGO	ANCHO	ALTURA
5.0 cm	5.0 cm	5.0 cm

N	DESCRIPCION	MUESTRA	DIMENSIONES				Fecha		Edad (dias)	ESFUERZO MAXIMO		Resistencia a la compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO F.C (kg/cm <sup>2</sup> )
			LARGO PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	Moldeo	Rotura		(kN)	(kgf)		
1	PATRON	M1	5.21	5.05	5.07	26.3105	27/05/2021	24/06/2021	28	22.918	2336.93	88.82	88.99
2		M2	5.19	5.10	5.09	26.469	27/05/2021	24/06/2021	28	24.208	2468.47	93.26	
3		M3	5.21	5.12	5.01	26.6752	27/05/2021	24/06/2021	28	22.208	2264.53	84.89	
4	2% DE CENIZA DE ICHU	M1	5.12	5.09	5.27	26.0608	27/05/2021	24/06/2021	28	23.138	2359.36	90.53	92.65
5		M2	5.13	5.07	5.08	26.0091	27/05/2021	24/06/2021	28	23.878	2434.82	93.61	
6		M3	5.12	5.05	5.28	25.856	27/05/2021	24/06/2021	28	23.788	2425.64	93.81	
7	4% DE CENIZA DE ICHU	M1	5.12	5.01	5.13	25.6512	27/05/2021	24/06/2021	28	24.648	2513.33	97.98	97.56
8		M2	5.25	5.01	5.35	26.3025	27/05/2021	24/06/2021	28	25.858	2636.72	100.25	
9		M3	5.26	5.09	5.21	26.7734	27/05/2021	24/06/2021	28	24.798	2528.63	94.45	
10	6% DE CENIZA DE ICHU	M1	5.21	5.07	5.17	26.4147	27/05/2021	24/06/2021	28	25.918	2642.84	100.05	103.01
11		M2	5.02	4.98	5.12	24.9996	27/05/2021	24/06/2021	28	25.298	2579.61	103.19	
12		M3	5.21	5.02	5.24	26.1542	27/05/2021	24/06/2021	28	27.138	2787.24	105.80	

  
**INGEOMA**  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y MATERIALES E.I.R.L.  
 Ing. Hugo Cuba Benavente  
 CIP 128589  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

## ENSAYO DE ADHERENCIA – 28 DIAS



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.
- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.
- Urb. El Eden Lote C-3 , San Sebastian - Cusco, Tlf: 084 -270342, Claro: 084-974279249, RPM: #998990111, Nextel:947285580

### ENSAYO DE ADHERENCIA DE MORTERO (TRACCION DIRECTA ASTM C-952-02)

SOLICITADO : BACH. MARIO MAMANI QUISPE

TESIS: DISEÑO DE UN MORTERO EN ALBAÑILERIA CONFINADA, CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU, CUSCO, 2021

UBICACIÓN : CUSCO-CUSCO

FECHA : JUNIO, 2021

MUESTRA : UNIDAD DE ALBAÑILERIA

P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

EDAD DE ENSAYO: 28 dias

GEOMETRIA		
LARGO	ANCHO	ALTURA
24.0 cm	12.0 cm	9.0 cm
N DE HUECOS	DIAMETRO	AREA HUECA
18	2.5 cm	88.36 cm <sup>2</sup>

DIMENSIONES DE LA JUNTA	
LARGO (cm)	ANCHO (cm)
13.00	12.00
AREA <b>156.00 cm<sup>2</sup></b>	

CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES PROPIEDADES	
CLASE	TIPO
LADRILLO IV	HUECA

N° de Briqueta	DESCRIPCION	MUESTRA	Fecha		Edad	Dial	Deformacion maxima (mm)	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO F' C (kg/cm <sup>2</sup> )
			Moldeo	Rotura	(dias)	Kg			
1	PATRON	M1	27/05/2021	24/06/2021	28	275.000	1.300	1.760	1.82
2		M2	27/05/2021	24/06/2021	28	290.000	1.400	1.860	
3		M3	27/05/2021	24/06/2021	28	286.000	1.400	1.830	
4	2% DE CENIZA DE ICHU	M1	27/05/2021	24/06/2021	28	330.000	2.000	2.115	2.00
5		M2	27/05/2021	24/06/2021	28	283.000	1.500	1.814	
6		M3	27/05/2021	24/06/2021	28	325.000	1.600	2.083	
7	4% DE CENIZA DE ICHU	M1	27/05/2021	24/06/2021	28	338.000	1.600	2.167	2.28
8		M2	27/05/2021	24/06/2021	28	358.000	1.800	2.295	
9		M3	27/05/2021	24/06/2021	28	370.000	1.700	2.372	
10	6% DE CENIZA DE ICHU	M1	27/05/2021	24/06/2021	28	302.000	1.600	1.936	2.43
11		M2	27/05/2021	24/06/2021	28	408.000	2.100	2.615	
12		M3	27/05/2021	24/06/2021	28	426.000	2.400	2.730	



Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

**ANEXO N° 7**  
**CERTIFICADOS DE CALIBRACION**



**LABORATORIO DE METROLOGÍA**  
**CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA**  
**Calibration Certificate – Laboratory of Force**

<b>OBJETO DE PRUEBA:</b>	<b>MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN</b>	<b>Pág. 1 de 3</b>
<i>Instrument</i>	101 972 kgf	
<i>Rangos</i>		
<i>Measurement range</i>		
<b>FABRICANTE</b>	TEST MARK (INDICADOR) / HUMBOLDT (MARCO)	
<i>Manufacturer</i>		
<b>Modelo</b>	NO PRESENTA (INDICADOR) / 121020H (MARCO)	
<i>Model</i>		
<b>Serie</b>	LX13-120924-49 (INDICADOR) / CM-3000-LXIP60 (MARCO)	
<i>Identification number</i>		
<b>Ubicación de la máquina</b>	LAB. DE SUELOS Y CONCRETO - INGEOMAT E.I.R.L	
<i>Location of the machine</i>		
<b>Norma de referencia</b>	NTC – ISO 7500 – 1 ( 2007 – 07 – 25 )	
<i>Norm of used reference</i>		
<b>Intervalo calibrado</b>	Del 10% al 100% del Rango	
<i>Calibrated interval</i>		
<b>Solicitante</b>	INGEOMAT E.I.R.L	
<i>Customer</i>		
<b>Dirección</b>	MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN –CUSCO – SAN SEBASTIAN	
<i>Address</i>		
<b>Ciudad</b>	CUSCO	
<i>City</i>		
<b>PATRON(ES) UTILIZADO(S)</b>		
<i>Measurement standard</i>		
<b>Tipo / Modelo</b>	T71P / ZSC	
<i>Type / Model</i>		
<b>Rangos</b>	150 tn	
<i>Measurement range</i>		
<b>Fabricante</b>	OHAUS / KELI	
<i>Manufacturer</i>		
<b>No. serie</b>	B504530209 / 5M56609	
<i>Identification number</i>		
<b>Certificado de calibración</b>	N° INF – LE – 245 – 19	
<i>Calibration certification</i>		
<b>Incertidumbre de medida</b>	0.060 %	
<i>Uncertainty of measurement</i>		
<b>Método de calibración</b>	Comparación Directa	
<i>Method of calibration</i>		
<b>Unidades de medida</b>	Sistema Internacional de Unidades ( SI )	
<i>Units of measurement</i>		
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b>	2020 – 02 – 17	
<i>Date of calibration</i>		
<b>FECHA DE EXPEDICIÓN</b>	2020 – 02 – 19	
<i>Date of issue</i>		
<b>NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS</b>		<b>3</b>
<i>Number of pages of the certificate including documents attached</i>		
<b>FIRMA AUTORIZADA</b>		
<i>Authorized Signature</i>		
<b>Téc. Guillermo A. Huamán Poguroma</b>		
<b>Responsable Técnico de Metrología</b>		





LABORATORIO DE METROLOGÍA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

LABORATORIO S.A.C.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

NÚMERO **253-2020 GLF**  
Pág. 2 de 3

Método de Calibración: **FUERZA INDICADA CONSTANTE**  
Tipo de Instrumento: **MÁQUINA ELÉCTRICA DIGITAL PARA ENSAYOS DE CONCRETO**

**DATOS DE LA CALIBRACIÓN**

Dirección de la Carga: **COMPRESIÓN** Resolución: **2.00 kgf**

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
		1 (ASC)	2 (ASC)	2 (DESC)	3 (ASC)	4 (ASC)
%	kgf	kgf	kgf	No Aplica	kgf	No Aplica
10	10200	10250	10260		10230	
20	20390	20420	20440		20410	
30	30590	30620	30630		30680	
40	40790	40860	40840		40840	
50	50990	51110	51140	No Aplica	51020	No Aplica
60	61180	61230	61220		61230	
70	71380	71510	71460		71430	
80	81580	81690	81620		81610	
90	91770	91900	91840		91850	
100	101970	102010	102030		102020	
Indicación después de Carga:		0	0		0	No Aplica

**RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN**

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución Relativa a (%)	Incertidumbre Relativa U± (%) k=2
		Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)		
%	kgf						
10	10200	-0.46	0.29			0.020	0.188
20	20390	-0.16	0.15			0.010	0.110
30	30590	-0.17	0.20			0.007	0.139
40	40790	-0.14	0.05			0.005	0.084
50	50990	-0.20	0.23	No Aplica	No Aplica	0.004	0.157
60	61180	-0.08	0.02			0.003	0.084
70	71380	-0.12	0.11			0.003	0.095
80	81580	-0.07	0.10			0.002	0.092
90	91770	-0.10	0.07			0.002	0.084
100	101970	-0.05	0.02			0.002	0.084
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00	0.00	0.00		No Aplica	

