



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño
de muros portantes en la vivienda unifamiliar,
Carapongo - 2020.**

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

AUTORES:

De Los Santos Vargas, Juan Nicolas (orcid.org/0000-0003-4984-9390)

Tello Loarte, Eveli Yasmen (orcid.org/0000-0002-9911-1426)

ASESOR:

Mg. Díaz Huiza, Luis Humberto (orcid.org/0000-0003-1304-5008)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2020

DEDICATORIA

A mi madre Loarte Ayala Guadalupe por su cariño, apoyo; mi consejera de vida. A mi padre Tello Palacios Eduviguez, mi cómplice; persona fuerte que me inculcó los valores que hoy prevalecen en mi persona, que me guío a mantener mi compostura y ser persistente para lograr mis objetivos tanto en lo personal como en lo profesional. A mi hermana Yasi Tello Loarte, mi alegría y motivo de superación día a día. Sin ellos no sería posible ninguno de mis logros.

TELLO LOARTE EVELI

A mis padres; Lorenzo y Yolanda, quienes supieron guíame a cumplir los objetivos de mi vida, gracias por su apoyo constante y su amor incondicional.

A mis hermanas; Elena y Karina, gracias a ellas por su aporte en mi etapa universitaria, se convirtieron un factor muy importante en mis actividades académicas.

DE LOS SANTOS VARGAS, JUAN NICOLAS

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento especial a mi asesor Mg. Díaz Huiza, Luis Humberto por sus conocimientos impartidos, su apoyo, su paciencia y sugerencias para realizar este presente proyecto de investigación.

Mi agradecimiento especial al Ing. Martínez Chávez, Jorge que vive en la ciudad de México; especialista en Materiales Cementantes Suplementarios, por brindarnos su amplio conocimiento y asesoramiento.

Mi agradecimiento especial a la Mg. Renkert, Sarah Rachelle, que vive en Michigan; docente de la Universidad de Arizona, por brindarnos su tiempo en adquirir las normas americanas relacionados a nuestro proyecto de investigación.

TELLO LOARTE, Eveli y DE LOS SANTOS VARGAS, Juan

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	viii
Índice de abreviatura.....	xi
Resumen.....	xii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA.....	33
3.1 Tipo y diseño de investigación	33
3.2 Variables y operacionalización	34
3.3 Población, muestra y muestreo	36
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
3.5 Procedimientos.....	46
3.6 Método de análisis de datos.....	52
3.7 Aspectos éticos	52
IV. RESULTADOS.....	53
V. DISCUSIÓN.....	136
VI. CONCLUSIONES	140
VII. RECOMENDACIONES	142
REFERENCIAS.....	143
ANEXOS	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación del cemento y la tusa de maíz.....	16
Tabla 2. Tipos de proporción de los componentes del mortero.....	17
Tabla 3. Clasificación ASTM C-270 de mortero de pega para mampostería.....	19
Tabla 4. Uso de los morteros del cemento.....	20
Tabla 5. Resistencia a compresión de los tipos de cemento.....	23
Tabla 6. Agregado grueso.....	25
Tabla 7. Agregado fino.....	26
Tabla 8. Componentes del agua.....	27
Tabla 9. Tipo, variación a la dimensión y resistencia a compresión del ladrillo.....	29
Tabla 10. Clasificación de los ladrillos de acuerdo a su resistencia.....	30
Tabla 11. Fluidéz recomendada del mortero para diversos tipos de estructura.....	32
Tabla 12. Operacionalización de variable.....	35
Tabla 13. Muestra de especímenes de mortero para el ensayo a compresión.....	37
Tabla 14. Técnica e Instrumentos.....	39
Tabla 15. Porcentaje y magnitud para la validación.....	45
Tabla 16. Resultados de las composiciones químicas del laboratorio.....	54
Tabla 17. Requisitos químicos.....	54
Tabla 18. Porcentaje alcanzado de la composición de la ceniza.....	54
Tabla 19. Peso específico y porcentaje de absorción de la ceniza de tusa de maíz.....	55
Tabla 20. Resultados de las propiedades físicas del agregado fino.....	57
Tabla 21. Análisis granulométrico el agregado fino.....	58
Tabla 22. Resultados del peso específico y % absorción.....	61
Tabla 23. Peso unitario suelto del agregado fino.....	64
Tabla 24. Datos del laboratorio del peso unitario compactado del agregado fino.....	65
Tabla 25. Datos obtenidos por el laboratorio (patrón).....	66

Tabla 26. Datos obtenidos por el laboratorio (4% de ceniza de tusa de maíz).....	67
Tabla 27. Datos obtenidos por el laboratorio (9% de ceniza de tusa de maíz).....	68
Tabla 28. Datos obtenidos por el laboratorio (14% de ceniza de tusa de maíz).....	69
Tabla 29: Fluidez recomendada del mortero para diversos tipos de estructuras.....	70
Tabla 30. Datos de laboratorio para la elaboración de nuestro diseño de mezcla.....	71
Tabla 31. Datos del peso de material mortero patrón para 1m ³	75
Tabla 32. Datos del peso de material con ceniza de tusa de maíz al 4%.....	75
Tabla 33. Datos del peso de material con ceniza de tusa de maíz al 9%.....	76
Tabla 34. Datos del peso de material con ceniza de tusa de maíz al 14%.....	76
Tabla 35. Datos del peso húmedo para mortero patrón.....	78
Tabla 36. Peso húmedo para mortero con 4% de ceniza de tusa de maíz.....	79
Tabla 37. Peso húmedo para mortero con 9% de ceniza de tusa de maíz.....	79
Tabla 38. Peso húmedo para mortero con 14% de ceniza de tusa de maíz.....	79
Tabla 39. Dosificación m ³ (Mezcla patrón).....	85
Tabla 40. Dosificación m ³ (4% de ceniza de tusa de maíz)	85
Tabla 41. Dosificación m ³ (9% de ceniza de tusa de maíz).....	85
Tabla 42. Dosificación m ³ (14% de ceniza de tusa de maíz).....	86
Tabla 43. Dosificación para muestra (mezcla patrón).....	86
Tabla 44. Dosificación para muestra (mezcla 4% de ceniza de maíz).....	86
Tabla 45. Dosificación para muestra (mezcla 9% de ceniza de maíz).....	87
Tabla 46. Dosificación para muestra (mezcla 14% de ceniza de maíz).....	87
Tabla 47. Resistencia a la compresión del mortero patrón a 7 días.....	88
Tabla 48. Resistencia a la compresión del 4% de ceniza de maíz a 7 días.....	89
Tabla 49. Resistencia a la compresión del 9% de ceniza de maíz a 7 días.....	91
Tabla 50. Resistencia a la compresión del 14% de ceniza de maíz a 7 días.....	92
Tabla 51. Comparación de la resistencia a la compresión a 7 días.....	94
Tabla 52. Resistencia a la compresión de mortero patrón a los 14 días.....	98

Tabla 53. Resistencia a la compresión del 4% de ceniza a los 14 días.....	99
Tabla 54. Resistencia a la compresión del 9% de ceniza a los 14 días.....	101
Tabla 55. Resistencia a la compresión del 14% de ceniza de los 14 días.....	102
Tabla 56. Comparación de la resistencia a la compresión a los 14 días.....	104
Tabla 57. Resistencia a la compresión del mortero patrón a los 28 días.....	108
Tabla 58. Resistencia a la compresión del 4% de ceniza a los 28 días.....	109
Tabla 59. Resistencia a la compresión del 9% de ceniza a los 28 días.....	111
Tabla 60. Resistencia a la compresión del 14% de ceniza a los 28 días.....	112
Tabla 61. Comparación de la resistencia a la compresión a 28 días.....	114
Tabla 62. Valores de las resistencias obtenidas sustituyendo ceniza.....	118
Tabla 63. Resistencia a la compresión axial de pilas patrón a los 28 días.....	119
Tabla 64. Compresión axial de pilas con 14% de ceniza maíz a 28 días.....	120
Tabla 65. Comparación de la resistencia a la compresión a 28 días.....	122
Tabla 66. Resultado de la rotura de las muestras durante la edad de 07 días.....	127
Tabla 67. Resultado de la rotura de las muestras durante la edad de 14 días.....	130
Tabla 68. Resultado de la rotura de las muestras durante la edad de 28 días.....	132
Tabla 69. Resultado de la rotura de las pilas durante la edad de 28 días.....	135
Tabla 70. Matriz de consistencia.....	150

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ceniza de maíz.....	12
Figura 2. Producción de maíz.....	13
Figura 3. Tusa de maíz.....	14
Figura 4. Uso del mortero para pega de ladrillos.....	18
Figura 5. Agregados para material de construcción.....	24
Figura 6. Agua potable para mezcla de concreto.....	27
Figura 7. Ladrillo King Kong 18 huecos para muros portantes.....	31
Figura 8. Instrumentos y equipos del Análisis Granulométrico.....	40
Figura 9. Instrumentos y equipos del Peso Unitario Suelto y Compactado.....	41
Figura 10. Instrumentos y equipos para el Peso Específico.....	41
Figura 11. Instrumentos y equipos para el ensayo de fluidez del mortero.....	43
Figura 12. Máquina de ensayo de compresión.....	44
Figura 13. Moldes de cubos de mortero.....	44
Figura 14. Recolección de coronta de maíz.....	46
Figura 15. Recolección de coronta de maíz.....	47
Figura 16. Lavado de la coronta de maíz.....	47
Figura 17. Secado de coronta de maíz.....	48
Figura 18. Procedimiento de quemado de coronta de maíz.....	48
Figura 19. Tamizado de la ceniza de maíz.....	49
Figura 20. Ceniza de maíz por malla #200.....	49
Figura 21. Ceniza de maíz en la mufla.....	50
Figura 22. Proceso de elaboración de los cubos de mortero.....	51
Figura 23. Límites granulométricos del agregado fino.....	59
Figura 24. Promedio de resistencias obtenidas a 7 días del mortero patrón.....	89
Figura 25. Promedio de resistencias obtenidas a 7 días con 4% de ceniza.....	90
Figura 26. Promedio de resistencias obtenidas a 7 días con 9% de ceniza.....	91

Figura 27. Promedio de resistencias obtenidas a 7 días con 14% de ceniza.....	93
Figura 28. Resistencias obtenidas a 7 días del mortero patrón vs experimental.....	95
Figura 29. Rotura del mortero patrón a la edad de 7 días.....	96
Figura 30. Rotura del mortero experimental con 4% de ceniza a 7 días.....	96
Figura 31. Rotura del mortero experimental con 9% de ceniza a 7 días.....	97
Figura 32. Rotura del mortero experimental con 14% de ceniza a 7 días.....	97
Figura 33. Promedio de resistencias obtenidas a 14 días del mortero patrón.....	99
Figura 34. Promedio de resistencias obtenidas a 14 días con 4% de ceniza.....	100
Figura 35. Promedio de resistencias obtenidas a 14 días con 9% de ceniza.....	101
Figura 36. Promedio de resistencias obtenidas a 14 días con 14% de ceniza.....	103
Figura 37. Resistencias obtenidas a 14 días del mortero patrón vs experimental...	105
Figura 38. Rotura del mortero patrón a la edad de 14 días.....	106
Figura 39. Rotura del mortero experimental con 4% de ceniza a 14 días.....	106
Figura 40. Rotura del mortero experimental con 9% de ceniza a 14 días.....	107
Figura 41. Rotura del mortero experimental con 14% de ceniza a 14 días.....	108
Figura 42. Promedio de resistencias obtenidas a 28 días del mortero patrón.....	109
Figura 43. Promedio de resistencias obtenidas a 28 días con 4% de ceniza.....	110
Figura 44. Promedio de resistencias obtenidas a 28 días con 9% de ceniza.....	111
Figura 45. Promedio de resistencias obtenidas a 28 días con 14% de ceniza.....	113
Figura 46. Resistencias obtenidas a 28 días del mortero patrón vs experimental...	115
Figura 47. Rotura del mortero patrón a la edad de 28 días.....	116
Figura 48. Rotura del mortero experimental con 4% de ceniza a 28 días.....	116
Figura 49. Rotura del mortero experimental con 9% de ceniza a 28 días.....	117
Figura 50. Rotura del mortero experimental con 14% de ceniza a 28 días.....	117
Figura 51. Grafica de evolución del mortero patrón vs experimental.....	118
Figura 52. Resistencias obtenidas a 28 días de la pilas patrón.....	120
Figura 53. Resistencias obtenidas a 28 días de pilas con 14% de ceniza.....	121
Figura 54. Grafica de comparación de pila patrón vs pila experimental.....	123
Figura 55. Compresión axial de la pila patrón a la edad de 28 días.....	124

Figura 56. Compresión axial de pila experimental con 14% de ceniza.....	124
Figura 57. Visita a la cantera.....	152
Figura 58. Peso de la muestra de la arena gruesa.....	153
Figura 59. Tamizado de la arena gruesa.....	153
Figura 60. Peso retenido de cada malla de la muestra de la arena gruesa.....	154
Figura 61. Cuarteo del agregado fino.....	155
Figura 62. Llenado del agregado al aire libre de 5cm.....	156
Figura 63. Compactado del peso unitario.....	157
Figura 64. Enrazar el agregado fino.....	157
Figura 65. Peso del agregado suelto compactado.....	158
Figura 66. Secado de la arena gruesa.....	159
Figura 67. Compactado de la arena gruesa para determinar el peso de absorción..	160
Figura 68. Determinación del peso específico de la arena gruesa.....	160
Figura 69. Peso específico de la arena gruesa.....	161
Figura 70. Muestra en la mesa de flujo.....	162
Figura 71. Determinación de las dimensiones de la muestra.....	163
Figura 72. Mortero patrón y morteros experimentales de 4%, 9% y 14%.....	164
Figura 73. Cubos de mortero para los 7, 14 y 28 días.....	165
Figura 74. Rotura a los 7 días.....	165
Figura 75. Pilas patrón.....	166
Figura 76. Pilas experimentales.....	166
Figura 77. Pilas experimentales y pilas patrón para ser ensayadas.....	167
Figura 78. Ensayo de pilas a compresión axial a la edad de 28 días.....	168

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ASTM = Asociación Americana de Ensayo de Materiales.

INEI = Instituto Nacional de Estadística e Informática.

NTE = Norma Técnica Ecuatoriana.

ACI = American Concrete Institute.

°C = Grados Celsius.

SiO₂ = Dióxido de Silicio.

NTP = Norma Técnica Peruana

Al₂O₃ = Oxido de Aluminio.

Fe₂O₃ = Óxido de Hierro.

CaO = Óxido de calcio

Mga = Mega Pascal.

RNE = Reglamento Nacional de Edificaciones.

IP = Cemento puzolánico.

A/c = Relación agua / cemento para el diseño de mezclas.

F'c = Resistencia a la compresión.

RESUMEN

El presente proyecto de investigación consiste en analizar la resistencia a la compresión de un mortero, empleando porcentajes de ceniza de tusa de maíz; se analizó las propiedades químicas de la ceniza para obtener un material puzolánico. A su vez determinar un incremento a la resistencia a compresión.

Dichas muestras estuvieron conformadas por especímenes de cubos de mortero, los cuales fueron ensayados en 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, así mismo se realizó el ensayo de compresión axial de pilas añadiendo el 14% de ceniza de tusa de maíz en peso de cemento para ser analizada a la edad de 28 días.

Partiendo de los resultados, se detallaron conclusiones entre las que destacan:

- Para una sustitución de un mortero a la edad de 7 días incrementó su resistencia patrón de 156.9 Kg/cm^2 a 159.9 Kg/cm^2 , 161.2 Kg/cm^2 , 163.1 Kg/cm^2 en 4%, 9% y 14 % respectivamente; obteniendo la incrementación en un 4% más alta que la resistencia del mortero patrón.
- Para un mortero sustituido con ceniza de tusa de maíz a la edad de 14 días incrementó su resistencia patrón de 202 kg/cm^2 a 204.4 Kg/cm^2 , 206.2 Kg/cm^2 , 210 Kg/cm^2 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^2 a 222.6 Kg/cm^2 , 231.6 Kg/cm^2 , 266.8 Kg/cm^2 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^2 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^2 incrementando su resistencia a un 10% en comparación con la pila patrón.

PALABRAS CLAVES: Resistencia a compresión, ceniza de tusa de maíz, mortero, propiedades físicas, propiedades químicas.

ABSTRACT

This research project consists of analyzing the compressive strength of a mortar, using percentages of corn cob ash; the chemical properties of the ash were analyzed to obtain a pozzolanic material. In turn, determine an increase in compressive strength, strengthening the mortar.

Said samples consisted of specimens of mortar cubes, which were tested in percentages of 4%, 9% and 14% of corncob ash with respect to the weight of the cement for the ages of 7, 14 and 28 days where evaluated the compressive strength parameter compared to a standard mortar, likewise the axial compression test (piles) was carried out by adding 14% corn cob ash by weight of cement to be analyzed at the age of 28 days.

Based on the results, conclusions were detailed, among which are:

- For a mortar substitution at the age of 7 days, its standard resistance increased from 156.9 Kg/cm^2 to 159.9 Kg/cm^2 , 161.2 Kg/cm^2 , 163.1 Kg/cm^2 in 4%, 9% and 14% respectively; obtaining the increase 4% higher than the resistance of the standard mortar.
- For a mortar substituted with corn cob ash at the age of 14 days, its standard resistance increased from 202 Kg/cm^2 to 204.4 Kg/cm^2 , 206.2 Kg/cm^2 , 210 Kg/cm^2 by 4%, 9% and 14% respectively; obtaining the highest increase in 4% to that of the standard mortar.
- For a substitution of a mortar with corn cob ash at the age of 28 days, its standard resistance increased from 214.0 Kg/cm^2 to 222.6 Kg/cm^2 , 231.6 Kg/cm^2 , 266.8 Kg/cm^2 in 4%, 9% and 14% respectively; obtaining the increase 25% higher than the resistance of the standard mortar.

KEYWORDS: Compressive strength, cornstarch ash, mortar, physical properties, chemical properties.

I. INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad el mortero fue elaborado con arcilla, yeso y cal; para unir mampuestos en las edificaciones. En la Antigua Grecia se emplearon a utilizar diversos materiales; tobas volcánicas y cal quemado, con el transcurrir del tiempo aparece el cemento portland añadiendo al mortero en el siglo XX, esto trajo buenos resultados a la resistencia para el mortero. En este siglo James Parker y Joseph Aspdin, patentaron en el año 1824 el cemento Portland; denominado así por que presentaba un color gris verdoso oscuro similar a la piedra llamada Portland (Norma Asociación Americana de Ensayo de Materiales (Norma ASTM C- 270, p. 22).