Técnico de Calibración: **Gilmer Huaman Poquioma**

**CONDICIONES AMBIENTALES**

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: **18.1 °C**  
Temperatura Máxima: **18.4 °C**

Humedad Mínima: **31.0 %Hr**  
Humedad Máxima: **31.0 %Hr**





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO 259-2020 GLF

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

Errores relativos absolutos máximos hallados					
Exactitud a(%)	Repetibilidad b(%)	Reversibilidad v(%)	Accesorios aces(%)	Cero fe(%)	Resolución e(%) en el 20%
0,20	0,23	No Aplica	No Aplica	0,00	0,010

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE 0.5 Desde el 20%**

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento de calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables de Si calibrados en las Instituciones del LEI-PUCP tomando como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción / compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza" – Julio 2006.

PATRONES DE REFERENCIA

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga HBM, #Serie: B504530209 / 5M56609, Patrón utilizado Celda de carga de 150 t. con Incertidumbre del orden de 0,060 % con INFORME TÉCNICO LEA – PUCP, INF – LE – 245 – 19.

OBSERVACIONES .

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez .
3. El usuario es responsable de la recalibración de los Instrumentos de medición. "El tiempo entre las verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
4. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
5. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Instrumentos.
7. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6,4,2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C, con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de mediciones.
8. Se adjunta con el Certificado la estampilla de calibración No. 259-2020 GLF

FIRMAS AUTORIZADAS

Téc. Guillermo Huáman Poquitoma  
Responsable Laboratorio de Metrología





LABORATORIO DE METROLOGÍA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA**  
Calibration Certificate – Laboratory of Force

<b>OBJETO DE PRUEBA:</b>	<b>MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN</b>	Pág. 1 de 3
Instrument	50 kN	
Rangos		
Measurement range		
<b>FABRICANTE</b>	<b>PINZUAR LTDA.</b>	
Manufacturer		
<b>Modelo</b>	<b>PS – 27</b>	
Model		
<b>Serie</b>	<b>150</b>	
Identification number		
<b>Ubicación de la máquina</b>	<b>LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE INGEOMAT E.I.R.L</b>	
Location of the machine		
<b>Norma de referencia</b>	<b>NTC – ISO 7500 – 1 ( 2007 – 07 – 25 )</b>	
Norm of used reference		
<b>Intervalo calibrado</b>	<b>Del 10% al 100% del Rango</b>	
Calibrated interval		
<b>Solicitante</b>	<b>INGEOMAT E.I.R.L</b>	
Customer		
<b>Dirección</b>	<b>MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN</b>	
Address		
<b>Ciudad</b>	<b>CUSCO</b>	
City		
<b>PA TRON(ES) UTILIZADO(S)</b>		
Measurement standard		
<b>Tipo / Modelo</b>	<b>T71P / DEF – A</b>	
Type / Model		
<b>Rangos</b>	<b>5 tn</b>	
Measurement range		
<b>Fabricante</b>	<b>OHAUS / KELI</b>	
Manufacturer		
<b>No. serie</b>	<b>B504530209 / AGB8505</b>	
Identification number		
<b>Certificado de calibración</b>	<b>N° 011 – 2020 GLF</b>	
Calibration certification		
<b>Incertidumbre de medida</b>	<b>0.062 %</b>	
Uncertainty of measurement		
<b>Método de calibración</b>	<b>Comparación Directa</b>	
Method of calibration		
<b>Unidades de medida</b>	<b>Sistema Internacional de Unidades ( SI )</b>	
Units of measurement		
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b>	<b>2020 – 10 – 17</b>	
Date of calibration		
<b>FECHA DE EXPEDICIÓN</b>	<b>2020 – 10 – 28</b>	
Date of issue		
<b>NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS</b>		<b>3</b>
Number of pages of the certificate including documents attached		
<b>FIRMA AUTORIZADA</b>		
Authorized signature		
<b>Téc. César A. Huallpa Paquioma</b>		
Responsable Técnico de Metrología		





LABORATORIO DE METROLOGÍA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NUMERO 311-2020 GLF  
Pág. 2 de 3

Método de Calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE  
Tipo de Instrumento: MÁQUINA MULTIUSOS AUTOMÁTICA COMPUTARIZADA