Unos de los materiales que se utilizó en la antigüedad han sido las cenizas volantes en la construcción; tanto por los griegos y los romanos, también fueron utilizados por otros pueblos de la antigüedad; los romanos construyeron grandes obras portuarias y fluviales que hasta ahora duran más de 20 siglos. El mezclado de cal y cenizas volantes tienen gran ventaja de poder obtener una buena resistencia. En el año 1895 se retorna el interés de emplear las cenizas volantes, en esas fechas las fábricas de cemento empiezan a utilizar carbono pulverizado; hoy en día las cenizas volantes llevan a no ser una carga, sino a una fuente de ingreso muy interesante (Fernández, 2015, p. 62).

La ceniza volante de carbón y puzolana natural o calcina está clasificada en tres tipos; clase N, clase F y clase C, cada uno obtiene sus propias propiedades, la ceniza de la clase C y F son producidas durante la quema de antracita o carbón bituminoso; también se produce a partir del carbón subbituminoso o lignito (Norma ASTM C 618 - 19, p. 3).

Nuestra investigación está referida a la ceniza de la tusa de maíz, que se encuentra dentro de las clasificaciones de una puzolana calcinada; en nuestro país se recolectó información de los lugares de producción del maíz en las regiones andinas y costeñas

que la gran parte de la tusa de maíz (coronta) son quemadas al aire libre contaminando a su alrededor.

En el año 2019 la producción del maíz alcanzó 108 mil 739 toneladas que esto significó un incremento de 37.7%, el cual lo dio a conocer el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Este resultado positivo se dio a conocer la cosecha de este cereal en los departamentos: La Libertad (172.7%), Ica (172.0%), Piura 106.0%), Ancash (42.9%) y Loreto (4.7%), esto sumando a un 71.6 % de la producción Nacional.

Es por esta razón, la presente investigación es aprovechar los residuos de la tusa de maíz ya que en la actualidad la población no tiene conocimiento sobre el uso de ceniza de la tusa de maíz para emplearlo en la albañilería; las propiedades de este material contienen puzolánico, estas propiedades químicas son: el Óxido de Silicio (SiO_2) más de 65%, Óxido de Aluminio (Al_2O_3) más de 6.0, Óxido de Hierro (Fe_2O_3) más de 3.8 %. Dado estos resultados comprobados en el laboratorio demuestran que la ceniza de tusa de maíz puede ser utilizado como material cementoso (Sevillano, 2016, p. 26).

La finalidad de este estudio es analizar los morteros experimentales en comparación con el mortero patrón, elaborando probetas en cubos de 5x5x5cm determinando la resistencia a la comprensión, tal como indica la NTP 334.051 empleando la ceniza de tusa de maíz en porcentajes de 4%, 9% y 14% con respecto al peso del cemento para verificar el comportamiento que presenta en su estado fresco y posterior llegar a determinar un resultado óptimo a la resistencia de compresión en los diferentes días de edades.

Al emplear la ceniza de tusa de maíz en porcentajes llegaremos a reducir costos de material como es el cemento. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) el cemento se ha convertido en un producto más utilizado en el mundo, ya que en la grande ciudad se han realizado grandes construcciones; en la actualidad observamos que se viene realizando grandes construcciones civiles en el mundo entero, según las estadísticas que nos brinda Índex Mandí, en su reporte Hydraulic

Cement, indica en su registro hubo una producción de 2310 millones de toneladas de cementos. China se convirtió el país con más producción de cemento en el mundo en un aproximado de 1880 millones de toneladas de cementos, seguido la India con 210 millones de toneladas de cementos, Estados Unidos con 67 millones de toneladas de cementos. El Perú ocupa el puesto 42 de producción de cementos.

En ésta localidad ubicada en el Distrito de Lurigancho Chosica en Mz P Lote 33 - Carapongo, se diseñará un mortero experimental para emplearlo en un muro portante empleando los estudios realizados con la ceniza de maíz en porcentajes correspondientes.

Formulación del problema

✓ Problema General

¿De qué manera influye la aplicación de la ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muro portante en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020?

➤ Problemas Específicos

- ¿Cuáles son los resultados de la aplicación de ceniza de maíz en las propiedades mecánicas para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020?
- ¿Cuáles son los resultados de la aplicación de ceniza de maíz en la dosificación para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020?
- ¿Cómo influye la aplicación de ceniza de maíz en las propiedades en estado plástico para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020?

Justificación

Mediante la presente investigación se busca determinar la resistencia a la compresión del mortero sustituyendo ceniza de tusa de maíz para la elaboración de los muros portantes de la Vivienda Unifamiliar Mz. P Lote 33 - Carapongo.

Nuestra investigación sirve para aplicar la ceniza de tusa de maíz en porcentajes con respecto al peso del cemento con el objetivo de obtener un buen resultado a la resistencia a la compresión puesto que estas cenizas presentan alto contenido en las propiedades químicas como es SiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O_3 convirtiéndose en un material puzolánico. Ésta investigación aportaría de manera favorable a las propiedades mecánicas como es la resistencia a la compresión a largo plazo y con ello presentaría beneficios como la disminución del calor de hidratación, aumento de la impermeabilidad y durabilidad, mayor docilidad y resistencia a los ataques a los sulfatos. Así mismo también consiste en que con este nuevo método de uso, se pueda lograr a contribuir a la reducción de costos en la obtención del cemento; como también aportar a la construcción implementando un nuevo proceso constructivo.

Esta investigación ayudaría aportando en el problema que se viene generando en la actualidad, puesto que se realizó un minucioso estudio sobre la tusa de maíz y se logró investigar que se encuentra desechado en el terreno agrícola y gran parte de ello es quemado al aire libre y desaprovechada en su totalidad sin darle uso alguno dado que al ser calcinadas al aire libre perjudica la contaminación a sus alrededores como también son arrojadas a los ríos, desconociendo sus valiosas propiedades químicas que aportaría a la construcción. Por esta razón se pretende rescatar esos desechos y mediante ello utilizar la ceniza de tusa de maíz con los parámetros establecidos tal como indica la Norma ASTM C618-19 para convertirlo en un material puzolánico y emplearlo al mortero.

Justificación teórica

Este proyecto pretende aportar a las investigaciones futuras como a su vez a los trabajos de investigación ya presentes sobre la aplicación de la ceniza de la tusa de maíz al mortero respecto a la sustitución de una cantidad de porcentaje del cemento para una óptima resistencia a compresión.

Justificación práctica

En el presente proyecto se realiza la fabricación de morteros experimentales para aplicar a un muro portante como indica la Norma E.070 RNE, con los resultados obtenidos del laboratorio, así analizar los cambios que genere la aplicación de la ceniza de tusa de maíz en el mortero.

✓ Objetivos

➤ Objetivo general

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.

➤ Objetivos específicos

- Determinar los resultados de la aplicación de ceniza de maíz en las propiedades mecánicas para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020.
- Determinar los resultados de la aplicación de ceniza de maíz en la dosificación para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020.

- Determinar la influencia de la aplicación de ceniza de maíz en las propiedades en estado plástico para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020.

✓ **Hipótesis**

➤ **Hipótesis general**

La aplicación de la ceniza de maíz interviene significativamente en el mortero para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020.

➤ **Hipótesis específicos**

- La aplicación de la ceniza de maíz genera resultados positivos en las propiedades mecánicas para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020.
- La aplicación de la ceniza de maíz genera resultados óptimos en la dosificación para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020.
- La aplicación de la ceniza de maíz influye de manera positiva en las propiedades en estado plástico para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes nacionales

Según Bocanegra (2018) Universidad San Pedro – Ancash – Perú, en su tesis titulada “Sustitución de 5 y 10% de cemento por ceniza de tusa de maíz en la resistencia a la compresión de un mortero” tiene como objetivo principal determinar la resistencia de compresión a un mortero, siendo ya sustituido el cemento a una cantidad del 5 y 10% por ceniza de tusa de maíz en tiempos de 3, 7 y 28 días.

En el análisis de este autor el estudio se llevó por la metodología experimental ya que se tenía que determinar la sustitución del 5% de tusa de maíz para el diseño del mortero utilizando agregado grueso, cemento Portland tipo I y agua. El autor determina el grado de calcinación mediante teorías mencionadas en sus antecedentes donde opta a 670° C por el tiempo de dos horas de calcinación para así lograr activar sus propiedades puzolanas, mediante ello obtiene las composiciones químicas de la ceniza de tusa de maíz por medio de la fluorescencia de rayos X; determina sus óxidos como un alto porcentaje de silicio que comúnmente se encuentra en el cemento. El estudio resultó positivo al 5% ya que su incremento superó el porcentaje estimado respecto a su tiempo de 28 días de curado logrando un 17.19% más del mortero patrón con lo cual alcanzó una resistencia de 311.93 Kg/cm², ya que se debe al elevado contenido de Sílice (36.293%) y Cloro (11.61%). Se concluyó que se obtiene una mayor resistencia a la compresión a menor porcentaje adicionado y a mayor tiempo de curado.

Por otro lado, según Chachi (2019) Universidad Católica Sedes Sapientiae – Tarma – Perú, en su tesis titulada “Análisis de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo parcialmente el cemento portland por cenizas de rastrojo de maíz” fija como objetivo principal determinar el análisis de la resistencia de compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo parcialmente el cemento por las cenizas de rastrojo del maíz.

Es así que la autora realiza por medio de la metodología experimental y un muestreo del tipo no probabilístico, lo que consiste en especímenes circulares de concreto de 15cm de diámetro y 30 cm de altura; que fue elaborado con el cemento Tipo I, agregado grueso y fino y las cenizas del rastrojo de maíz. El diseño del concreto convencional como la adición de la ceniza de maíz se efectuó con los parámetros establecidos del método American Concrete Institute (ACI) 211. Se realizó los ensayos de compresión sustituyendo a ciertas cantidades de porcentajes (5%, 7,5% y 10%) de rastrojos de maíz con el fin de obtener el resultado más óptimo, lo cual a su vez afirma que logrará minimizar la cantidad de cemento a emplearse con ello una reducción de costos y obtener minimizar la contaminación ambiental ya que en la zona es incinerado el rastrojo de maíz sin darle uso alguno. Se concluye que el concreto en estado fresco adicionándole el 10% de la ceniza de rastrojo de maíz presenta mayor trabajabilidad como también supera la resistencia a la compresión al tiempo de 28 días de curado de 210 kg/cm² en el porcentaje de 112%.

Según Lencinas e Incahuanaco (2017) Universidad Nacional del Altiplano – Puno – Perú en su tesis titulada “Evaluación de mezclas de concreto con adiciones de ceniza de paja de trigo como sustituto en porcentaje del cemento portland puzolánico IP en la zona altiplánica”, define como objetivo principal la determinación de la influencia en base a las características físicas y mecánicas en la mezcla de concreto con la sustitución del porcentaje del cemento con el uso de la ceniza de paja de trigo, el estudio se lleva por la metodología experimental.

Para realizar dicho análisis los autores realizaron ensayos donde obtuvieron resistencias con variaciones superiores sustituyendo el 2.5% de ceniza y variaciones inferiores sustituyendo el 5% de ceniza con respecto al concreto convencional a un determinado tiempo de curado a 28 días y un asentamiento de 2.6 y 2.1 de pulgadas respectivamente que determina la disminución de la trabajabilidad. Se concluye que la sustitución de la ceniza de paja de trigo por el cemento portland puzolánico IP en porcentajes de 2.5% y 5% conserva su

resistencia a la compresión al tiempo de curado de 28 días de su elaboración como a su vez no aporta trabajabilidad y con ello reduce al no adicionar la puzolana artificial ya que la densidad es menor al cemento y se usó la misma relación agua – cementantes.

Antecedentes internacionales

Según Castaño y Trigos (2017) Universidad Católica de Colombia – Bogotá D.C – Colombia en su tesis titulada “Diseño estructural participativo con desechos orgánicos, una alternativa panameña para Colombia”, fija como objetivo principal definir cantidades apropiadas para la implementación de cascarilla de arroz en morteros de mampostería en base a los requerimientos técnicos NSR-10 y ASTM C270.

Los autores evalúan el comportamiento a ensayos en laboratorio de morteros con porcentaje sustituido de 10% de cascarilla de arroz con la metodología experimental con el fin de poder emplear en construcciones de viviendas de bajos recursos ya que busca minimizar el impacto ambiental y económico. Se concluye que cuando mayor sea la sustitución de la cascarilla de arroz los morteros son mucho más livianos, también se determina que a mayor sustitución de cascarilla de arroz menor será las propiedades mecánicas de los morteros por ello se debe establecer una buena dosificación de los agregados cementantes y la relación agua/cemento debe ser proporcional a la cantidad de cascarilla de arroz.

Por otro lado, Chicaiza (2017) Universidad Técnica de Ambato – Ecuador en su tesis para la obtención del título de ingeniera civil “Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre bloques tradicionales y bloques elaborados con polietileno expandido granular y bloques elaborados con tusa de maíz triturado como sustituto parcial del agregado grueso”, fija como objetivo principal realizar el

análisis de la resistencia a compresión sobre la elaboración de bloques con tusa de maíz, bloques con polietileno, y bloques tradicionales. El estudio se lleva por el método experimental.

La autora realiza los análisis de los ensayos determinados entre el bloque tradicional, el bloque adicionado con la tusa de maíz y el bloque adicionado con polietileno donde ella determina que el bloque tradicional obtiene una resistencia de 26.57 Kg/cm^2 pero al ser sustituido con el 5% y 10% de poliestireno obtiene la resistencia a compresión de 24.22 Kg/cm^2 y 18.23 Kg/cm^2 respectivamente, mientras tanto al sustituirlo con tusa de maíz a una cantidad de 5% se obtiene una resistencia a compresión de 20.76 Kg/cm^2 . Con ello, la autora concluye en base a Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN) 3066 que al sustituir el bloque tradicional con polietileno y tusa de maíz en sus cantidades determinadas reduce la resistencia a compresión, pero a su vez su porcentaje de absorción de agua tanto del polietileno en cantidad de 5% y 10% como de la tusa de maíz en cantidad del 5% cumple en base a la Norma NTE INEN 642 de ser menor del 15% ya que se obtiene en 12.8%, 11.3% y 14.2% respectivamente; por lo que ella recomienda la elaboración de ambos bloques sustituidos ya que genera el aporte sobre el cuidado del medio ambiente.

Según Barón (2017) Universidad La Gran Colombia – Bogotá – Colombia en su tesis titulada “Evaluación del tamaño de partícula y porcentaje de sustitución óptimo de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la variación de la resistencia de un mortero sostenible”, fija como objetivo principal evaluar el porcentaje del reemplazo del cemento por la ceniza de bagazo de caña de azúcar para la obtención de una mayor resistencia a compresión de un mortero. El estudio se lleva por el método experimental.

La autora realiza los ensayos determinados con el reemplazo del cemento a un 10% y 15% de bagazo de caña de azúcar donde ella obtiene una óptima

resistencia a la compresión en ambos casos ya que al ser sustituido a un 10% alcanza una resistencia a compresión del 97% del mortero convencional, como a su vez la sustitución del 15% alcanza una resistencia a compresión del 93% del mortero convencional. Se concluye que ambos porcentajes de sustitución son óptimos para el reemplazo del cemento al mortero, ya que cumple con sus resistencias a compresión con lo cual destaca la sustitución al 15% que a su vez alcanza una resistencia a flexión del 104% siendo superada al del 10% con una resistencia a flexión del 103%.

Teorías relacionadas con el tema

Ceniza de maíz

La ceniza de maíz es un polvo granulado con una característica propia, la mayoría de sus partículas contiene una forma esférica; las propiedades químicas que contienen estas cenizas favorecen dando buenos resultados en la resistencia a la compresión del mortero (Agudelo y Espinosa, 2017, p. 38).

Para que la tusa de maíz pueda convertirse en ceniza, tiene que pasar por grados de calcinación para que así las cenizas se activen y puedan trabajar a una resistencia y durabilidad junto con el cemento. Primero es calcinado en un horno artesanal, hasta obtener la ceniza el color oscuro gris; luego es re calcinado de 800 a 1000 Grados Celsius (°C) a un horno de alta temperatura tomando el color de plomo claro (Galicia y Velásquez, 2016, p. 38). En la figura 1, se puede apreciar dos tipos de ceniza; una cruda de color oscuro que ha sido calcinado en un horno artesanal, la segunda de color plomo claro cuya ceniza ha sido sometido a una temperatura de 900 °C por dos horas, la cual se convirtió en un material puzolánico.



Figura 1. Ceniza de maíz.

- **Producción de maíz**

En el año 2019 la producción del maíz amarillo alcanzo 108 mil 739 toneladas que esto significó un incremento de 37.7% dicha información lo dio a conocer el INEI. Este resultado positivo se dio a conocer la cosecha de este cereal en los departamentos de: La Libertad (172.7%), Ica (172.0%), Piura 106.0%), Ancash (42.9%) y Loreto (4.7%); esto sumando a un 71.6 % de la producción Nacional.

El cultivo del maíz se viene produciendo por muchos años, tiene gran variedad; algunas de ellas sirven para alimentos de animales, consumo humano, para el proceso y fabricación de sémolas. En la figura 2, se aprecia la producción del maíz a gran cantidad.



Figura 2. Producción de maíz.

- **Tusa de maíz**

“El cultivo de este producto del maíz tiene gran cantidad de biomasa aérea, lo cual el 50.0 % es cosechada en grano y la resta de su estructura es a la coronta” (Sevillano, 2016, p. 30).

Para esta investigación se utilizó la tusa (coronta) de maíz que es un recurso renovable potencial para ser reemplazada con respecto al peso del cemento en porcentajes. Por falta de conocimiento, la mayoría de los agricultores no tienen información sobre las valiosas propiedades que contiene la tusa; una de ellas son las propiedades químicas que posee la coronta ya mencionada dado que puede ser utilizado en el mortero de albañilería. En la figura 3, se observa la recolección de las tusas de maíz para realizar los ensayos respectivos.



Figura 3. Tusa de maíz.

El grano de maíz se utiliza para el consumo humano y también para alimento de animales (ganado, vacuno, cerdos y aves de corral); a su vez tiene una gran cantidad de aplicaciones industriales, producción de glucosa, algodón y la obtención de aceite y harina.

El desecho de maíz contiene gran cantidad de furfural en las hojas, raíces, tallos y orujos; lo cual es un líquido utilizado en empresas de fibra de nylon y plásticos de fenol (Bocanegra, 2019, p. 25).

El material puzolánico en general, sobre todo los artificiales constituyen una experiencia de búsqueda de sustitutos más sustentables a la ecología y esto resulta económicamente en el cemento, ya que la norma ASTM C 618 nos indica que las puzolanas son material silíceos aluminio y hierro con un porcentaje elevado (Águila y Sosa, 2008, p. 52).

- **Propiedades físicas de la ceniza de tusa de maíz**

Estas cenizas suelen convertirse en un polvo muy fino; de color gris claro, dentro de sus características físicas tiene varias propiedades entre las cuales está el Óxido de silicio (SiO_2) que es el más resaltante teniendo un porcentaje alto en comparación a otras propiedades. Para realizar una calcinación a la tusa de maíz se debe pasar por una temperatura de combustión de 800 a 1000 C°; cuando se llega a esta alta temperatura la ceniza se convierte en partículas amorfa donde su tamaño es aproximado de 45 a 75 μm ; puesto que a mayor finura se obtienen buenos resultados en las propiedades mecánicas para el mortero.

- **Propiedades químicas de la ceniza de tusa de maíz**

Si nos referimos a la ceniza de tusa maíz; estos analizados en estudios previos y determinaron que tienen contenido de SiO_2 más de 65.4%, Óxido de Aluminio (Al_2O_3) más de 6.0, Óxido de Hierro (Fe_2O_3) más de 3.8 %. Dando estos resultados demuestra que puede ser utilizado como material cementoso (Sevillano, 2016, p. 26).

- **Propiedades mecánicas aplicando la ceniza de tusa de maíz**

El mortero consiste en una mezcla de cemento, agregado fino y agua; en esta investigación se aplicará la ceniza de tusa de maíz a un porcentaje adquirido, con el objetivo que el mortero cumpla con la Norma Técnica Peruana (NTP) 399.610. La resistencia a la compresión es derivada a la máxima resistencia a la carga axial en el mortero, esto se presentan en Kilogramos sobre centímetros cuadrados (kg/cm^2), libra por pulgadas cuadradas (lb/pulg^2 o PSI) o mega pascal (MPa) ya que tiene que llegar a la edad de 28 días para proceder a realizarse la rotura y obtener un grado alto de confiabilidad en los resultados. La resistencia a la compresión se designa con el símbolo de f'_c (Galicia y Velázquez, 2016, p. 39).

La resistencia a la compresión del mortero conlleva a los trabajos de albañilería como; rellenos para impermeabilizaciones, pañetes de tanques subterráneos, pisos, pega de ladrillos, pañetes finos, estabilización de taludes en cimentación entre otros (Sánchez, 2016, p. 307).

La mayoría de estos materiales cementosos contienen en sus propiedades químicas; como el Dióxido sílice, Óxido de aluminio y Óxido de hierro (Vaysburd, 2016, p. 43). En la tabla 1, nos indica la comparación de la tusa de maíz con el cemento de la investigación realizada por Sevillano.

TABLA 1. *Comparación del cemento y la tusa de maíz.*

PROPIEDADES	CEMENTO	CENIZA DE TUSA DE MAÍZ
Óxido de calcio	64% (Rocas Calizas)	10.3 - 12.9 %
Óxido de sílice	21% (Areniscas)	70.4 – 72 %
Óxido de aluminio	5.50% (Arcillas)	6.0 - 9.1 %
Óxido de hierro	4.50% (Mineral de hierro)	3.8 - 5.6 %
Óxido de magnesio	2.40%	1.8 - 2.3 %
Sulfatos	1.60%	-

Fuente: Sevillano, 2016.

Mortero

Se define como una mezcla de conglomerantes y agregado fino que se añadirá una cantidad de agua con lo cual proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para fines estructurales se clasifican en tres tipos: Tipo P1, Tipo P2 y Tipo NP empleado en la construcción de muros portantes y muros no portantes, respectivamente (Sánchez, 2001, p. 324).

El mortero viene a ser una mezcla natural o artificial; sus características esenciales son su plasticidad inicial, debe permitir su trabajabilidad a ser moldeada según se requiera, posterior a su endurecimiento y obteniendo a una resistencia mecánica (Arcata, 2014).

Los componentes del mortero presentan proporciones volumétricas en estado suelto presentado en la Tabla 2, lo cual se muestra a continuación:

Tabla 2. *Tipo de proporción de los componentes del mortero.*

TIPOS DE MORTERO				
COMPONENTES				USOS
TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

Fuente: Norma Técnica E.070, Reglamento Nacional de Edificaciones.

El mortero en estado pastoso cumple la función de poderse adherir, moldear, endurecerse, unirse entre sí; se clasifica en relación al conglomerante que se utiliza.

Hablando en termino general dentro de la familia de morteros encontramos: los aéreos y los hidráulicos; mencionado los aéreos, son los primeros en endurecerse con la influencia del aire llegando a perder agua pasando a un estado de endurecimiento; los hidráulicos, son llamados acuáticos, tiene esa propiedad de endurecerse bajo el agua (Sánchez, 2001, p. 303). En la figura 4, podemos observar un muro no portante empleando el mortero para la pega de ladrillos.



Figura 4. Uso del mortero para pega de ladrillos.

La norma más conocida es la ASTM C-270, nos indica una clasificación de mortero de pega por propiedades mecánicas y por dosificación, esta norma nos brinda cinco clasificaciones de mortero, nombradas con la letra M, S, N, O y K (p. 6).

“Para mortero tipo M, es un mortero de alta resistencia a la compresión, se usó destinado a la mampostería que son sometidas a grandes fuerzas, también se recomienda su uso en estructura de concreto hallado en el suelo, cimentaciones y muros de contención.

Para mortero tipo S, sus usos son para cargas de compresión normales, pero requiere a la vez alta adherencia, se usa en pared en revestimiento de cerámico” (Bocanegra, 2018, p. 7). En la tabla 3, se observa los diferentes tipos de resistencia a compresión para cada tipo de mortero.

Tabla 3. Clasificación ASTM C-270 de mortero de pega para mampostería simple, según resistencia a la compresión a 28 días y según dosificación (Partes por volumen).

Tipo de mortero	Resistencia a compresión			Cemento Portland	Cemento Albañilería	Cal	Agregado fino suelto
	(Mpa)	(Kg/cm ²)	(p.s.i)				
M	17.2	175	2.500	1 1	1 -	0.25	Entre 2.25 y 3 veces la suma de cemento y cal utilizados.
S	12.4	126	1.8	0.5 1	1 -	0.25 a 0.50	
N	5.2	53	750	- 1	1 -	0.5 a 1.25	
O	2.4	25	350	- 1	1 -	1.25 a 2.50	
K	0.5	5	75	1	-	2.50 a 4.00	

Fuente: Bocanegra, 2018.

Para usos normales se debe preparar un excelente mortero que debe obtener una buena resistencia y una alta retracción de secado, así no tener ningún problema a futuro de agrietamiento; sin embargo, el mortero con cemento es muy utilizado en obras y exigen que consiga una gran resistencia que son empleados en muros de contención y también para cimientos. En la tabla 4, se observa los diferentes tipos de uso que se puede emplear con el mortero.

Tabla 4. *Uso de los morteros de cemento.*

MORTERO	USOS
1:1	Mortero muy rico para impermeabilizaciones. 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 finos.
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 cimentaciones.

Fuente: Sánchez, 2001.

▪ Componentes

Según la Norma E0.70 RNE (2006), los materiales a emplear será el Cemento Portland, el agregado fino (arena gruesa natural) de acuerdo a la norma ASTM C144, el agua debe ser potable sin contener ácidos, materia orgánica, álcalis (p. 434).

Cemento

Es un conglomerante hidrófilo que se obtiene de la calcinación de areniscas, rocas de caliza y arcillas; con ello se obtiene un polvo fino que en lo cual añadiendo agua se endurece adquiriendo propiedades adherentes y resistentes (Pasquel, 1998, p. 18).

Es un Clinker, generado mediante altas temperaturas de la combinación de sílice, fierro, cal, alúminas; que al combinarse con agua forma una pasta (Abanto, 1997, p.15).

Producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker (Norma Técnica E0.60 RNE, 2006, p.10).

- **Características del cemento Portland**

“Es un polvo de color gris más o menos verdoso, proporcionado en bolsa con el peso neto de 42.5kg y 1pie³ de capacidad.

- **Fraguado y endurecimiento**

Se hace referencia la palabra fraguado a la pérdida de plasticidad que sufre el cemento, donde se especifica dos tipos de fraguado:

- ❖ **Fraguado inicial:** Hace referencia a la pérdida de plasticidad en la masa.
- ❖ **Fraguado Final:** Hace referencia cuando la pasta de cemento se convierte en un bloque rígido y deja de ser deformable.

El endurecimiento es el desarrollo lento de la resistencia” (Abanto, 1997, p.16-17).

- **Componentes del cemento**

- ✓ Silicato Tricálcico (C3S)
- ✓ Silicato Bicálcico (C2S)
- ✓ Aluminato Tricálcico (C3A)
- ✓ Ferro Aluminato Tetracálcico (C4AF)

“El Clinker contiene entre el 70% y 75% de (C3S) y (C2S), entre 7% y 15% del (C3A) y lo resto es conformado por el (C4AF). La proporción presente en los componentes del Clinker depende de los minerales que lo conforman; como el calcio, silicio, aluminio y fierro” (Galicia y Velásquez, 2016, p. 12).

- **Tipos de cemento**

La Norma NTP 334.009, (2013) establece cinco tipos de cemento según su uso, lo cual se clasifican de la siguiente manera:

a) Cemento tipo I

Es el de mayor adquisición, tiene poca resistencia a los sulfatos.

De uso general que se aplica en cualquier construcción ya sea estructuras, pavimentaciones, edificaciones; donde el calor de la hidratación no dañe los elementos estructurales.

b) Cemento tipo II

De uso general que precisamente cuando se desee obtener una resistencia óptima a los sulfatos.

Se le conoce como el cemento modificado ya que se aplica necesariamente en obras hidráulicas, muestra una buena resistencia a los sulfatos y poco calor de hidratación.

c) Cemento tipo III

Será utilizado en construcciones donde se requiere conseguir una óptima resistencia a compresión, posee una alta resistencia a los sulfatos.

Es el cemento que adquiere resistencia inicial (temprana edad) principalmente en proyectos que se desee acabar en poco tiempo establecido.

d) Cemento tipo IV

Es un cemento que produce bajo calor de hidratación con lo cual su proceso para obtener una resistencia es lenta, mayormente se aplica en estructuras de grandes espesores.

Suele ser costoso, soporta hasta 110°C de temperatura. Posee una mediana y alta resistencia a los sulfatos.

e) Cemento tipo V

Será utilizado donde se requiere obtener una alta resistencia a los sulfatos, se recomienda aplicar para el vaciado de cimentaciones donde cuyo suelo es muy agresivo.

Es el cemento de mayor costo, soporta hasta 143°C de temperatura. Posee una mediana y alta resistencia a los sulfatos (Llatas, 2019, p. 56).

En esta investigación usaremos el cemento portland tipo I para la elaboración de nuestro mortero. En la tabla 5, mencionaremos los diferentes tipos de cemento portland con su resistencia obtenida en las diferentes edades.

Tabla 5. Resistencia a compresión de los tipos de cemento.

Tipos de cemento Portland	Resistencia a la compresión (%)			
	3 días	7 días	28 días	3 meses
I. Usos generales.	100	100	100	100
II. Modificado.	85	89	96	100
III. Alta resistencia inicial.	195	120	110	100
IV. Bajo calor.	-	36	62	100
V. Resistencia al sulfato.	67	79	85	100

Fuente: Rodríguez, 2017.

✚ Agregados

“Estos materiales contienen una forma granular; puede ser natural o artificial, incorporando el cemento y agua conforman un contacto conocido como concreto, mortero u hormigón.

Los agregados son aquellos materiales que contiene una resistencia propia y esto no perturban ni afectan las propiedades del concreto o mortero, garantizando una compactación requerida” (Cubas, 2019, p. 21-22). En la figura 5, se puede apreciar el agregado fino de la cantera Trapiche; este material será utilizado para desarrollar los ensayos de laboratorio.



Figura 5. Agregados para material de construcción

- **Tipos de agregado**

a) Agregado grueso

Según ASTM C33-08 nos dice que el agregado grueso debe ser en grava, piedras trituradas, escoria de alto horno enfriada al aire a una combinación de ellos, conforme a los requisitos que se encuentran especificados.

Estos agregados son principios que conforman componentes del concreto u hormigón, empleando estos elementos de buena calidad garantizamos un buen resultado; los agregados gruesos se denominan a una porción retenida en un tamiz 4.75 mm - N° 4 (p. 16). En la tabla 6, se aprecia los tamaños del agregado grueso.

Tabla 6. *Agregado grueso.*

AGREGADO GRUESO	
Tamaño Máximo Nominal	
Abertura Cuadrada	
mm	(pulg)
9.5	(3/8)
12.5	(1/2)
19.0	(3/4)
25.0	1
37.5	1 1/2
50.0	2
63.0	2 1/2
75.0	3
90.0	3 1/2
100.0	4
125.0	5

Fuente: Norma NTP 400.037, 2006.

b) Agregado Fino

“Este elemento proviene de la disgregación natural de la roca y artificial, la cual estos elementos pasan por el Tamiz 9.5 mm (3/8) y debe cumplir como indica la norma NTP.400.037. El material agregado fino es un elemento esencial para el concreto o mortero, da facilidad a una buena trabajabilidad para un uso requerido, es por esa razón realizar ensayos para evaluar la calidad de los agregados que serán utilizados a un trabajo requerido” (Llatas, 2019, p. 13).

El agregado fino viene hacer un componente muy útil para emplear al mortero, es un componente básico; cuando se tiene una buena selección de agregado esto favorece a la mezcla obteniendo una excelente trabajabilidad. En la tabla 7, se aprecia los porcentajes que pasa el agregado fino en los diferentes tamaños.

Tabla 7. *Agregado fino.*

AGREGADO FINO	
TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
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 400.037, 2006.

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). En la figura 6, se aprecia el agua potable que será utilizada en el mortero; así mismo en la tabla 8 se muestra las sustancias disueltas que se obtiene en el agua.



Figura 6. Agua potable para la mezcla del mortero.

Tabla 8. Componentes del agua.

SUSTANCIAS DISUELTAS	VALOR MAXIMO ADMISIBLE
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
P.H	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Fuente: Zavala, 2018.

- **Consideración de agua para mezcla de mortero**

El agua es un elemento muy importante para la mezcla del mortero, por tanto:

- ✓ El agua debe ser limpia (clara) no debe tener elementos extraños eso perjudicaría a la mezcla.
- ✓ No se debe usar agua de mar (ya que reduciría un 15% la resistencia del mortero).

Según la Norma E060 RNE, el agua debe cumplir ciertas condiciones, tales como:

- ✓ Debe ser potable.
- ✓ Se podría usar agua no potable siempre en cuanto estén libres de cantidades perjudiciales como óxido, sales, aceites entre otras sustancias (p. 31).

Una vez agregado los breves conceptos, en esta investigación se aplicarán agregado fino, cemento portland tipo I, agua potable y la sustitución de la ceniza de tusa de maíz con respecto al peso del cemento en porcentajes de 4%, 9% y 14%; llegando a obtener un mortero con una óptima resistencia a la comprensión para ser utilizado en muros portantes de pega de ladrillo.

Muro portante

Es un muro diseñado con el fin de transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel superior a la cimentación. Este tipo de muro es un componente esencial en la estructura de un edificio de albañilería.

Los muros portantes deben tener una continuidad vertical hasta la cimentación, longitud mayor o igual a 1.20m para poder contribuir con la resistencia a fuerzas horizontales (Norma Técnica E.070, RNE, 2006).

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).

“En la actualidad los ladrillos son fabricados con diferentes tipos de materiales: concreto, silicios y calcáreos, pero la mayoría de la población han usado ladrillos de arcilla; esto se obtiene por molde, secado y cocción a una alta temperatura; las medidas de los ladrillos son diversas y son fabricados a un tamaño manejable para la mano.

Los muros portantes sabemos que soporta el peso de la estructura de una casa y también resiste a la fuerza de los movimientos de un sismo, se recomienda usar ladrillos diseñados para muros portantes y tiene que ser de excelente calidad. Los ladrillos para muros portantes se clasifican en cinco tipos de acuerdo a su resistencia a la compresión, desde “ladrillo I” que resiste 50 kg/cm² hasta el “ladrillo V” que resiste 180 kg/cm²”. A continuación en la tabla 9, se observa las resistencias obtenidas de cada clase de la unidad de albañilería.

Tabla 9. Tipo, variación a la dimensión y resistencia a compresión del ladrillo.

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_b mínimo en Mpa (Kg/cm²) sobre área bruta.
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	+ - 8	+ - 6	+ - 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	+ - 7	+ - 6	+ - 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	+ - 5	+ - 4	+ - 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	+ - 4	+ - 3	+ - 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	+ - 3	+ - 2	+ - 1	2	17,6 (180)
Bloque P (1)	+ - 4	+ - 3	+ - 2	4	4,9 (50)
Bloque NP (2)	+ - 7	+ - 6	+ - 4	8	2,0 (20)

Fuente: Norma Técnica E.0.70 RNE, 2006.

- ✓ **TIPO I:** Estos ladrillos tienen una durabilidad y resistencia muy baja, se establece emplear en viviendas de 1 o 2 pisos ya que se encuentra bajo condiciones de exigencias mínimas; evitando el contacto directo con el suelo y/o la lluvia.
- ✓ **TIPO II:** Se clasifican los ladrillos de baja durabilidad y resistencia, se establece emplear bajo condiciones de servicios moderadas.
- ✓ **TIPO III:** Estos ladrillos son de mediana resistencia y durabilidad, se establece emplear en construcciones sujetas a condiciones de bajo intemperismo.
- ✓ **TIPO IV:** Estos ladrillos son de alta durabilidad y resistencia, se establece emplear bajo condiciones de servicio rigurosas. Están sujetos a condiciones de intemperismo moderado; en contacto con suelo, agua y lluvias intensas.
- ✓ **TIPO V:** Estos ladrillos tienen una durabilidad y resistencia muy alta, se establece emplear en condiciones de servicio muy rigurosas. Sujetas a condiciones del tipo IV (Sáenz, 2016, p. 27).

Tabla 10. Clasificación de los ladrillos de acuerdo a su resistencia.

TIPO	DENOMINACIÓN	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, 2006.

El ladrillo artesanal siempre presenta menor resistencia en su elaboración, si se requiere para una mayor resistencia como para muros portantes los ladrillos tipo IV y V son adecuados; está clasificado que el ladrillo de mayor resistencia es el King Concreto, esto contiene cemento y agregado pero su uso no es muy usado.

- **Ladrillo King Kong**

Este tipo de ladrillo es más usado para muros portantes llamado también como “King Kong 18 huecos” sus dimensiones son:

- ✓ Alto 9 cm (dimensión que más 1 cm de juntas da 10 cm).
- ✓ Ancho 12.5 cm (dimensión que más 2 cm de tarrajeo da 15 cm).
- ✓ Largo 24 cm (dimensión de más 1 cm de juntas da 25 cm).