DATOS DE LA CALIBRACIÓN

Dirección de la Carga: COMPRESIÓN Resolución: 0.002 kN

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
		1 (ASC)	2 (ASC)	2 (DESC)	3 (ASC)	4 (ASC)
%	kN	kN	kN	No Aplica	kN	No Aplica
10	5.000	5.03	5.08		5.06	
20	10.00	10.11	10.11		10.08	
30	15.00	15.01	15.04		15.07	
40	20.00	20.08	20.07		20.04	
50	25.00	25.11	25.16	No Aplica	25.12	No Aplica
60	30.00	30.22	30.26		30.16	
70	35.00	34.99	34.97		34.94	
80	40.00	40.01	40.11		40.12	
90	45.00	44.97	44.96		44.92	
100	50.00	49.79	49.98		49.86	
Indicación después de Carga:		0.00	0.00		0.00	No Aplica

RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución Relativa a (%)	Incertidumbre Relativa U± (%) k=2
		Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)		
%	kN						
10	5.000	-1.13	0.97			0.040	0.571
20	10.00	-0.99	0.30			0.020	0.221
30	15.00	-0.27	0.40			0.013	0.250
40	20.00	-0.32	0.20			0.010	0.155
50	25.00	-0.52	0.20	No Aplica	No Aplica	0.008	0.156
60	30.00	-0.71	0.33			0.007	0.216
70	35.00	0.10	0.14			0.006	0.128
80	40.00	-0.20	0.27			0.005	0.201
90	45.00	0.11	0.11			0.004	0.119
100	50.00	0.25	0.38			0.004	0.243
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica	

Técnico de Calibración: Gilmer Huaman Poquoloma

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 17.5 °C  
Temperatura Máxima: 17.7 °C

Humedad Mínima: 40.0 %Hr  
Humedad Máxima: 40.0 %Hr





LABORATORIO DE METROLOGÍA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO 311-2020 GLF

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

Errores relativos absolutos máximos hallados					
Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios aces (%)	Cero fe (%)	Resolución e (%) en el 20%
0,99	0,40	No Aplica	No Aplica	0,00	0,020

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE 1 Desde el 20%**

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento de calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables de Si calibrados en las instituciones del LIDI-PUCP tomando como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción / compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza" – Julio 2006.

PATRONES DE REFERENCIA

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga tipo "S", #Serie: B504530209 / AGB8505, Patrón utilizado Celda de carga de 5 t. con Incertidumbre del orden de 0,062 % con CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 011 – 2020 GLF.

OBSERVACIONES .

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez .
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre las verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
4. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
5. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
7. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6,4,2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de mediciones.
8. Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración No. 311-2020 GLF

FIRMAS AUTORIZADAS

Téc. Gilmara Efraim Poquioma  
Responsable Laboratorio de Metrología





LABORATORIO DE METROLOGÍA,  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

LABORATORIO SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN - LABORATORIO DE FUERZA

Calibration Certificate - Laboratory of Force

<b>OBJETO DE PRUEBA:</b> <i>Instrument</i>	<b>MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN</b>	Pág. 1 de 3
<b>Rangos</b> <i>Measurement range</i>	50 kN	
<b>FABRICANTE</b> <i>Manufacturer</i>	OHAUS (INDICADOR) / ZEMIC (CELDA)	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	T21P (INDICADOR) / H3-C3-5.0t-6B (CELDA)	
<b>Serie</b> <i>Identification number</i>	8036070237 (INDICADOR) / L2D009755 (CELDA)	
<b>Ubicación de la máquina</b> <i>Location of the machine</i>	LAB. DE SUELOS Y CONCRETO - MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - INGEOMAT E.I.R.L.	
<b>Norma de referencia</b> <i>Norm of used reference</i>	NTC - ISO 7500 - 1 ( 2007 - 07 - 25 )	
<b>Intervalo calibrado</b> <i>Calibrated interval</i>	Del 10% al 100% del Rango	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	INGEOMAT E.I.R.L.	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	CUSCO	
<b>PATRON(ES) UTILIZADO(S)</b> <i>Measurement standard</i>		
<b>Tipo / Modelo</b> <i>Type / Model</i>	T71P / DEF - A	
<b>Rangos</b> <i>Measurement range</i>	5 tn	
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	OHAUS / KELI	
<b>No. serie</b> <i>Identification number</i>	B504530209 / AGB8505	
<b>Certificado de calibración</b> <i>Calibration certification</i>	N° 011 - 2018 GLF	
<b>Incertidumbre de medida</b> <i>Uncertainty of measurement</i>	0.062 %	
<b>Método de calibración</b> <i>Method of calibration</i>	Comparación Directa	
<b>Unidades de medida</b> <i>Units of measurement</i>	Sistema Internacional de Unidades ( SI )	
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b> <i>Date of calibration</i>	2019 - 12 - 09	
<b>FECHA DE EXPEDICIÓN</b> <i>Date of issue</i>	2019 - 12 - 12	

**NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS**

*Number of pages of this certificate and documents attached*

3

**FIRMAS AUTORIZADAS**  
*Authorized Signatures*

  
Téc. Gilmer A. Huamán Espuloma  
Responsable Laboratorio de Metrología





LABORATORIO DE METROLOGÍA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

NÚMERO **251-2019 GLF**  
Pág. 2 de 3

Método de Calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE  
Tipo de Instrumento: INDICADOR DIGITAL / CELDA DE CARGA TIPO S

**DATOS DE LA CALIBRACIÓN**

Dirección de la Carga: COMPRESIÓN Resolución: 0.10 kN

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
		1 (ASC)	2 (ASC)	2 (DESC)	3 (ASC)	4 (ASC)
%	kN	kN	kN	No Aplica	kN	No Aplica
10	5.0	5.04	5.02		5.00	
20	10.0	10.08	10.06		10.02	
30	15.0	15.04	15.02		15.04	
40	20.0	20.04	20.02		20.02	
50	25.0	25.06	25.02	No Aplica	25.04	No Aplica
60	30.0	30.02	30.02		30.00	
70	35.0	35.00	34.98		35.02	
80	40.0	40.08	40.06		40.02	
90	45.0	45.06	45.04		45.06	
100	50.0	50.02	50.04		49.98	
Indicación después de Carga:		0.01	0.01		0.00	No Aplica

**RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN**

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución Relativa a (%)	Incertidumbre Relativa U± (%) k=2
		Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)		
%	kN						
10	5.0	-0.40	0.80			2.000	1.247
20	10.0	-0.53	0.80			1.000	0.683
30	15.0	-0.22	0.13			0.667	0.407
40	20.0	-0.13	0.10			0.500	0.312
50	25.0	-0.16	0.16	No Aplica	No Aplica	0.400	0.287
60	30.0	-0.04	0.07			0.333	0.220
70	35.0	0.00	0.11			0.286	0.203
80	40.0	-0.13	0.15			0.250	0.195
90	45.0	-0.12	0.04			0.222	0.164
100	50.0	-0.03	0.12			0.200	0.167
Error Relativo de Cero fo (%)		0.02	0.02	0.00	No Aplica		

Técnico de Calibración: Gilmer Huamán Poquioma

**CONDICIONES AMBIENTALES**

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 15.8 °C  
Temperatura Máxima: 15.4 °C

Humedad Mínima: 42.0 %Hr  
Humedad Máxima: 42.0 %Hr





LABORATORIO DE METROLOGÍA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO **251-2019 GLF**  
Pág. 3 de 3

#### CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

Errores relativos absolutos máximos hallados					
Exactitud q(%)	Repetibilidad b(%)	Reversibilidad v(%)	Accesorios aces(%)	Cero fe(%)	Resolución a(%) en el 20%
0,53	0,60	No Aplica	No Aplica	0,02	1,000

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE 2 Desde el 20%**

#### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento de calibración se realizó por el método de comparación directa utilizado patrones trazables de Si calibrados en las Instituciones del LEDI-PUCP tomando como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción / compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza" - Julio 2006.

#### PATRONES DE REFERENCIA

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga HBM, C3H, N° 87747 con LLF = 0,35, Patrón utilizado Celda de carga de 1000 kN con incertidumbre del orden de 0,06 % con certificado de calibración LEDI-PUCP, INF-LE 478-16.

#### OBSERVACIONES .

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez .
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
4. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
5. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
7. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6,4,2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición.
8. Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración No. **251-2019 GLF**

#### FIRMAS AUTORIZADAS

Téc. **Gilmer A. Huaman Requena**  
Responsable Laboratorio de Metrología



No.

000230

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 123-2016 PLT**

Página 1 de 4

Fecha de Emisión : 2016-05-18

**1. SOLICITANTE** : GRUPO ALLPA INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.C.R.L.

**DIRECCIÓN** : AV. REPUBLICA DE BRASIL MZA. G LOTE. 10 URB. KENEDY CUSCO - CUSCO - WANCHAQ

**2. EQUIPO DE MEDICIÓN:** HORNO ELÉCTRICO

**MARCA** : PINZUAR  
**MODELO** : PG - 190  
**NÚMERO DE SERIE** : 371  
**PROCEDENCIA** : COLOMBIA  
**IDENTIFICACIÓN** : NO INDICA

**Descripción del Termómetro del Equipo**

**Tipo** : Digital  
**Rango de Indicación** : 0°C a 200°C  
**División de Escala** : 0,1°C

**3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
 Calibrado el 2016-05-18

La calibración se realizó en Laboratorio de PINZUAR LTDA SUCURSAL DEL PERÚ

**4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrón calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, se usó el procedimiento PC-018 "Calibración de Medios con Aire como Medio Termométrico", edición 2, Junio 2003 del SNM-INDECOPI - Perú.