Figura 7. Ladrillo King Kong 18 huecos para muros portantes.

Propiedades en estado plástico

✓ Manejabilidad

En este caso igual al concreto, viene a ser la facilidad de colocar la mezcla a un revestimiento o mampostería; la manejabilidad es una consistencia, este se refiere a un estado de fluidez la cual se define que tan dura o blanda constituye una mezcla convertido en un estado plástico (Sánchez, 2001, p. 308).

✓ Fluidez

La fluidez es el contenido de agua a la mezcla del mortero, este mortero debe requerir un específico porcentaje de fluidez para los trabajos realizados, debido a que tenga la facilidad para que el maestro albañil pueda manipularla y que sea apropiado para trabajos en obra sin que se seque o fragüe (Bocanegra, 2018, p. 18).

La presente tabla es una guía de la manejabilidad que se refiere para diferentes trabajos realizados con el mortero, este se define tres tipos de consistencia y fluidez a la mezcla del mortero.

Tabla 11: *Fluidez recomendada del mortero para diversos tipos de estructuras.*

CONSISTENCIA	FLUIDEZ %	CONDICION DE COLOCACIÓN	EJEMPLO DE TIPO DE ESTRUCTURA	EJEMPLO DE SISTEMA DE COLOCACIÓN
DURA (SECA)	80 - 105	Secciones sujetas a vibración	Reparación, recubrimiento de túneles.	Proyección neumática, con vibradores.
MEDIA (PLÁSTICO)	105 -115	Sin vibración	Pega de mampostería, baldosines.	Manual con palas y palustres
FLUIDEZ (HUMEDAD)	115 -150	Sin vibración	Pañetes de rellenos de mamposterías estructurales.	Manual, bombeo

Fuente: Sánchez, 2001

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Según Borja (2012, p. 26) “Tiene como objetivo crear nuevas tecnologías a partir de los conocimientos adquiridos a través de la investigación estratégica para determinar si puede ser útilmente aplicados”. La investigación aplicada busca trabajar, conocer y cambiar una realidad problemática.

La presente investigación es aplicada ya que se realizará el cálculo en el cual se añadirá ceniza de tusa de maíz al mortero en proporciones de 4%, 9% y 14% respecto al cemento.

3.1.2 Diseño de investigación

Según Tam, Vera y Oliveros (2008, p. 149) la investigación experimental es cuando la variable independiente es manipulada por el investigador y por ello se obtiene la convicción causa – efecto.

Para la realización de la presente investigación, el diseño aplicado es experimental, ya que determinaremos que proporción es adecuada para la aplicación de la ceniza de maíz con respecto al cemento en el mortero y obtener su óptima resistencia a compresión en base a la NTP E0.70, y con ello determinaremos los fenómenos que ocurren al adicionar la ceniza de tusa de maíz.

3.2 Variables y operacionalización

3.2.1 Variables

Según Borja (2012, p. 23) una variable es una propiedad y/o atributo cuyo contenido puede variar.

- **Variable independiente**
Variable I: ceniza de maíz.

- **Variable dependiente**
Variable II: El mortero

Cuantitativa

Por el tipo de investigación la presente investigación es cuantitativa ya que se estudiará sus variables e indicadores, en base a estadísticas se probó las diferentes hipótesis propuestas y con ello se dedujo a posibles resultados de la investigación.

3.2.2 Operacionalización

Tabla 12. Operacionalización de la variable.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
CENIZA DE MAÍZ	La ceniza de maíz es un polvo granulado con una característica propia, la mayoría de sus partículas contiene una forma esférica; las propiedades químicas que contienen estas cenizas favorecen dando buenos resultados en la resistencia a la compresión del mortero (Agudelo y Espinoza, 2017, p. 38).	Se lleva a cabo por medio de la incineración de la tusa de maíz a 900°C por dos horas.	Porcentajes de ceniza de maíz	4% de ceniza de maíz	Razón
				9% de ceniza de maíz	
				14% de ceniza de maíz	
			Propiedades químicas	Dióxido de sílice	
				Óxido de aluminio	
				Óxido de hierro	
				Óxido de calcio	
MORTERO	Se define como una mezcla de aglomerantes, agregado fino que se añadirá una cantidad de agua con lo cual proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado (NTP E.070, 2006, p. 4).	Se lleva a cabo por la mezcla de cemento, agregado fino y agua, para obtener una pasta homogénea.	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	
			Dosificación del mortero	Agregado fino	
				Cemento Portland Tipo I	
				Ceniza de maíz	
			Agua potable		
Propiedades en estado plástico	Prueba de fluidez				

Fuente: Elaboración propia, 2020.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 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.

La población de la presente investigación es los muros portantes que tiene un total de 71,09 m², en la vivienda, Mz P Lote 33 - Carapongo. Dicho terreno es un área libre poco poblada.

3.3.2 Muestra

Según Borja (2012, p. 30) la dimensión de la muestra es mayor a la unidad, pero a la población. Para seleccionar la muestra debemos elegir la unidad del objeto de estudio. Es por ello, que la muestra será un grupo pequeño de la población cuyo fin es obtener resultados específicos sobre sus propiedades.

La muestra viene hacer un subgrupo de la población, decimos que es un subconjunto de un elemento que pertenece a las características de la población (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 175).

La muestra de la presente investigación está conformada por 1 m² de los muros portantes que está ubicada en la vivienda, Mz P Lote 33 - Carapongo.

3.3.3 Muestreo

Según Borja (2012, p. 32) el presente muestreo viene ser el componente de la población que tiene la misma posibilidad de ser seleccionado.

Nuestro muestreo son las probetas de mortero de un tamaño 5x5x5cm como indica la NTP 334.051, serán analizadas para determinar la resistencia a la compresión sustituyendo ceniza de tusa de maíz con respecto al peso del cemento; así mismo se determinó el ensayo a compresión axial (pilas) a los 28 días con un porcentaje de 14% de ceniza de tusa de maíz. A continuación en la tabla 13 se detalla la cantidad de probetas que van a ser ensayadas en el laboratorio para sus análisis correspondientes.

Tabla 13. Muestreo de especímenes de mortero para el ensayo a compresión.

ADICIÓN DE CENIZA DE MAÍZ	NUMERO DE PROBETAS PARA EL ENSAYO A COMPRESIÓN (UND)		
	7 días	14 días	28 días
Patrón	3	3	3
4%	3	3	3
9%	3	3	3
14%	3	3	3
Subtotal	12	12	12
Total	36		

ADICIÓN DE CENIZA DE MAÍZ	NUMERO DE PROBETAS PARA EL ENSAYO A COMPRESIÓN AXIAL (PILAS)
	28 días
Patrón	3
14%	3
Sub Total	6
TOTAL	42 (UND)

Fuente. Elaboración propia, 2020.

➤ **Muestreo no probabilístico**

Según Hernández, Fernández y Baptista, (2014, p. 175). Es un subgrupo de la población donde la elección de los elementos no depende la de probabilidad, si no que depende del proceso de toma de decisiones del investigador, este procedimiento no es mecánico ni con bases de fórmulas de probabilidad.

Para la presente investigación se empleará el muestreo no probabilístico ya que como se mencionó cualquier elemento de la población tiene la posibilidad de ser escogida para la investigación. Puesto que deseamos realizar tres muestras mínimo como indica la NTP 334.051. Para determinar la resistencia a compresión del mortero sustituyendo un 4%, 9% y 14% de ceniza de tusa de maíz respecto al peso del cemento tipo I en las edades de 7, 14 y 28 días; así mismo, analizar la resistencia axial (pilas) a los 28 días con el porcentaje de 14% de ceniza de tusa de maíz añadiendo al peso del cemento tipo I.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas de recolección de datos

Son técnicas usadas para la recopilación de datos, se utilizará distintos formatos depende de los diferentes casos. Para la recolección de datos este proceso sigue acciones vinculadas entre sí; donde primero es la selección del instrumento de recolección lo cual debe ser confiable, segundo es la aplicación del instrumento para conseguir registros para así analizar la información recopilada.

“Las principales técnicas son la entrevista, la encuesta, la observación y pruebas estandarizadas” (Borja, 2012, p. 23).

A continuación en la tabla 14, se presenta las técnicas que serán utilizadas en la presente investigación; así mismo, las normas correspondientes e instrumentos que serán empleados para la elaboración de las muestras en el laboratorio.

Tabla 14. Técnica e Instrumentos.

NORMA	TÉCNICA	INSTRUMENTO
(ASTM C618-19)	Análisis de la composición de metales de la ceniza de tusa de maíz - Óxidos Metálicos	Mufla
		Espectroscopia de rayos X de dispersión de energía EDX
(NTP 400.022)	Peso específico de la ceniza	Picnómetro de 500 ml
		Balanza de Precisión de 0.1 gramos
(NTP 399.604)	Porcentaje de absorción de la ceniza	Horno para el secado
		Balanza de Precisión de 0.1 gramos
(NTP 400.012)	Análisis granulométrico de agregado fino	Juegos de mallas estándar
		Balanza de Precisión de 0.1 gramos
(NTP 400.017)	Peso Unitario del Agregado Fino (Compactado y sin Compacto) -	Balanza de Precisión de 0.1 gramos
(NTP 400.022)	Peso Específico del agregado fino	Picnómetro de 500 ml
		Balanza de Precisión de 0.1 gramos
(NTP 399.604)	Porcentaje de Absorción del agregado fino	Horno para el secado
		Balanza de Precisión de 0.1 gramos
(NTP 334.057)	Ensayo de Fluidez	Mesa de flujo
(NTP 334.051)	Elaboración y curado del mortero	Molde triple para cubos de mortero
(NTP 334.051)	Comprensión por Unidad al Mortero	Máquina de Comprensión
(NTP 399.604)	Comprensión por Pilas	Máquina de Comprensión

Fuente. Elaboración propia, 2020.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Según Arias (2012, p. 68). Un instrumento de recolección de datos es cualquier formato, dispositivo o recurso ya sea en digital o impreso que se utilizará para registrar y/o obtener información que será útil para la investigación.

Para la investigación se utilizó guías de observación, formatos para la recolección de datos para las pruebas a realizar, se adjunta en el Anexo N°07. Así mismo, se mencionará los instrumentos que han sido utilizados para cada ensayo; como también se adjunta en el Anexo N°06 los certificados de calibración de cada instrumento – equipo.

❖ Análisis Granulométrico del Agregado fino (NTP 400.012)

- a) Balanza de precisión de 0.1 gramos
- b) Horno para el secado
- c) Taras
- a) Tamices (Juegos de Mallas Estándar)



Figura 8. Instrumentos y equipos para el Análisis Granulométrico.

❖ **Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados (NTP 400.017)**

- a) Recipiente
- b) Varilla de apisonado - acero de punta cilíndrica de 5/8” de diámetro
- c) Balanza de precisión de 0.1 gramos



Figura 9. Instrumentos y equipos para el Peso Unitario Suelto y Compactado.

❖ **Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino (NTP 400.022)**

Los equipos e instrumentos a emplearse para dicho ensayo cuentan con el certificado de calibración, éstos son:

- a) Balanza de precisión de 0.1 gramos
- b) Estufa
- c) Picnómetro de 500 ml
- d) Frasco (para su uso en determinación volumétrica)
- e) El molde y barra compactadora para los ensayos superficiales de humedad



Figura 10. Instrumentos y equipos para el Peso Específico.

❖ **Método de ensayo para determinar la fluidez del mortero en Cemento Portland (NTP 334.057)**

Los equipos e instrumentos a emplearse para dicho ensayo cuentan con el certificado de calibración, éstos son:

- a. Mesa de flujo
- b. Compactador
- c. Espátula
- d. Regla de metal

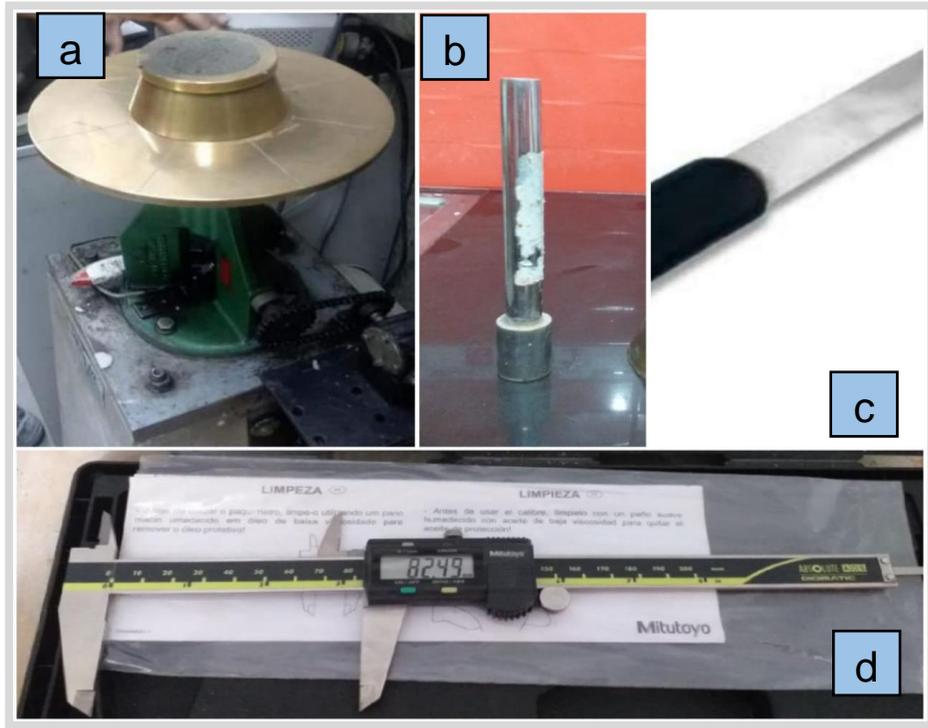


Figura 11. Instrumentos y equipos para el ensayo de fluidez del mortero.

❖ **Método para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland en cubos de 50mm de lado (NTP 334.051)**

- a) Máquina de ensayo de compresión
- b) Molde de cubos de mortero



Figura 12. Máquina de ensayo de compresión.



Figura 13. Moldes de cubos de mortero.

3.4.3 Validez

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 175) Son evidencias de validez las que son obtenidas por los expertos y asegurarse que las dimensiones de las medidas por los instrumentos sean representativas y variables; la evidencia de la validez de criterio se realiza con las puntualizaciones obtenidas por medio de los instrumentos.

El instrumento a utilizar es analizado y revisado por los expertos del tema para esta investigación, cuya investigación se elaboró con la calificación en porcentajes mostrada en la tabla 15, para determinar la magnitud de validez de esta investigación.

Tabla 15. *Porcentaje y magnitud para la validación.*

PORCENTAJE	MAGNITUD
00 % - 20 %	Muy malo
21 % - 40 %	Malo
41 % - 60 %	Regulas
61 % - 80 %	Bueno
81 % - 100 %	Muy bueno

Fuente. Elaboración propia, 2020.

3.4.4 Confiabilidad

La confiabilidad de los instrumentos de medición es válida puesto que se garantiza por el uso cotidiano en la ingeniería civil donde cuyos instrumentos utilizados presentan los certificados de calibración dado que se usa correspondiente a cada ensayo según lo requiera; tal cual detallan las normas respectivas y con ello generan resultados confiables.

Para la presente investigación se presentan datos confiables a través de fichas de evaluación y fotografías las cuales han sido verificadas por el ingeniero especialista del caso.

3.5 Procedimientos

El proceso para la obtención de la ceniza de tusa de maíz para el uso del mortero, como para su análisis y determinación de los componentes químicos se procedió en varios pasos:

- a) Se obtuvo mediante la recolección las tusas (corontas) de maíz en gran cantidad del departamento de Huánuco, ubicado en el distrito de La Unión tal como se muestra en la figura 14 y 15.



Figura 14. Recolección de coronta de maíz.



Figura 15. Recolección de coronta de maíz.

b) Dichas tusas de maíz se procedieron a lavar para eliminar sus desechos y así tener un material limpio para trabajar posteriormente como se aprecia en la figura 16.



Figura 16. Lavado de la coronta de maíz.

c) Posteriormente se puso a secar con los rayos del sol durante dos semanas.



Figura 17. Secado de coronta de maíz.

d) Una vez obtenido la tusa de maíz secado, se procedió a quemar mediante un horno artesanal a una temperatura aproximado de 300 °C, convirtiéndose en su totalidad en una ceniza de color gris oscuro; tal como se muestra en la figura.



Figura 18. Procedimiento de quemado de coronta de maíz.

e) Una vez quemada la ceniza de maíz se pasa por el tamiz N° 200 como se observa en la figura 19 y 20, para que así esté apta a ser calcinada.



Figura 19. Tamizado de la ceniza de maíz.



Figura 20. Ceniza de maíz por malla #200.

- f) Una vez tamizada se lleva el material al laboratorio químico para realizar el ensayo de las composiciones de Óxidos utilizando el método Fluorescencia de rayos X por energía dispersiva, lo cual antes de ser analizado la ceniza se realiza el proceso de calcinación en la mufla a una temperatura de 900°C por dos horas para que se pueda activar sus propiedades químicas y convertirse en un material puzolánico tal como se aprecia en la figura 21.



Figura 21. Ceniza de maíz en la mufla.

- g) Cuando se obtiene esta alta temperatura, las geopolimerización de la ceniza de la tusa de maíz obtiene un tamaño máximo de partícula aproximadamente de 45 μm , estas partículas obtienen una morfología esférica de vítreas.
- h) Una vez calcinado el material se procede a analizar la ceniza de tusa de maíz, para obtiene una composición química: Oxido de calcio (CaO), Dióxido de Silicio (SiO_2), Oxido de Aluminio (Al_2O_3) y Óxido de Hierro (Fe_2O_3), así mismo para verificar si cumple con los porcentajes mínimos requeridos por la Norma ASTM C618-19.

A continuación en la figura 22, se detalla el procedimiento general del cómo se va a realizar las muestras de ensayo, empleando porcentajes de ceniza de tusa de maíz.

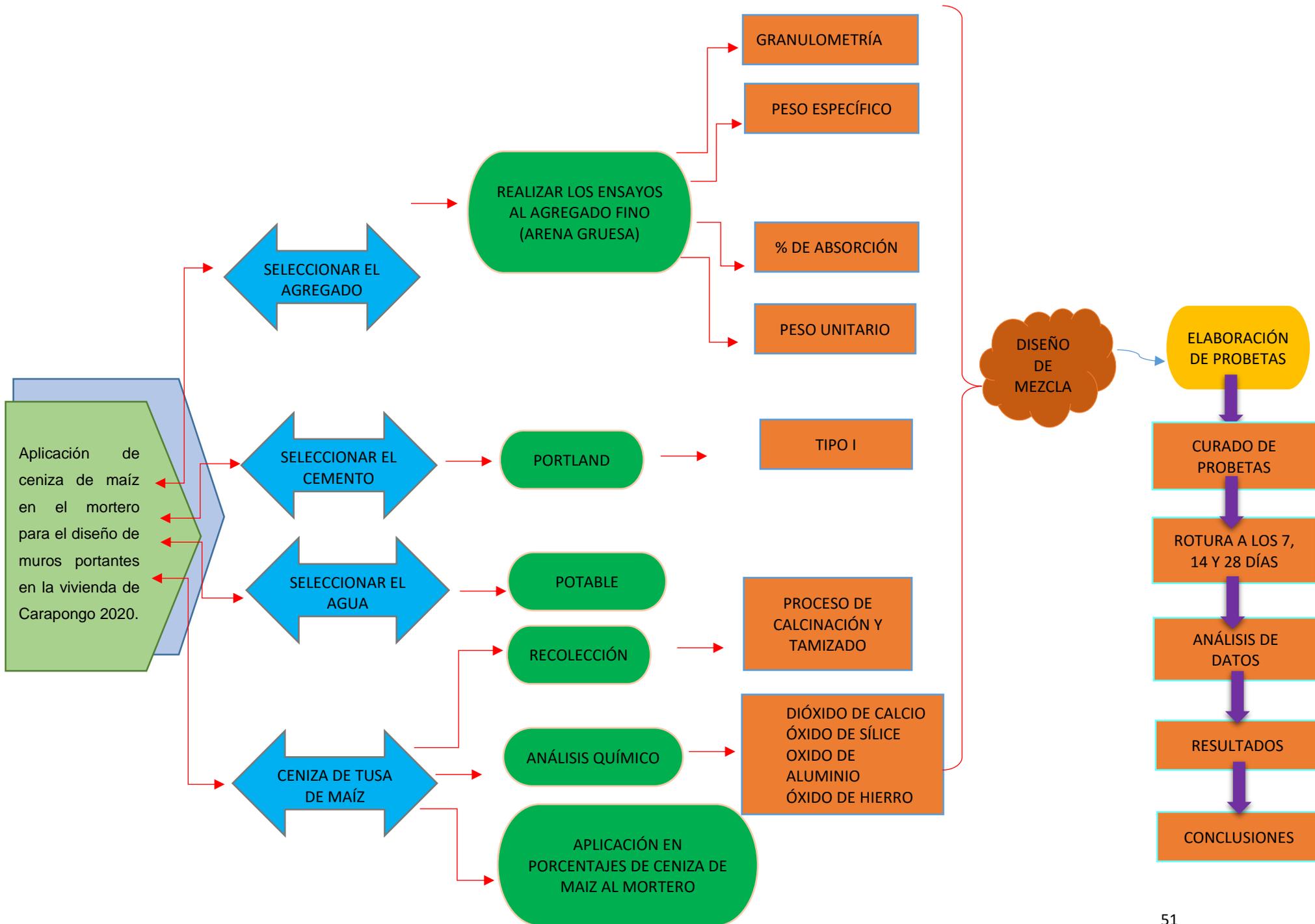


Figura 22. Proceso de elaboración de los cubos de mortero.

3.6 Método de análisis de datos

Según Hernández et al. (2014, p. 574). Para el análisis de datos el investigador cuantifica en los procedimientos ya estandarizados; donde la selección de técnicas de análisis se relaciona con el tipo de diseño, el planteamiento del problema y las estrategias elegidas de dicha investigación. Cuyo análisis puede darse mediante datos originales o requerir de su transformación.

Para procesar los datos se usará el programa Excel, ya que se evaluará los resultados obtenidos de los ensayos para determinar la resistencia a la compresión de cada proporción ya estimado; con ello comparar y obtener resultados.

3.7 Aspectos éticos

- ✓ Para la presente investigación, la información brindada es verídica ya que se usó como referencias libros, tesis, artículos confiables.
- ✓ La información que se cogió de libros, tesis, artículos se encuentra respectivamente citado mediante la Norma ISO.
- ✓ Existe una responsabilidad ética y social.
- ✓ En los antecedentes mencionados en el ítem [2.1](#) los porcentajes a trabajar fueron de 2.5%, 5%, 7% y 10% en lo cual nosotros aportamos nuevos datos realizando el estudio en cantidades de 4%, 9% y 14% de ceniza de tusa de maíz con respecto al peso del cemento para una óptima resistencia a compresión.

IV. RESULTADOS

4.1 Estudio de las características de la ceniza de tusa de maíz

La tusa de maíz fue recolectada en el Departamento de Huánuco, ubicado en la zona de La – Unión; la cual se procedió a ser calcina a una temperatura de 900 °C; una vez ya calcinada éstas cenizas pasaron a un enfriamiento brusco para conservar su vítreas esféricas, ya que éstas contienen propiedades similares a un material puzolánico; como propiedades químicas de SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃, lo cual mezclado con el CaO produce un material cementante.

La ceniza precedió a ser llevada al laboratorio químico – Sistema de servicios y análisis químicos S.A.C. SLAB - para realizar el análisis de sus composiciones químicas como establece en la Norma ASTM C618-19.

Se realizó el análisis con el ensayo de Composición de óxidos, donde el método el método utilizado es la Fluorescencia de rayos X por energía dispersiva; dicho informe de ensayo se detallará a continuación.

4.1.1 Resultados de laboratorio químico de la ceniza de tusa de maíz

La muestra fue analizada determinando en porcentajes la composición química tal como indica la Norma ASTM C618-19; donde se comparará con los porcentajes que establece la norma.

Podemos observar en la tabla 16, los resultados que se obtuvieron del ensayo de nuestra ceniza de tusa de maíz.

Tabla 16. Resultados de las composiciones químicas del laboratorio.

PARÁMETRO	METODOLOGÍA	RESULTADO
SiO ₂ , %		58.82
Al ₂ O ₃ , %		11.25
Fe ₂ O ₃ , %		2.24
K ₂ O, %	EDX Fluorescencia	4.61
CaO, %	de rayos X por	14.68
ZnO, %	energía dispersiva	0.56
MgO, %		1.16
Na ₂ O, %		0.42
P ₂ O ₃ , %		0.25

Fuente. Elaboración propia, 2020.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La ceniza de tusa de maíz obtuvo buenos resultados en sus composiciones químicas y cumple con lo que establece la Norma ASTM C618-19, donde es clasificada en ceniza de clase N (Puzolana Natural). Cuya ceniza está óptimo para ser utilizado en el mortero. Se observa que superó el requisito químico del SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃ del 70.0 % a la cantidad del 72.31 %, como se puede observar en la tabla 17 y tabla 18.

Tabla 17. Requisitos químicos.

COMPONENTES QUÍMICOS	CLASES DE CENIZAS		
	N	F	C
Dióxido de silicio (SiO ₂) más Óxido de aluminio (Al ₂ O ₃) más Óxido de hierro (Fe ₂ O ₃), Min., (%)	70.0	50.0	50.0
Óxido de calcio (CaO) (%)	solo informar	18.0 max	< 18.0

Fuente: Norma ASTM C618-19.

Tabla 18. Porcentaje alcanzado de la composición de la ceniza.

PARÁMETRO	RESULTADO
SiO ₂ , %	58.82
Al ₂ O ₃ , %	11.25
Fe ₂ O ₃ , %	2.24

} 72.31 %

Fuente. Elaboración propia, 2020.

Se constata los resultados en el Anexo 3.1 “Ensayo de Composición de Óxidos – Fluorescencia de Rayos X” que fue obtenido por el laboratorio químico – Sistema de servicios y análisis químicos S.A.C. SLAB.

4.1.2 Peso específico y capacidad de absorción de la ceniza tusa de maíz.

Se interpreta el peso de la cantidad de material que viene ocupando en un determinado volumen sin contener un vacío, en este resultado el peso específico de la masa obtenido fue de 2.0 g/cc y el porcentaje de absorción fue de 6.7%, en la tabla 19 encontramos los datos de muestras obtenido por el laboratorio de ensayo de materiales para el peso específico y porcentaje de absorción.

Tabla 19. *Peso específico y porcentaje de absorción de la ceniza de tusa de maíz.*

N°	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	PROMEDIO
1	Peso de la ceniza S.S.S.+ peso balón + peso de agua	g	663.8	664.5	664.2
2	Peso de la ceniza S.S.S. + peso balón	g	190.9	191.5	191.2
3	(PA) Peso del agua (w= 1-2)	g	472.9	473	472.9
4	Peso de la ceniza seca al horno + peso del balón	g/cc	187.5	188.3	187.91
5	Peso del balón N°2	g/cc	137.5	137.5	137.5
6	(PS) Peso de la ceniza seca al horno (A= 4-5)	g/cc	50	50	50
7	(V) Volumen del balón (v=500)	cc	497.9	497.9	497.9

Fuente. Elaboración propia, 2020.

Módulo de cálculo

1) Peso específico de la masa:

$$\frac{PS}{V - PA} = g/cm^3$$

$$\frac{50.0}{497.9 - 472.9} = 2 g/cm^3$$

2) Peso específico de la masa superficialmente seco (S.S.S.):

$$\frac{53.4}{V - PA} = g/cm^3$$

$$\frac{53.4}{497.9 - 472.9} = 2.14 g/cm^3$$

3) Peso aparente:

$$\frac{PS}{(V - PA)(53.4 - PS)} = g/cm^3$$

$$\frac{50.0}{(497.9 - 472.9)(53.4 - 50.0)} = 2.32 g/cm^3$$

4) Porcentaje de absorción:

$$\frac{53.4 - ps}{ps} \times 100$$

$$\frac{53.4 - 50.0}{50.0} \times 100 = 6.7 \%$$

Análisis

- ✓ Peso específico de la masa es 2.
- ✓ Peso específico de la masa superficialmente seco es 2.14.
- ✓ Peso aparente es 2.32.
- ✓ Porcentaje de absorción es 6.7%.

Los resultados fueron obtenidos por el laboratorio de ensayo de materiales- JJ Geotecnia S.A.C. Se constata los resultados en el Anexo 3.2 “Ensayo del peso específico y porcentaje de absorción de la ceniza de tusa de maíz”.

4.2 Propiedades físicas del agregado fino

4.2.1 Características del agregado fino

Para este proyecto de investigación se utilizó la arena gruesa proveniente de la cantera “Trapiche” ubicado en la Carretera Lima Canta Km 39, la cual se realizó los ensayos respectivos de acuerdo a la Normas ASTM Y NTP, en la tabla 20 se puede apreciar los resultados generales las propiedades físicas del agregado fino obtenido por el laboratorio de ensayo de materiales.

Tabla 20. Resultados de laboratorio de las propiedades físicas del agregado fino.

CARACTERÍSTICA FÍSICAS DEL AGREGADO FINO		
CARACTERISTICAS	CANTIDAD	UNIDAD
P. Específico de masa SSS	2.64	g/cm3
P. Específico de masa Seco	2.61	g/cm3
P. Específico de la masa Aparente	2.7	g/cm3
Peso compactado	1.763	kg/m3
Peso suelto	1.491	kg/m3
Porcentaje de absorción	1.2	%

Fuente. Elaboración propia, 2020.

4.2.1.1 Analisis granulométrico por tamizado (NTP 400.012)

Este ensayo busca determinar la distribución de las partículas del agregado con respecto a su tamaño mediante mallas normalizadas. El análisis de esta granulometría está basado en la norma ASTM C 33.

Se procedió a realizar el ensayo granulométrico del agregado fino para este proyecto de investigación; como se puede analizar el peso total de la muestra fue de 538.7 gr; donde la malla que retuvo mayor cantidad fue la malla N° 30 con el total de 125.40 gr.

El análisis tiene como objetivo determinar el módulo de fineza y precisar los diferentes tamaños de las partículas; lo cual se utilizó los tamices N°3/8, N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100; balanza de precisión, y horno, apto para mantener a una temperatura de $110\text{ C}^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$, se ha realizado un cuarteo para seleccionar la muestra hasta 500 Kg. En la tabla 21, se obtiene los resultados granulométricos de laboratorio que ha sido analizado.

Tabla 21. *Análisis granulométrico el agregado fino determinado por el laboratorio.*

CANTERA "TRAPICHE"					
PESO INICIAL DE LA MUESTRA = 538.7 gr					
TAMIZ		Peso Retenido (Kg)	Peso Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
Pulg.	mm				
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 04	4.750	23.50	4.33	4.33	95.67
N° 08	2.360	95.70	17.65	21.98	80.02
N° 16	1.180	110.80	20.43	42.41	57.59
N° 30	0.600	125.40	23.12	65.54	34.46
N° 50	0.300	75.40	13.90	79.44	20.56
N°100	0.150	55.50	10.23	89.67	10.33
FONDO		4.50	0.83	100.00	0.00
TOTAL		542.30	100.00	-	-

Fuente. Elaboración propia, 2020.

Una vez presentada la tabla mostrada se procede a observar la gráfica de la curva granulométrica en la figura 23, que ha sido obtenido a través de los resultados del laboratorio; esto indica un rango aceptable dado por la Norma NTP 400.012.

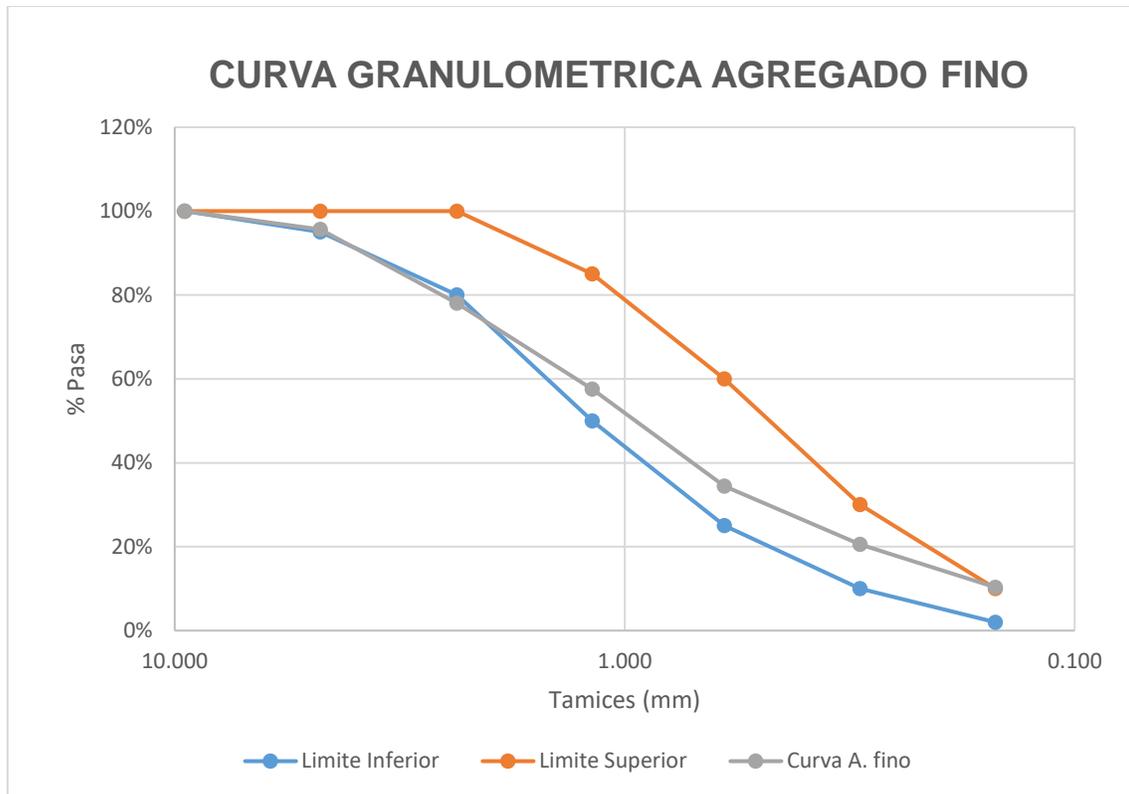


Figura 23. Límites granulométricos del agregado fino determinado por el laboratorio.

➤ **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. Posterior a esta definición se presenta que:

$$\text{Módulo de Finura} = 3.06$$

El módulo de finura de la arena es de 3.06, esto nos clasifica según la norma ASTM C136 a una arena “Ligeramente gruesa”.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Como podemos observar en el cálculo se obtuvo un módulo de finura de 3.06 para esta investigación; por lo general, es una arena que se utiliza para el concreto, pero para trabajos más finos se recomienda un Módulo de Finura de 2.3 y 3.2, pero si nos referimos al mortero no tiene ningún parámetro que pueda establecer alguna comparación, en la norma ATSM C 144 tampoco nos especifica el valores mínimo ni máximo; además en términos reales, un mismo valor de un Módulo de Finura puede presentar un número infinito de distribución granulométrico, es por eso que no se puede interpretar como un descripción de la granulometría de un agregado fino, sino más bien como un factor que indica de manera práctica, el predominio de partículas finas o partículas gruesas dentro de la distribución granulométrica.

Lo más importante para seleccionar a ser utilizada para cualquier fin, es que tenga una buena graduación, y esto garantiza que tenga una buena mezcla junto con cemento y agua; así tener una adecuada distribución de las partículas, donde ello es muy importante para obtener un mortero de buena calidad. La arena proveniente de la cantera de Trapiche cumple con la granulometría que especifica la norma ASTM C144, por lo cual en esta investigación es elaborar mortero patrón y mortero experimental utilizando ceniza de tusa de maíz en porcentajes con respecto al peso de cemento y nos garantice que la arena tenga una buena calidad óptima.

Los datos de los resultados han sido obtenidos por el laboratorio de ensayo de materiales- JJ Geotecnia S.A.C. Se constata los resultados en el Anexo 3.3 “Análisis granulométrico del agregado fino (NTP 400.012)”.

4.2.1.2 Peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022)

Se interpreta el peso la cantidad de material que viene ocupando en un determinado volumen sin contener un vacío, en este resultado el peso específico de la masa obtenido fue de 2.61 g/cm^3 y el porcentaje de absorción de 1.2 %.

Con estos datos obtenidos se procedió a realizar el diseño de mezcla de nuestro mortero. En la tabla 22 presentamos los datos obtenidos por el laboratorio del método de ensayo normalizado por la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

Tabla 22. Resultados de laboratorio del peso específico y % absorción.

N°	DESCRIPCIÓN		M - 1	M - 2	PROMEDIO
1	Peso de la Arena S.S.S, + peso balón + peso de agua	g	979.8	980.4	980.1
2	Peso de la Arena S.S.S, + peso balón	g	571.2	671.2	671.2
3	(PA) Peso de agua (w=1-2)	g	308.8	309.2	308.9
4	Peso de la Arena seca al horno + peso del balón	g/cc	669.8	668.4	669.1
5	Peso del balón N°2	g/cc	171.2	171.2	171.2
6	(PS) Peso de la Arena seca al horno (A=4-5)	g/cc	493.5	494.3	493.8
7	(V) Volumen del balón (V=500)	cc	498	498	498

Fuente. Elaboración propia, 2020.