**5. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**

	Inicial	Final
Temperatura °C	18,5	19,3
Humedad Relativa %HR	71	71

**6. TRAZABILIDAD**

Los resultados de calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales, reportados de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PINZUAR LTDA	Termómetro digital con dos termopares	121-2014 PLT

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

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 recomendaciones vigentes.

PINZUAR LTDA Sucursal del Perú, 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.


 Tec. Otilio Rodríguez Quiroga  
 Responsable del Laboratorio de Metrología

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

No.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°123-2016 PLT **000231**

Página 2 de 4

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN

TEMPERATURA DE TRABAJO : 110°C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación termómetros patrones (°C)										T. Prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
00	110.0	110.1	109.9	109.9	110.1	110.0	110.0	110.0	110.1	110.1	110.1	110.0	110.0	0.2
02	110.0	110.0	110.1	110.0	110.1	110.0	110.1	110.0	110.0	110.1	110.1	110.0	110.0	0.6
04	110.1	110.1	110.2	110.1	110.2	110.2	110.4	110.0	110.1	110.2	110.0	110.2	110.0	0.4
06	110.1	110.0	109.9	110.0	109.9	109.9	110.0	110.0	110.1	109.8	109.9	110.0	110.0	0.3
08	110.1	110.0	109.9	110.0	109.9	110.0	110.0	110.0	110.1	109.9	109.9	110.0	110.0	0.2
10	110.1	110.1	110.0	109.9	110.3	109.8	109.9	110.2	110.0	110.0	109.9	110.0	110.0	0.5
12	110.2	110.2	110.2	110.3	109.8	109.8	110.2	110.3	109.0	109.8	109.7	109.9	109.9	1.3
14	110.2	110.2	110.2	110.2	109.9	109.8	110.2	110.2	109.8	109.7	110.3	110.1	110.1	0.6
16	110.1	110.3	110.0	110.2	109.9	110.3	110.2	110.2	110.0	110.2	109.8	110.1	110.1	0.5
18	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	109.9	110.2	110.2	109.8	110.0	110.0	110.0	0.4
20	110.0	110.0	110.0	109.9	110.0	110.0	109.9	109.9	109.9	110.2	110.1	110.0	110.0	0.3
22	110.0	110.0	110.0	109.8	109.8	109.8	109.8	110.0	110.0	110.0	110.0	110.2	110.0	0.4
24	110.1	110.2	110.2	110.2	110.1	110.2	110.0	110.0	109.9	110.2	110.0	110.1	110.1	0.3
26	110.1	110.1	109.9	109.9	110.2	110.0	110.0	110.0	110.1	110.1	109.9	110.0	110.0	0.3
28	110.3	110.2	110.1	110.0	110.1	110.0	110.1	110.0	110.0	110.1	109.9	110.1	110.1	0.3
30	110.2	110.1	110.1	110.0	110.2	110.2	110.4	109.9	110.3	110.2	110.0	110.1	110.1	0.5
32	110.1	110.0	109.9	110.0	109.9	109.6	110.0	110.0	110.1	109.8	109.9	109.9	109.9	0.5
34	110.2	110.0	109.9	110.0	109.9	110.0	110.0	110.0	110.1	109.9	109.9	110.0	110.0	0.2
36	110.1	110.1	110.0	109.9	110.3	109.8	109.9	110.2	110.0	110.0	109.9	110.0	110.0	0.5
38	110.1	110.2	110.2	110.3	109.8	109.8	110.2	110.3	109.0	110.0	109.7	110.0	110.0	1.3
40	110.3	110.2	110.2	110.2	109.9	109.8	110.2	110.2	109.8	109.7	110.3	110.1	110.1	0.6
42	110.3	110.3	110.0	110.2	109.9	110.3	110.2	110.2	110.0	110.2	109.8	110.1	110.1	0.5
44	110.3	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	109.9	110.2	110.2	109.8	110.0	110.0	110.0	0.4
46	110.3	110.0	110.0	109.9	110.0	110.0	109.9	109.9	109.9	110.2	110.1	110.0	110.0	0.3
48	110.0	110.0	110.0	110.0	109.8	109.8	109.8	110.0	110.0	110.0	110.2	110.0	110.0	0.4
50	110.0	110.2	110.2	110.1	110.2	110.2	110.0	110.0	109.9	110.2	110.0	110.1	110.1	0.3
52	110.0	110.1	110.0	109.9	110.3	109.9	109.9	110.2	110.0	110.0	109.9	110.0	110.0	0.4
54	110.2	110.2	110.2	110.3	110.0	109.9	110.2	110.3	109.0	109.8	109.7	110.0	110.0	1.3
56	110.2	110.2	110.2	110.2	109.9	109.9	110.2	110.2	109.8	109.7	110.3	110.1	110.1	0.6
58	110.2	110.3	110.0	110.2	109.9	110.1	110.2	110.2	110.0	110.2	109.8	110.1	110.1	0.5
60	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	109.9	110.2	110.2	109.8	110.0	110.0	110.0	0.4
T. PROM.	110.1	110.1	110.0	110.1	110.0	110.0	110.1	110.1	109.9	110.0	110.0	110.0	110.0	
T. MAX	110.3	110.3	110.2	110.3	110.3	110.3	110.4	110.3	110.3	110.2	110.3	110.3	110.3	
T. MIN	110.0	110.0	109.9	109.9	109.8	109.6	109.8	109.9	109.0	109.7	109.7	109.7	109.7	
DTT	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7	0.6	0.4	1.3	0.5	0.6	0.6	0.6	