Módulo de cálculo

- 1) Peso específico de la masa:

$$\frac{PS}{V - PA} = g/cm^3$$

$$\frac{493.80}{498.0 - 308.9} = 2.61 \text{ g/cm}^3$$

2) Peso específico de la masa superficialmente seco (S.S.S.):

$$\frac{500}{V - PA} = g/cm^3$$

$$\frac{500}{498.0 - 308.9} = 2.64 g/cm^3$$

3) Peso específico aparente:

$$\frac{PS}{(V - PA) - (500 - PS)} = g/cm^3$$

$$\frac{493.80}{(498.0 - 308.9) - (500 - 493.80)} = 2.70 g/cm^3$$

4) Porcentaje de absorción:

$$\frac{500 - ps}{ps} \times 100$$

$$\frac{500 - 493.80}{493.80} \times 100 = 1.2 \%$$

Análisis

- ✓ Peso específico de la masa es **2.61**
- ✓ Peso específico de la masa superficialmente seco (S.S.S.) es **2.64**
- ✓ Peso específico aparente es **2.70**
- ✓ Porcentaje de absorción es **1.2%**

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La interpretación de este análisis está basado en la norma ASTM C128, dicha norma no establece que tiene un material de referencia para determinar los valores para este método de ensayo, no tiene un parámetro para comparar.

Según Sánchez (2001, p. 65), establece que la gravedad específica de los agregados en condición seca oscila entre 2.3 y 2.8; comparando a nuestro resultado, sí se basa a este rango el material de la cantera Trapiche que ha sido examinada.

Los datos de los resultados han sido obtenidos por el laboratorio de ensayo de materiales- JJ Geotecnia S.A.C. Se constata los resultados en el Anexo 3.4 "Ensayo del peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino", donde se detalla en el certificado el método de ensayo normalizado por la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

4.2.1.3 Peso unitario suelto del agregado fino (ASTM C29)

El ensayo tiene el objetivo determinar el peso unitario de la arena gruesa y también determinar los respectivos cálculos de los vacíos que se encuentren en ésta. En la tabla 23 se muestra los resultados del peso unitario suelto del agregado fino por el laboratorio de ensayo de materiales.

Tabla 23. *Peso unitario suelto del agregado fino.*

N°	DESCRIPCIÓN		M -1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	Peso de la muestra + molde	g	6480	6478	6473	
2	Peso del molde	g	2363	2363	2363	
3	Peso de la muestra (1-2)	g	4117	4115	4110	4114
4	Volumen del molde	cc	2760	2760	2760	2760
5	Peso unitario saturado de la muestra	g/cc	1.492	1.491	1.489	

Fuente. Elaboración propia, 2020.

Módulo de cálculo

Donde:

$$P. U. S = \frac{WS}{V}$$

$$P. U. S = \frac{4.114 \text{ kg}}{0.00276 \text{ m}^3} = 1,490 \text{ kg/m}^3$$

4.2.1.4 Peso unitario compactado del agregado fino (ASTM C29)

El peso unitario compactado de nuestro agregado fino fue sometido a una compactación obteniendo todas las partículas acomodadas, a su vez esto incrementa el peso del volumen de la muestra. En la tabla 24, se observa el peso unitario compactado de la muestra de la arena gruesa que ha sido obtenido en el laboratorio.

Tabla 24. Datos del laboratorio del peso unitario compactado del agregado fino.

N°	DESCRIPCIÓN		M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	Peso de la muestra + molde	g	7212	7243	7235	
2	Peso del molde	g	2363	2363	2363	
3	Peso de la muestra (1-2)	g	4849	4880	4872	4867
4	Volumen del molde	cc	2760	2760	2760	2760
5	Peso unitario saturado de la muestra	g/cc	1.757	1.768	1.765	

Fuente. Elaboración propia, 2020.

Módulo de cálculo

Donde:

$$P.U.C. = \frac{WC}{V}$$

$$P.U.C. = \frac{4.867 \text{ kg}}{0.00276 \text{ m}^3} = 1.763 \text{ kg/m}^3$$

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

En la norma ASTM C 129 nos indica el procedimiento a seguir para evaluar el peso volumétrico (peso unitario suelto y compactado), pero cuya norma no establece ningún parámetro para comparar resultados y dar una apreciación en cuando a la condición el material (arena). Se observó que el peso de la muestra compactada, evidentemente obtiene mayor peso de la muestra no compactada, entonces se entiende que las partículas cuando están acomodadas y compactadas obtiene un volumen mayor de las cantidades de estos materiales.

Los datos han sido obtenidos por el laboratorio de ensayo de materiales- JJ Geotecnia S.A.C. Se constata los resultados en el Anexo 3.5 “Ensayo del peso unitario suelto y compactado del agregado fino (ASTM C29)”.

4.3 Determinación la fluidez de pasta del mortero (NTP 334.057)

Consiste que la mezcla de nuestro motero tenga una mayor trabajabilidad al momento que va hacer utilizado, sin segregación en la aplicación, además esto influye en el tiempo de fraguado, tenga una capacidad de la mezcla que contenga una humedad aun cuando este en una superficie absorbente.

La prueba de fluidez es un ensayo para mortero debido a que solo determinara la trabajabilidad.

Datos calculados (Mortero patrón):

- ✓ Cantidad de cemento: 579 g (Cemento sol tipo I)
- ✓ Agregado fino: 1584 g
- ✓ Cantidad de agua 336 ml

Tabla 25. Datos obtenidos por el laboratorio (patrón).

IDENTIFICACIÓN: PATRÓN			
DIÁMETRO DE FLUIDEZ (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	DIÁMETRO INICIAL (mm)	% DE FLUIDEZ
219.8	217.4	101.6	114
217.2			
217.5			
215.1			

Fuente. Elaboración propia, 2020.

Módulo de cálculo

$$\% \text{ Fluidez} = \frac{\text{Diametro promedio} - \text{Diametro base molde}}{\text{Diametro base molde}} \times 100$$

$$\% \text{Fluidez} = \frac{217.4 - 101.6}{101.6} \times 100$$

$$\% \text{Fluidez} = 114.0$$

✚ Datos ensayos y calculados (4 % de ceniza de tusa de maíz)

- ✓ Cantidad de cemento: 555.8 g (Cemento sol tipo I)
- ✓ Agregado fino: 1584 g
- ✓ Cantidad de agua: 336 ml
- ✓ Ceniza tusa de maíz: 23.1

Tabla 26. Datos obtenidos por el laboratorio (4% de ceniza de tusa de maíz).

IDENTIFICACIÓN: 4 % CENIZA DE TUSA DE MAÍZ			
DIÁMETRO DE FLUIDEZ (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	DIÁMETRO INICIAL (mm)	% DE FLUIDEZ
216.8	216.6	101.6	113.2
217.1			
216.3			
216.1			

Fuente. Elaboración propia, 2020.

$$\% \text{Fluidez} = \frac{\text{Diametro promedio} - \text{Diametro base molde}}{\text{Diametro base molde}} \times 100$$

$$\% \text{Fluidez} = \frac{216.6 - 101.6}{101.6} \times 100$$

$$\% \text{Fluidez} = 113.2$$

✚ Datos ensayos y calculados (9 % de ceniza de tusa de maíz)

- ✓ Cantidad de cemento: 526.8 g (Cemento sol tipo I)
- ✓ Agregado fino: 1584 g
- ✓ Cantidad de agua: 336 ml
- ✓ Ceniza tusa de maíz: 52.11

Tabla 27. Datos obtenidos por el laboratorio (9% de ceniza de tusa de maíz).

IDENTIFICACIÓN: 9 % CENIZA DE TUSA DE MAÍZ			
DIÁMETRO DE FLUIDEZ (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	DIÁMETRO INICIAL (mm)	% DE FLUIDEZ
212.1	212.8	101.6	109.4
212.3			
213.1			
213.5			

Fuente. Elaboración propia, 2020.

$$\% \text{ Fluidéz} = \frac{\text{Diametro promedio} - \text{Diametro base molde}}{\text{Diametro base molde}} \times 100$$

$$\% \text{ Fluidéz} = \frac{212.8 - 101.6}{101.6} \times 100$$

$$\% \text{ Fluidéz} = 109.4$$

✚ Datos ensayos y calculados (14 % de ceniza de tusa de maíz)

- ✓ Cantidad de cemento: 497.9 g (Cemento sol tipo I)
- ✓ Agregado fino: 1584 g
- ✓ Cantidad de agua: 336 ml
- ✓ Ceniza tusa de maíz: 81.0

Tabla 28. Datos obtenidos por el laboratorio (14% de ceniza de tusa de maíz).

IDENTIFICACION: 9 % CENIZA DE TUSA DE MAÍZ			
DIÁMETRO DE FLUIDEZ (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	DIÁMETRO INICIAL (mm)	% DE FLUIDEZ
208.7	207.9	101.6	104.6
208.4			
209.8			
204.6			

Fuente. Elaboración propia, 2020.

$$\% \text{ Fluidéz} = \frac{\text{Diametro promedio} - \text{Diametro base molde}}{\text{Diametro base molde}} \times 100$$

$$\% \text{ Fluidéz} = \frac{207.9 - 101.6}{101.6} \times 100$$

$$\% \text{ Fluidéz} = 104.6$$

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Mediante el índice de fluidez, la mezcla de mortero patrón y mortero experimental con adición de porcentaje de ceniza de tusa de maíz en peso de cemento, ha sido analizada y eso se clasifica dentro el rango de 105% a 115% - media (plástica) para pega de mampostería, como indica la tabla 29, esto es eficaz para los trabajos de pega de ladrillo, baldosines y pañetes.

Tabla 29: *Fluidez recomendada del mortero para diversos tipos de estructuras.*

CONSISTENCIA	FLUIDEZ %	CONDICIONES DE COLOCACIÓN	EJEMPLO DE TIPO DE ESTRUCTURA	EJEMPLO DE SISTEMA DE COLOCACIÓN
DURA (SECA)	80 - 105	Secciones sujetas a vibración	Reparación, recubrimiento de túneles, galerías.	Proyección neumática, con vibradores de formaleta
MEDIA (PLÁSTICO)	105 -115	Sin vibración	Pega de mampostería, baldosines, pañetes.	Manual con palas y palustres
FLUIDEZ (HUMEDAD)	115 -150	Sin vibración	Pañetes de rellenos de mamposterías estructurales.	Manual, bombeo

Fuente: Sánchez, 2001

Los datos han sido obtenidos por el laboratorio de ensayo de materiales- JJ Geotecnia S.A.C. Se constata los resultados en el Anexo 3.6 “Ensayo de la determinación de fluidez de las pastas de mortero”, con un alto grado de confiabilidad.

4.4 Diseño de mezcla del mortero (ACI 211)

Para el diseño de mezcla del mortero incorporando ceniza de tusa de maíz con respecto al peso del cemento Portland tipo I, se empleó el procedimiento del comité ACI 211 para las propiedades mecánicas del mortero. Se han utilizado los datos obtenidos de las propiedades físicas del agregado fino de la cantera Minera Trapiche para el diseño de mezcla de nuestro mortero.

Como se puede observar en la tabla 30, son los datos proporcionados por el laboratorio de ensayo de materiales, la cual corresponden los datos de resultados para que fueron utilizados para nuestro diseño de mortero.

Tabla 30. Datos de laboratorio para la elaboración de nuestro diseño de mezcla.

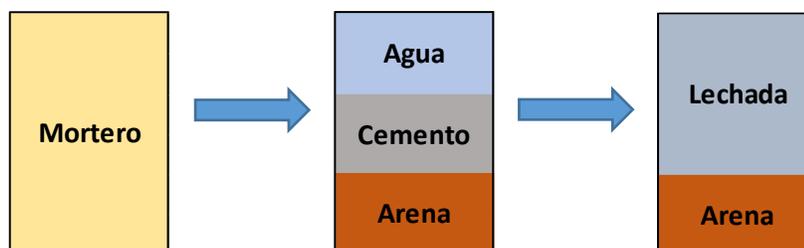
MATERIAL	PESO ESPECÍFICO (GE)	MÓDULO DE FINEZA	HUM. NATURAL (%)	ABS (%)	P. UNITARIO S. (KG/M3)	P. UNITARIO C. (KG/M3)	R A/C
CEMENTO SOL TIPO I	3.12						0.5 83
AGREGADO FINO	2.61	3.06	0.5	1.2	1491.0	1763.0	
CENIZA DE TUSA DE MAÍZ	2	1.52	3.7	6.7	1120.0	1469.0	

Fuente. Elaboración propia, 2020.

Módulo de cálculo

- **Determinar el volumen de lechada (V.L) para 1m³ de mortero**

Sabemos que un mortero está compuesto por arena, cemento y agua, la lechada se entiende como la suma de volumen de agua y cemento.



Para encontrar el volumen de lechada se tiene que restar el volumen de arena a 1m³ de nuestro mortero.

$$V.L = 1M^3 - V_{ar}$$

$$V.L = 1M^3 - \frac{W_{ar}}{GE_{ar} \cdot \gamma_w}$$

$$V.L = 1M^3 - \frac{1491}{2.61 \times 1000 \text{ Kg/m}^3}$$

$$V.L = 1M^3 - \frac{1491}{2610} = \frac{2610 - 1491}{2610} m^3$$

$$V.L = 1M^3 = 0.428 m^3$$

➤ **Determinar el valor de lechada para 01 bolsa de cemento**

- Peso del cemento sol tipo I = 42.5 Kg

$$R_{a/c} = \frac{W_w}{W_c} \therefore W_w = R_{a/c} \cdot W_c$$

$$W_w = 0.583 \times 42.5$$

$$W_w = 24.77 \text{ Kg}$$

- Usando formula volumen absoluto

$$V_{mat} = \frac{W_{mat}}{GE_{mat} \cdot \gamma_w}$$

$$V_w = \frac{W_w}{GE \cdot \gamma_w}$$

$$V_w = \frac{24.77 \text{ Kg}}{1 \times 100 \text{ Kg/m}^3}$$

$$V_w = 0.024 m^3$$

- Cálculo del volumen de cemento usando el peso de la bolsa

$$VC = \frac{Wc}{GEC \cdot \gamma_w} \quad VC = \frac{42.5 \text{ Kg}}{3.12 \times 1000 \text{ Kg/m}^3}$$

$$VC = 0.013 \text{ m}^3$$

- Obteniendo el V.L para 01 bolsa de cemento sol tipo I

$$V.L = Vc + Vw$$

$$V.L = 0.013 \text{ m}^3 + 0.024 \text{ m}^3$$

$$V.L = 0.037 \text{ m}^3$$

➤ **Volumen absoluto de los materiales (m3)**

$$V.ABSOLUTO = \left(\frac{\text{Peso seco}}{P.E} \right) / 1000$$

- Factor cemento:

$$VA. \text{Cemento} = \left(\frac{511.0}{3.12} \right) / 1000 \quad VA. \text{Cemento} = 0.16378 \text{ m}^3$$

$$VA. \text{Agua} = \left(\frac{298}{1000} \right) \quad VA. \text{Agua} = 0.298 \text{ m}^3$$

- Volumen absoluto de agregado:

$$\text{Suma de los volúmenes: } VA. \text{Cemento} + VA. \text{Agua} = 0.461$$

$$VA. A. \text{Fino} = 1 - 0.461 = 0.539 \text{ m}^3$$

❖ **Sumatoria de volúmenes absoluto:**

▪ Factor cemento	=	0.462	}	1,000
▪ Volumen absoluto de agregado	=	0.539		

Datos de los materiales del peso absoluto:

- ✓ VA. Cemento = 0,16378 m³
- ✓ VA. Agua = 0,298 Lts
- ✓ VA. A. fino = 0,539 m³

➤ **Se determinó el peso seco de los materiales para 1m³ de mortero**

Para este paso se utilizó la fórmula de los Peso Absolutos:

$$W_{mat} = V_{mat} \cdot G_{Emat} \cdot \gamma_w$$

a) Cemento:

$$W_c = V_c \cdot G_{Ec} \cdot \gamma_w$$

$$W_c = 0,1638 \text{ m}^3 \times 3.12 \times 1000 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_c = 511.05 \text{ Kg}$$

b) Agua:

$$W_w = V_w \cdot G_{Ew} \cdot \gamma_w$$

$$W_w = 0,298 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_w = 298 \text{ Kg} \quad \therefore 298 \text{ Lts}$$

c) Arena:

$$W_{ar} = V_{ar} \cdot G_{Ear} \cdot \gamma_w$$

$$W_{ar} = 0.5398 \text{ m}^3 \times 2.61 \times 1000 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_{ar} = 1406,79 \text{ Kg}$$

Añadiendo ceniza de tusa de maíz en porcentajes al peso del cemento para 1 m³ de mortero

d) 4% ceniza de tusa de maíz:

$$W_{ceniza} = ((511 \times 4) / 100)$$

$$W_{ceniza} = 20.4 \text{ Kg}$$

e) 9% ceniza de tusa de maíz:

$$W_{ceniza} = ((511 \times 9) / 100)$$

$$W_{ceniza} = 46. Kg$$

f) 14 % ceniza de tusa de maíz:

$$W_{ceniza} = ((511 \times 14) / 100)$$

$$W_{ceniza} = 71.5 Kg$$

Recolectando los datos del peso de los materiales para 1m³ de mortero patrón y mortero experimental con ceniza de tusa de maíz.

Tabla 31. Datos del peso de material mortero patrón para 1m³.

N°	DESCRIPCIÓN	PESO SECO
1	CEMENTO	511.05 Kg
2	AGUA	298 Lts
3	ARENA	1406.79 Kg
4	TOTAL PATRON	2214 Kg

Fuente. Elaboración propia, 2020.

Tabla 32. Datos del peso de material con ceniza de tusa de maíz al 4% con peso de cemento.

N°	DESCRIPCION	PESO SECO
1	CEMENTO	491 Kg
2	AGUA	298 Lts
3	ARENA	1406.79 Kg
4	CENIZA TUSA DE MAIZ 4%	20.4 Kg
5	TOTAL EN PESO	2214 Kg

Fuente. Elaboración propia, 2020.

Tabla 33. Datos del peso de material con sustitución de ceniza de tusa de maíz al 9% con respecto al peso del cemento.

N°	DESCRIPCION	PESO SECO
1	CEMENTO	465 Kg
2	AGUA	298 Lts
3	ARENA	1406.79 Kg
4	CENIZA TUSA DE MAIZ 9%	46 Kg
5	TOTAL EN PESO	2214 Kg

Fuente. Elaboración propia, 2020.

Tabla 34. Datos del peso de material con ceniza de tusa de maíz al 14% con peso de cemento.

N°	DESCRIPCION	PESO SECO
1	CEMENTO	439 Kg
2	AGUA	298 Lts
3	ARENA	1406.79 Kg
4	CENIZA TUSA DE MAIZ 14%	71.5 Kg
5	TOTAL EN PESO	2214 Kg

Fuente. Elaboración propia, 2020.

➤ **Corrección de humedad**

$$\text{PESO} \left(\frac{\% \text{ Humedad}}{100} + 1 \right)$$

a) Agregado fino:

$$A. \text{ Fino} = 1405 \left(\frac{0.5}{100} + 1 \right)$$

$$A. \text{ Fino} = 1412,025 \text{ Kg} \text{ --- } 1412 \text{ Kg}$$

b) Ceniza de maíz (4% del peso de cemento):

$$\text{Ceniza tusa de maiz} = 20.4 \left(\frac{3.7}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Ceniza tusa de maiz} = 21.2 \text{ Kg} \text{ --- } 21 \text{ Kg}$$

c) Ceniza de maíz (9% del peso de cemento):

$$\text{Ceniza tusa de maiz} = 46.0 \left(\frac{3.7}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Ceniza tusa de maiz} = 47.7 \text{ Kg} \text{ --- } 48 \text{ Kg}$$

d) Ceniza de maíz (14% del peso de cemento):

$$\text{Ceniza tusa de maiz} = 71.5 \left(\frac{3.7}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Ceniza tusa de maiz} = 74.2 \text{ Kg} \text{ --- } 74 \text{ Kg}$$

➤ **Corrección por absorción**

$$\text{PESO} \left(\frac{\% \text{ Absorción} - \% \text{ Humedad}}{100} \right)$$

e) Agregado fino:

$$A. \text{ Fino} = 1405 \left(\frac{1.2 - 0.5}{100} \right)$$

$$A. \text{ Fino} = 9.83$$

Agua de mezcla corregida – patrón = 307.8 Lts

f) Ceniza de tusa de maíz (4% en peso del cemento):

$$\text{Ceniza tusa de maiz} = 20.4 \left(\frac{6.7 - 3.7}{100} \right)$$

$$\text{Ceniza tusa de maiz} = 9.83$$

Agua de mezcla corregida – ceniza 4% = 308.4 Lts

g) Ceniza de tusa de maíz (9% en peso del cemento):

$$\text{Ceniza tusa de maiz} = 46.0 \left(\frac{6.7 - 3.7}{100} \right)$$

$$\text{Ceniza tusa de maiz} = 1,4$$

Agua de mezcla corregida – ceniza 9 % = 309.2 Lts

h) Ceniza de tusa de maíz (14% en peso del cemento):

$$\text{Ceniza tusa de maiz} = 71.5 \left(\frac{6.7 - 3.7}{100} \right)$$

$$\text{Ceniza tusa de maiz} = 2.14$$

Agua de mezcla corregida – ceniza 14% = 310.0 Lts

➤ **Determinación del peso húmedo de los materiales para 1m³ de mortero**

Tabla 35. Datos del peso húmedo para mortero patrón.

MORTERO PATRÓN	
CEMENTO	511 Kg
AGUA	308 Lts
AGREGADO FINO	1412 Kg



TOTAL = 2231 Kg/m³

Fuente. Elaboración propia, 2020.

Tabla 36. *Peso húmedo para mortero con 4% de ceniza de tusa de maíz.*

MORTERO CON 4% EN PESO DE CEMENTO	
CEMENTO	491 Kg
AGUA	308 Lts
AGREGADO FINO	1412 Kg
CENIZA 4%	21 Kg

}

**TOTAL =
2252 Kg/m³**

Fuente. Elaboración propia, 2020.

Tabla 37. *Peso húmedo para mortero con 9% de ceniza de tusa de maíz.*

MORTERO CON 9% EN PESO DE CEMENTO	
CEMENTO	465 Kg
AGUA	308 Lts
AGREGADO FINO	1412 Kg
CENIZA 9%	48 Kg

}

**TOTAL =
2280 Kg/m³**

Fuente. Elaboración propia, 2020.

Tabla 38. *Peso húmedo para mortero con 14% de ceniza de tusa de maíz.*

MORTERO CON 4% EN PESO DE CEMENTO	
CEMENTO	439 Kg
AGUA	308 Lts
AGREGADO FINO	1412 Kg
CENIZA 14%	74 Kg

}

**TOTAL =
2307 Kg/m³**

Fuente. Elaboración propia, 2020.

➤ **Proporciones de materiales en base al peso (m³)**

Datos proporciones en volumen:

- a) Cemento 511 Kg
- b) Agregado fino 1412 Kg
- c) Ceniza 4% 21 Kg
- d) Ceniza 9% 48 Kg
- e) Ceniza 14% 74 Kg
- f) Agua 308 Lts

a) Proporción en peso para mortero patrón (Húmedo)

$$C = \frac{W_c}{W_c} = \frac{511 \text{ Kg}}{511 \text{ Kg}} = \mathbf{1}$$

$$A. \text{ Fino} = \frac{W_{ar}}{W_c} = \frac{1412 \text{ Kg}}{511 \text{ Kg}} = 2,76 \approx \mathbf{3}$$

$$H_2O = \frac{W_w}{F. \text{ Cement} = W_c/42.5} = \frac{308 \text{ Lts}}{511 \text{ Kg}/42.5} = 25.6 \approx \mathbf{26}$$

✓ Proporción en volumen patrón:

$$C = \mathbf{1}$$

$$A. F = 2.78 \approx \mathbf{3}$$

$$H_2O = 25.6 \approx \mathbf{26}$$

b) Proporción en peso para mortero en remplazo del 4% de ceniza de tusa de maíz por el peso de cemento.

$$C = \frac{W_c}{W_c} = \frac{491 \text{ Kg}}{491 \text{ Kg}} = \mathbf{1}$$

$$A. \text{ Fino} = \frac{W_{ar}}{W_c} = \frac{1412 \text{ Kg}}{491 \text{ Kg}} = 2,87 \approx \mathbf{3}$$

$$\text{Ceniza 4\% en peso de cemento} = \frac{W_{Ceniza}}{W_c} = \frac{21 \text{ Kg}}{491 \text{ Kg}} = \mathbf{0.04}$$

$$H_2O = \frac{W_w}{F. \text{ Cement} = W_c/42.5} = \frac{308 \text{ Lts}}{491 \text{ Kg}/42.5} = 26.7 \approx \mathbf{27}$$

✓ Proporción en volumen en remplazo del 4% de ceniza de tusa de maíz por el peso de cemento.

$$C = 1$$

$$A.F = 2.90 \approx 3$$

$$\text{Ceniza tusa de maiz} = \mathbf{0.06}$$

$$H2O = 26.7 \approx 27$$

c) Proporción en peso para mortero en remplazo del 9% de ceniza de tusa de maíz por el peso de cemento.

$$C = \frac{Wc}{Wc} = \frac{465 \text{ Kg}}{465 \text{ Kg}} = 1$$

$$A. \text{ Fino} = \frac{War}{Wc} = \frac{1412 \text{ Kg}}{465 \text{ Kg}} = 3.04 \approx 3$$

$$\text{Ceniza 9\% en peso de cemento} = \frac{WCeniza}{Wc} = \frac{48 \text{ Kg}}{465 \text{ Kg}} = \mathbf{0.10}$$

$$H2O = \frac{Ww}{F. \text{ Cement} = Wc/42.5} = \frac{308 \text{ Lts}}{465 \text{ Kg}/42.5} = 28.3 \approx \mathbf{28}$$

✓ Proporción en volumen remplazando al 9% de ceniza de tusa de maíz por el peso de cemento.

$$C = 1$$

$$A.F = 3.05 \approx 3$$

$$\text{Ceniza tusa de maiz} = \mathbf{0.14}$$

$$H2O = 28.3 \approx \mathbf{28}$$

d) Proporción en peso para mortero en remplazo del 14% de ceniza de tusa de maíz por el peso de cemento.

$$C = \frac{Wc}{Wc} = \frac{439 \text{ Kg}}{439 \text{ Kg}} = \mathbf{1}$$

$$A. \text{ Fino} = \frac{War}{Wc} = \frac{1412 \text{ Kg}}{439 \text{ Kg}} = 3.21 \approx \mathbf{3}$$

$$\text{Ceniza 14\% en peso de cemento} = \frac{WCeniza}{Wc} = \frac{74 \text{ Kg}}{439 \text{ Kg}} = \mathbf{0.17}$$

$$H2O = \frac{Ww}{F. \text{ Cement} = Wc/42.5} = \frac{308 \text{ Lts}}{439 \text{ Kg}/42.5} = \mathbf{30}$$

✓ Proporción en volumen remplazando al 14% de ceniza de tusa de maíz por el peso del cemento.

$$C = \mathbf{1}$$

$$A. F = 3.23 \approx \mathbf{3}$$

$$\text{Ceniza tusa de maiz} = \mathbf{0.23}$$

$$H2O = \mathbf{30}$$

➤ **Cálculo de volumen de material necesario para muestra en laboratorio de tres moldes de cubos para mortero.**

En molde del cubo es de 50 mm (ancho, largo y profundidad), concluye con un volumen que es de 150 cm³ o 0.000125 m³, un molde consta de 03 cubos por lo tanto entraría 0.000375 m³ por molde.

Se procedió a realizar el respectivo cálculo:

a) Para Cemento:

$$\begin{array}{l} 1m^3 \text{ --- } 0.000375 m^3 \\ 511.05 Kg \text{ --- } X \end{array}$$

$$\begin{aligned} X1m^3 &= 0.000375m^3 X 511.05 Kg \\ X &= 0.19266585 Kg X 1000 g/ Kg \\ X &= 192.6 \approx 193g \end{aligned}$$

b) Para Agregado fino:

$$\begin{array}{l} 1m^3 \text{ --- } 0.000375 m^3 \\ 1406.79 Kg \text{ --- } X \end{array}$$

$$\begin{aligned} X1m^3 &= 0.000375m^3 X 1406.79 Kg \\ X &= 0.52754625 Kg X 1000 g/ Kg \\ X &= 527.5g \approx 528g \end{aligned}$$

c) Para Agua:

$$\begin{array}{l} 1m^3 \text{ --- } 0.000375 m^3 \\ 298 Lts \text{ --- } X \end{array}$$

$$\begin{aligned} X1m^3 &= 0.000375m^3 X 298 Lts \\ X &= 0.11175 Lts X 1000 ml \\ X &= 111.75 ml \approx 112 ml \end{aligned}$$

d) Para ceniza de tusa de maíz en remplazo de 4% en peso de cemento:

$$\begin{array}{l} 1m^3 - - - - - 0.000375 m^3 \\ 20.4 Kg - - - - - X \end{array}$$

$$\begin{aligned} X1m^3 &= 0.000375m^3 X 20.4 Kg \\ X &= 0.00765 Kg X 1000 g/kg \\ X &= 7.65 \approx 8 g \end{aligned}$$

e) Para ceniza de tusa de maíz en remplazo de 9% en peso de cemento:

$$\begin{array}{l} 1m^3 - - - - - 0.000375 m^3 \\ 46 Kg - - - - - X \end{array}$$

$$\begin{aligned} X1m^3 &= 0.000375m^3 X 46 Kg \\ X &= 0.01725 Kg X 1000 g/kg \\ X &= 17.25 \approx 17 g \end{aligned}$$

f) Para ceniza de tusa de maíz en remplazo de 14 % en peso de cemento:

$$\begin{array}{l} 1m^3 - - - - - 0.000375 m^3 \\ 71.5 Kg - - - - - X \end{array}$$

$$\begin{aligned} X1m^3 &= 0.000375m^3 X 71.5 Kg \\ X &= 0.0268125 Kg X 1000 g/kg \\ X &= 26.81 \approx 27 g \end{aligned}$$

➤ **Dosificación por diseño de mezcla (m3):**

✚ Dosificación de mezcla patrón:

Tabla 39. *Dosificación m3 (Mezcla patrón).*

ELEMENTO	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	511	Kg/m3
Agua	298	Lt/m3
Agregado fino	1405	Kg/m3

Fuente. Elaboración propia, 2020.

✚ Dosificación de mezcla con Ceniza de tusa de maíz al 4% al peso de cemento:

Tabla 40. *Dosificación m3 (4% de ceniza de tusa de maíz).*

ELEMENTO	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	491	Kg/m3
Agua	298	Lt/m3
Agregado fino	1405	Kg/m3
ceniza tusa de maíz	20.4	Kg/m3

Fuente. Elaboración propia, 2020.

✚ Dosificación de mezcla con Ceniza de tusa de maíz al 9% al peso de cemento:

Tabla 41. *Dosificación m3 (9% de ceniza de tusa de maíz).*

ELEMENTO	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	465	Kg/m3
Agua	298	Lt/m3
Agregado fino	1405	Kg/m3
ceniza tusa de maíz	46.0	Kg/m3

Fuente. Elaboración propia, 2020.

- ✚ Dosificación de mezcla con Ceniza de tusa de maíz al 14% al peso de cemento:

Tabla 42. *Dosificación m3 (14% de ceniza de tusa de maíz).*

ELEMENTO	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	439	Kg/m3
Agua	298	Lt/m3
Agregado fino	1405	Kg/m3
ceniza tusa de maíz	71.5	Kg/m3

Fuente. Elaboración propia, 2020.

- **Dosificación para diseño de mezcla (cubitos de mortero 5x5x5 cm)**

- ✚ Dosificación para mezcla patrón:

Tabla 43. *Dosificación para muestra laboratorio (mezcla patrón).*

EDAD	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
Probetas	3 Cubos	6 Cubos	9 Cubos
Cant. Cemento (g)	193	386	579
Cant. Arena (g)	528	1056	1584
Cant. Agua (ml)	112	224	336

Fuente. Elaboración propia, 2020.

- ✚ Dosificación de mezcla con Ceniza de tusa de maíz al 4% al peso de cemento:

Tabla 44. *Dosificación para muestra en laboratorio (mezcla 4% de ceniza tusa de maíz).*

EDAD	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
Probetas	3 Cubos	6 Cubos	9 Cubos
Cant. Cemento (g)	185.2	370.5	555.8
Cant. Arena (g)	528	1056	1584
Cant. Agua (ml)	112	224	336
Ceniza 4% (g)	7.7	15.4	23.1

Fuente. Elaboración propia, 2020.

- ✚ Dosificación de mezcla con Ceniza de tusa de maíz al 9% al peso de cemento:

Tabla 45. *Dosificación para muestra laboratorio (mezcla 9% de ceniza tusa de maíz).*

EDAD	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
Probetas	3 Cubos	6 Cubos	9 Cubos
Cant. Cemento (g)	175.6	351.2	526.8
Cant. Arena (g)	528	1056	1584
Cant. Agua (ml)	112	224	336
Ceniza 4% (g)	17.3	34.74	52.11

Fuente. Elaboración propia, 2020.

- ✚ Dosificación de mezcla con Ceniza de tusa de maíz al 14% al peso de cemento:

Tabla 46. *Dosificación para muestra laboratorio (mezcla 14% de ceniza tusa de maíz).*

EDAD	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
Probetas	3 Cubos	6 Cubos	9 Cubos
Cant. Cemento (g)	165.9	331.9	497.9
Cant. Arena (g)	528	1056	1584
Cant. Agua (ml)	112	224	336
Ceniza 4% (g)	27.0	54.0	81.0

Fuente. Elaboración propia, 2020

Los resultados fueron obtenidos por el laboratorio de ensayo de materiales- JJ Geotecnia S.A.C. Se constata los resultados en el Anexo 3.7 “Ensayo del diseño de mezcla del mortero patrón y mortero experimental”, adicionando porcentajes ceniza de tusa de maíz con respecto al peso del cemento Portland Tipo I de la marca sol.

4.5 Análisis del ensayo para la resistencia a la compresión del mortero

4.5.1 Rotura a la edad de 7 días

4.5.1.1 Mortero patrón

Los ensayos a compresión fueron realizados según la NTP 334.051 donde establece los criterios necesarios para la determinación correspondiente a las edades indicadas.

En la Tabla 47 se muestra el resultado de laboratorio de la resistencia máxima obtenida durante el ensayo a compresión del mortero para la edad de 7 días.

Tabla 47. Resistencia a la compresión del mortero patrón a 7 días.

PATRÓN - 7 DÍAS						
NÚMERO DE ESPECÍMENES	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	FUERZA MÁXIMA	ÁREA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Rc. PROMEDIO
N°	DÍA	DÍA	Kgf	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	21/09/2020	28/09/2020	3993.1	25	159.7	156.9
1	21/09/2020	28/09/2020	3896	25	155.8	
1	21/09/2020	28/09/2020	3875	25	155.0	

Fuente. Elaboración propia, 2020.

Los resultados muestran que la Resistencia a la compresión del mortero patrón a la edad de 7 días promedio fue de 156.9 kg/cm².

A continuación en la figura 24, se presenta la barra estadística de datos donde se grafica los tres datos obtenidos por confiabilidad tal cual lo establece la NTP 334.051 para determinar el promedio de los resultados de la rotura del mortero patrón con 0% de sustitución de ceniza de tusa de maíz a los 7 días.

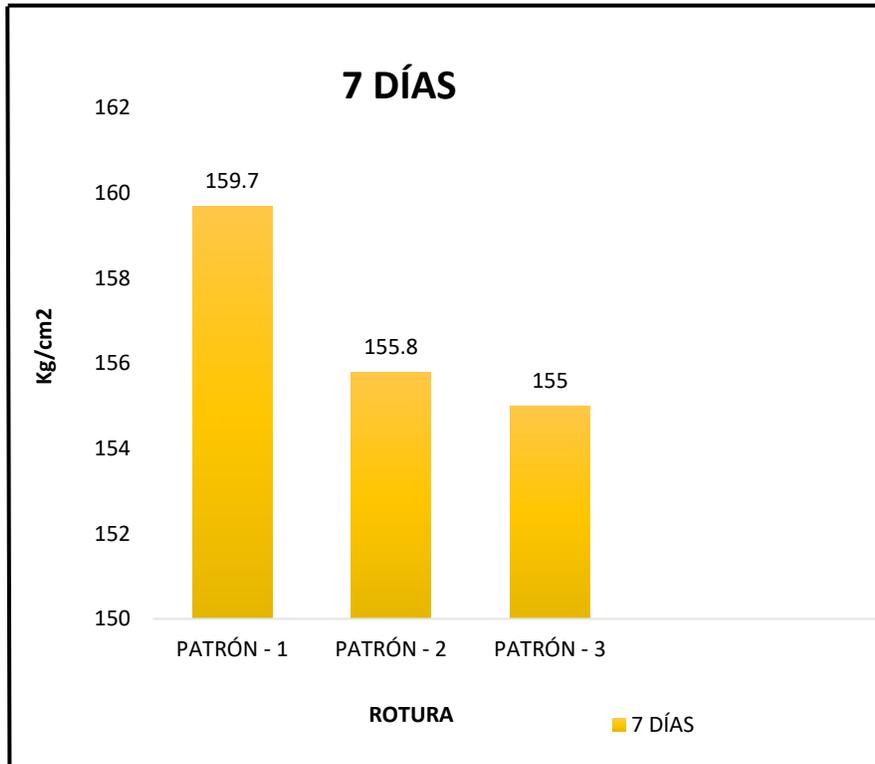


Figura 24. Promedio de las resistencias obtenidas a la edad de 7 días del mortero patrón.