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Maxima Temperatura Medida	110.0	1.6
Minima Temperatura Medida	109.0	1.1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.3	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	0.2	2.5
Estabilidad Medida (±)	1.3	0.04
Uniformidad Medida	1.3	1.9

T. PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T. Prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.  
T. MAX: Temperatura máxima.  
T. MIN: Temperatura mínima.  
DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO



No.

000232

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°123-2016 PLT

Página 3 de 4

### 8. OBSERVACIONES

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerando, luego del tiempo de estabilización.  
Las lecturas se iniciaron luego de un precalentamiento y estabilización de 2 y 50 min.  
El esquema de distribución y posición de los termospares calibrados en los puntos de medición se muestra en la página 4.

#### Para la temperatura de 110°C

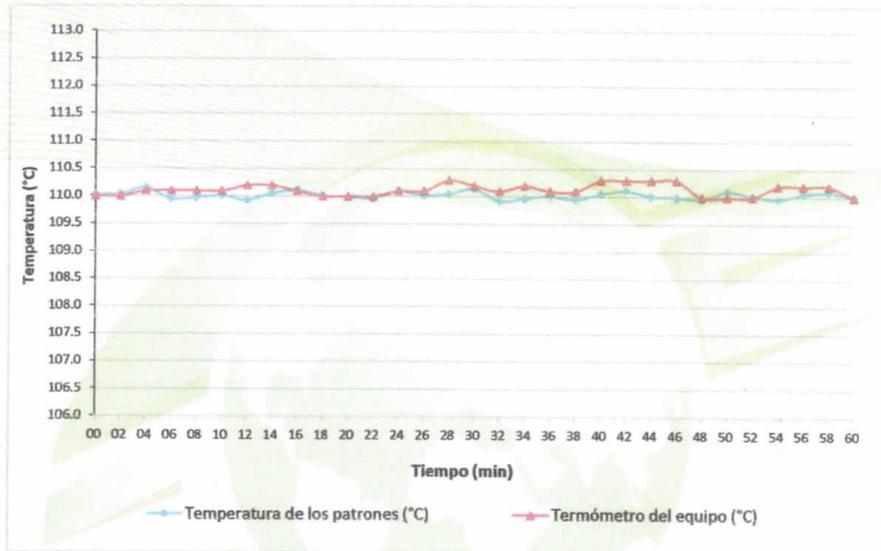
La calibración se realizó sin carga.  
El selector de temperatura se ubicó a 110°C.  
El promedio de temperatura durante la medición fue 109°C.  
La máxima temperatura registrada fue 110,5°C y la mínima temperatura registrada fue 107°C.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".  
La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

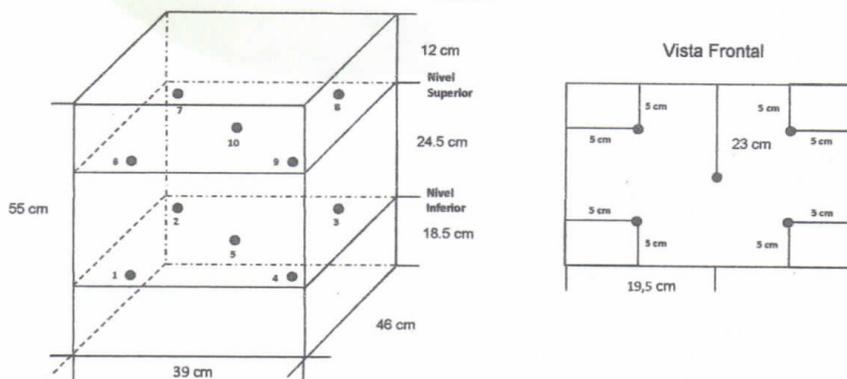


**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO**

**TEMPERATURA DE TRABAJO 110°C**



**UBICACIÓN DE LOS SENSORES**



Los sensores se colocaron a 6 cm de altura sobre sus respectivos niveles.



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO DE MESA DE FLUJO MANUAL**



ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO	
Nombre de Aparato/ Equipo	Mesa de Fluidéz Manual / Mesa de sacudidas
Normativas	NTP: 334.057, ASTM C 270
Material	Hecho de metal
Diámetro de la Mesa:	254 mm. (10 pulg.)
Peso Mesa aproximado	Peso combinado con el eje 4,1Kg. $\pm 0,05$ kg. (9 lbs. $\pm 0,1$ lb.).
Base del tronco de Cono	97.00mm (2-3/4 pulg.)
Diámetro de la parte superior del tronco de cono	70mm
Altura de tronco de cono	50mm
Altura de caída	12.7mm (1/2 pulg.).

Cusco 24 de Mayo del 2021.



Ing. Hugo Cuba Bonavente  
CIP. 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

  
Sr. Simón Salas Lupa  
Fabricante.

RESPONSABLE DE LABORATORIO  
  
Leonel Chaiña Castro  
INGENIERO CIVIL  
CIP 166480

## ANEXO N° 8 - TURNITIN

MARIO MAMANI QUISPE | TESIS UCV Diseño de un Mort. Turnitin 5...





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Diseño de un mortero en albañilería confinada con adición de cenizas de Stipa Ichu, Cusco 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL INGENIERO CIVIL

**AUTOR:**  
Br. Mamani Quispe, Mario  
<https://orcid.org/0000-0002-2727-5245>

**ASESOR**  
Dr. Ing. Vargas Chacaltana, Luis Alberto  
<https://orcid.org/0000-0003-4136-7189>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**  
Diseño sísmico y Estructural

Lima - Perú  
2021

**Resumen de coincidencias** ✕

# 23 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

**Coincidencias**

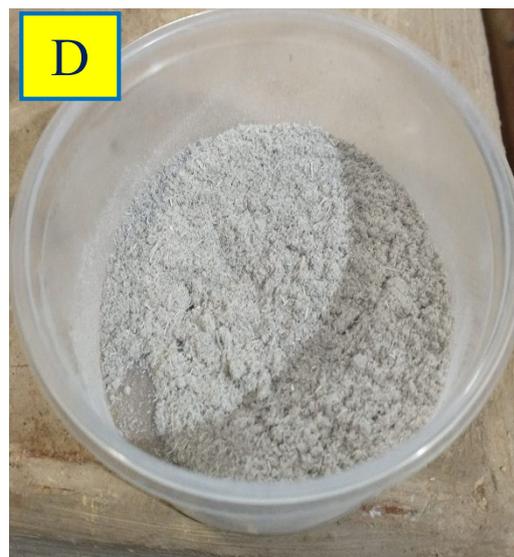
1	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	3 %	>
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %	>
3	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	2 %	>
4	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>

## ANEXO N° 9 – PANEL FOTOGRAFICO

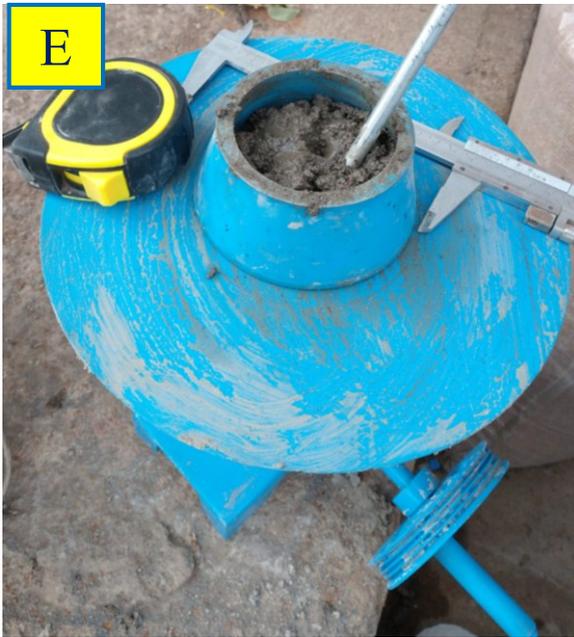
En la figura "A" se observa el lavado del agregado y en la figura "B" las muestras de tamizado del agregado fino



En la figura "C" se observa horno de fusión y en la figura "D" las muestra de ceniza de stipa ichu



En la figura "E" se observa la mesa de fluidez, vernier, metro, apisonador y en la figura "F" la medición de los diámetros de consistencia de mortero



En la figura "G" se observa el termómetro marcando la temperatura del ambiente al momento del ensayo y en la figura "H" se observa la muestra de retentividad de mortero





En la imagen se observa el ensayo de adherencia por tracción directa



En la imagen "M" y "N" se observa las fallas de rotura después del ensayo de adherencia por tracción directa