4.5.1.2 Mortero con 4% de ceniza de tusa de maíz a la edad de 7 días.

En la tabla 48, se muestran los resultados del laboratorio de la resistencia a la compresión del mortero con sustitución de 4% de ceniza de tusa de maíz con respecto al peso del cemento, obtenida para la edad de 7 días cumpliendo todos los requerimientos establecidos:

Tabla 48. Resistencia a la compresión del 4% de ceniza de tusa de maíz a 7 días

4% DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ - 7 DÍAS						
NÚMERO DE ESPECÍMENES	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	FUERZA MÁXIMA	ÁREA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Rc. PROMEDIO
N°	DÍA	DÍA	Kgf	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	21/09/2020	28/09/2020	4009.1	25	160.4	159.9
1	21/09/2020	28/09/2020	3999.0	25	160.0	
1	21/09/2020	28/09/2020	3985.0	25	159.4	

Fuente. Elaboración propia, 2020

Los resultados muestran que la Resistencia a la compresión del mortero sustituyendo 4% de ceniza de tusa de maíz promedio fue de 159.9 kg/cm².

A continuación en la figura 25, se presenta la barra estadística de datos donde se grafica los tres datos obtenidos por confiabilidad tal cual lo establece la NTP 334.051 para determinar el promedio de los resultados de la rotura del mortero experimental con 4% de sustitución de ceniza de tusa de maíz respecto al peso del cemento a la edad de los 7 días.

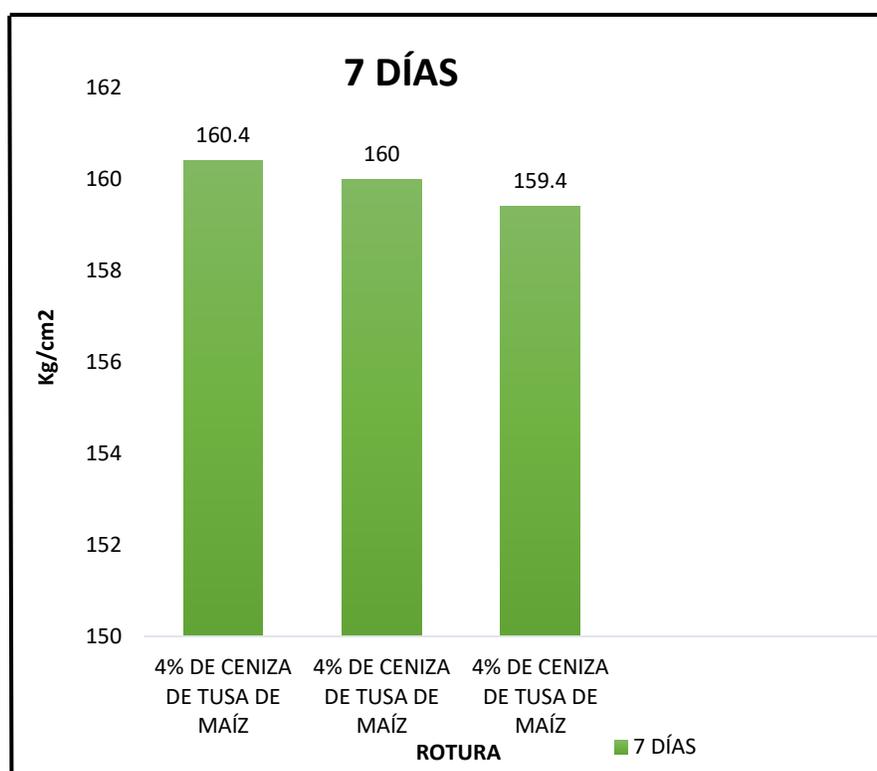


Figura 25. Promedio de resistencias obtenidas a los 7 días con 4% de ceniza de tusa de maíz.

4.5.1.3 Mortero con 9% de ceniza de tusa de maíz a la edad de 7 días.

En la tabla 49, se muestran los resultados de laboratorio; la resistencia a la compresión del mortero con sustitución del 9% de ceniza de tusa de maíz obtenida para la edad de 7 días se detalla a continuación:

Tabla 49. Resistencia a la compresión del 9% de ceniza de tusa de maíz a 7 días.

9% DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ - 7 DÍAS						
NÚMERO DE ESPECÍMENES	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	FUERZA MÁXIMA	ÁREA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Rc. PROMEDIO
N°	DÍA	DÍA	Kgf	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	21/09/2020	28/09/2020	4012.0	25	160.5	161.2
1	21/09/2020	28/09/2020	3989.0	25	159.6	
1	21/09/2020	38/09/2020	4089.0	25	163.6	

Fuente. Elaboración propia, 2020

Los resultados muestran que la Resistencia a la compresión del mortero sustituyendo 9% de ceniza de tusa de maíz promedio fue de 161.2 kg/cm².

A continuación en la figura 26, se presenta la barra estadística de datos donde se grafica los tres datos obtenidos por confiabilidad tal cual lo establece la NTP 334.051 para determinar el promedio de los resultados de la rotura del mortero patrón con 9% de sustitución de ceniza de tusa de maíz a los 7 días.

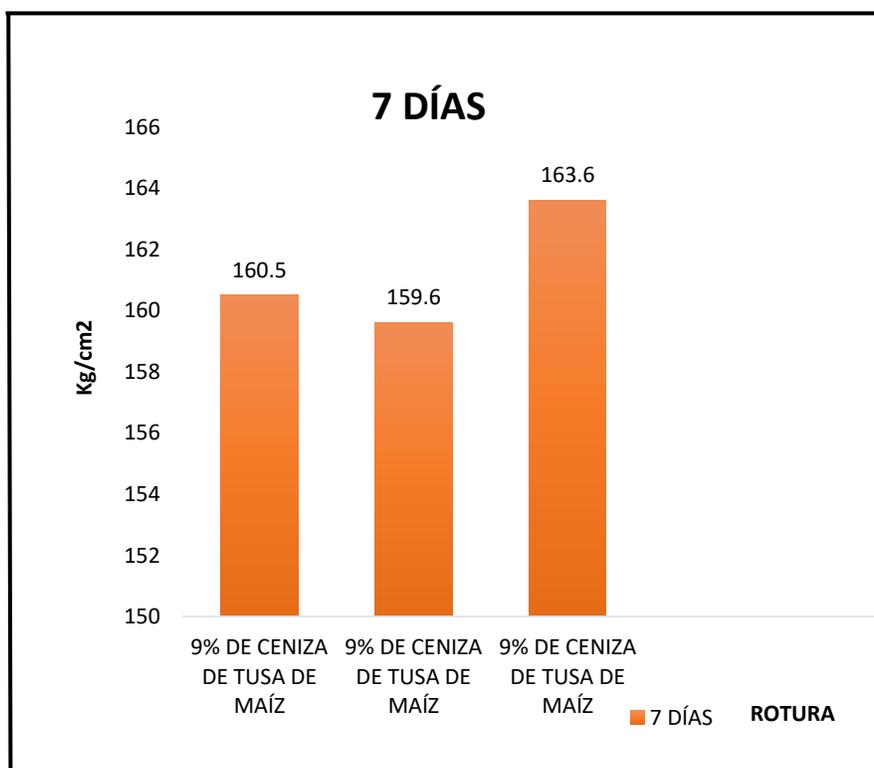


Figura 26. Promedio de resistencias obtenidas a los 7 días con 9% de ceniza de tusa de maíz.

4.5.1.4 Mortero con 14% de ceniza de tusa de maíz a la edad de 7 días.

En la tabla 50, se muestra los resultados de laboratorio; la resistencia a la compresión del mortero con sustitución de 14% de ceniza de tusa de maíz obtenida para la edad de 7 días se detalla a continuación:

Tabla 50. Resistencia a la compresión del 14% de ceniza de tusa de maíz a 7 días.

14% DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ - 7 DÍAS						
NÚMERO DE ESPECÍMENES	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	FUERZA MÁXIMA	ÁREA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Rc. PROMEDIO
N°	DÍA	DÍA	Kgf	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	21/09/2020	28/09/2020	4106.0	25	164.2	163.1
1	21/09/2020	28/09/2020	3998.0	25	159.9	
1	21/09/2020	38/09/2020	4128.0	25	165.1	

Fuente. Elaboración propia, 2020

Los resultados muestran que la Resistencia a la compresión del mortero sustituyendo 14% de ceniza de tusa de maíz promedio fue de 163.1 kg/cm².

A continuación en la figura 27, se presenta la barra estadística de datos donde se grafica los tres datos obtenidos por confiabilidad tal cual lo establece la NTP 334.051 para determinar el promedio de los resultados de la rotura del mortero patrón con 14% de sustitución de ceniza de tusa de maíz a los 7 días.

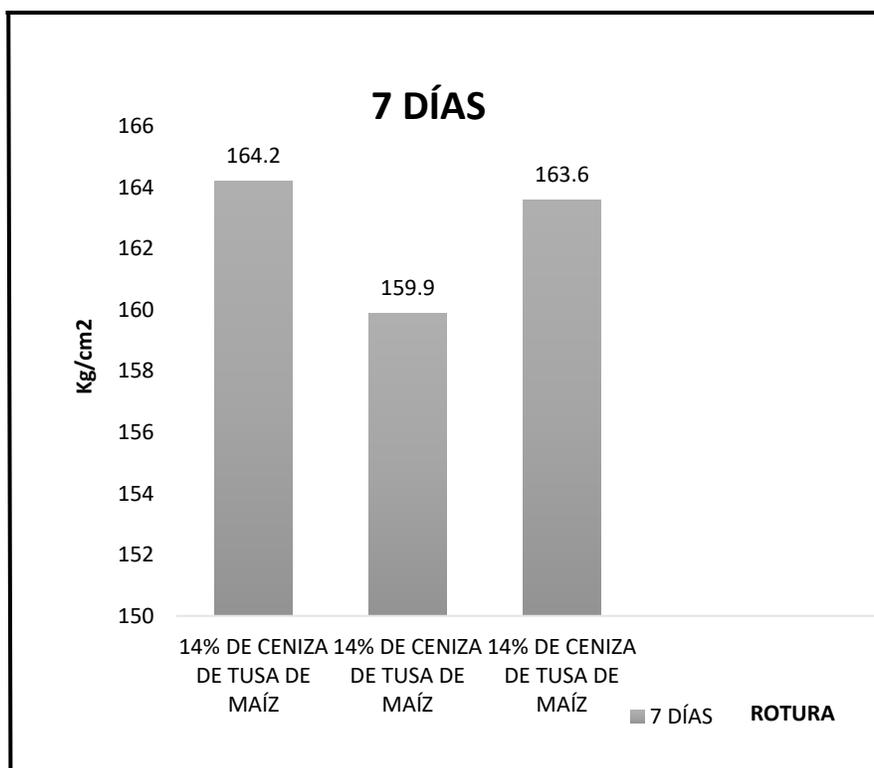


Figura 27. Promedio de resistencias obtenidas a los 7 días con 14% de ceniza de tusa de maíz.

4.5.1.5 Comparación de resistencias a los 7 días

Los datos obtenidos de la resistencia a la compresión del mortero patrón con los morteros experimentales se determinaron realizando tres roturas como mínimo tal cual lo establece la NTP 334. 051 para cada tiempo y se detalló comparando y determinando el promedio para así analizar el efecto que produce la aplicación de la ceniza de tusa de maíz en el mortero para la edad de los 7 días.

Los resultados de dicho análisis se muestran a continuación en la tabla 51:

Tabla 51. Comparación de la *resistencia a la compresión a 7 días*.

COMPARACIÓN A LOS 7 DÍAS		
DOSIFICACIÓN	RESISTENCIA (Kg/cm2)	PORCENTAJE (%)
PATRÓN - 7 DÍAS	156.9	100%
4% CENIZA DE TUSA DE MAÍZ - 7 DÍAS	159.9	102%
9% CENIZA DE TUSA DE MAÍZ - 7 DÍAS	161.2	103%
14% CENIZA DE TUSA DE MAÍZ - 7 DÍAS	163.1	104%

Fuente. Elaboración propia, 2020

En la tabla 51 ya presentada, el mortero patrón toma el porcentaje del 100%; donde al sustituir una dosificación del 4% de ceniza de tusa de maíz con respecto al peso del cemento alcanza la resistencia a un 102%; como a su vez al sustituir una dosificación del 9% alcanza la resistencia de un 103% aumentando de manera creciente y al ser sustituido con una dosificación del 14% alcanza una resistencia a la compresión de 104% que se obtiene a la edad de los 7 días.

Se determinó que la sustitución de la ceniza de tusa de maíz generó buenos resultados incrementando cada 2%,1% y 1% respectivamente.

A continuación en la figura 28, se presenta la barra de línea estadística de datos donde se grafica la comparación del mortero patrón vs el mortero experimental (4%, 9% y 14%) a la edad de 7 días:

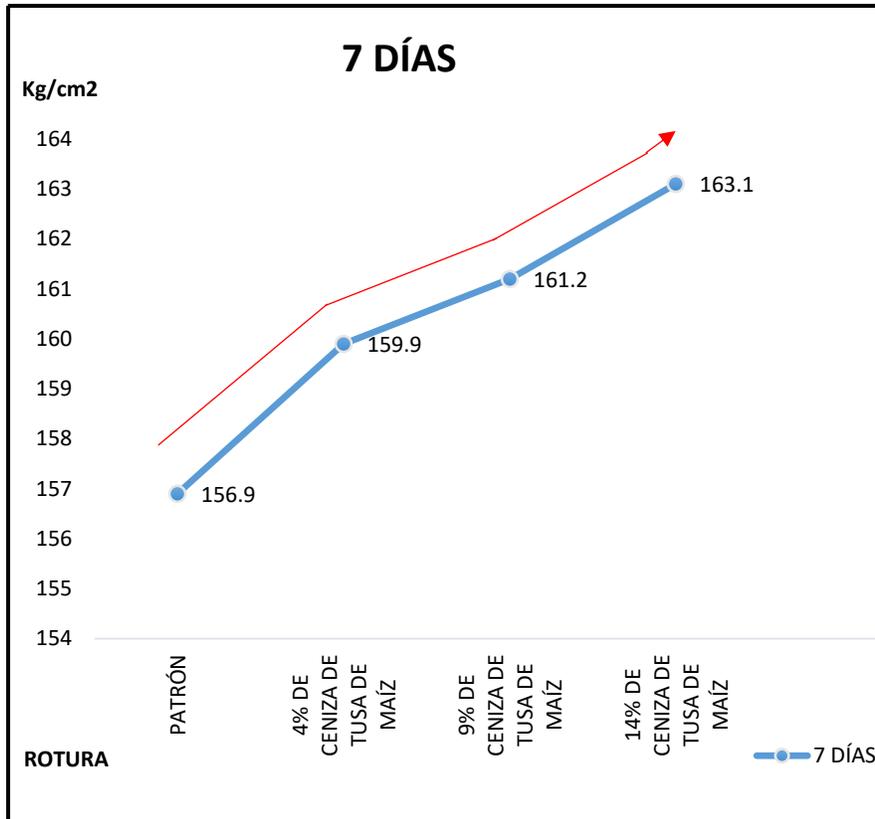


Figura 28. Resistencias obtenidas a los 7 días del mortero patrón vs mortero experimental.

Como se puede observar en la figura mostrada el incremento de la resistencia a la compresión del mortero experimental con respecto al mortero patrón resultó óptimo; como se aprecia el 4%, 9% y 14% tuvo resultados resaltantes al mortero patrón de 156.9Kg/cm² en 159.9 Kg/cm², 161.2 Kg/cm² y 163.1 Kg/cm² respectivamente, incrementando el porcentaje mayor del 14% de sustitución al mortero patrón en un 4% a una edad de 7 días.

A continuación, se presenta la figura 29, 30, 31 y 32 de las roturas del mortero patrón y morteros experimentales con sustitución de 4%, 9% y 14% de ceniza de tusa de maíz con respecto al peso del cemento a la edad de los 7 días.



Figura 29. Rotura del mortero patrón a la edad de 7 días.



Figura 30. Rotura del mortero experimental con 4% de ceniza de maíz a la edad de 7 días.



Figura 31. Rotura del mortero experimental con 9% de ceniza de maíz a la edad de 7 días.



Figura 32. Rotura del mortero experimental con 14% de ceniza de maíz a la edad de 7 días.

Los datos han sido obtenidos por el laboratorio de ensayo de materiales- JJ Geotecnia S.A.C. Se constata los resultados en el Anexo 3.8 “Ensayo de la resistencia a la compresión de especímenes cúbicos a la edad de 7 días”, con un grado alto de confiabilidad.

4.5.2 Edad de 14 días

4.5.2.1 Mortero patrón

Los ensayos a compresión fueron realizados según la NTP 334.051 donde establece los criterios necesarios para la determinación correspondiente a las edades indicadas.

En la Tabla 52, se muestra el resultado de laboratorio de la resistencia máxima obtenida durante el ensayo a compresión del mortero para la edad de 14 días.

Tabla 52. Resistencia a la compresión del mortero patrón a la edad de 14 días.

PATRÓN - 14 DÍAS						
NÚMERO DE ESPECÍMENES	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	FUERZA MÁXIMA	ÁREA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Rc. PROMEDIO
N°	DÍA	DÍA	Kgf	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	22/09/2020	06/10/2020	5048.5	25	201.9	202
1	22/09/2020	06/10/2020	5108.4	25	204.3	
1	22/09/2020	06/10/2020	4995.6	25	199.8	

Fuente. Elaboración propia, 2020.

Los resultados muestran que la Resistencia a la compresión del mortero patrón a la edad de 14 días promedio fue de 202 kg/cm².

A continuación en la figura 33, se presenta la barra estadística de datos donde se grafica los tres datos obtenidos por confiabilidad tal cual lo establece la NTP 334.051 para determinar el promedio de los resultados de la rotura del mortero patrón con 0% de sustitución de ceniza de tusa de maíz a los 14 días.

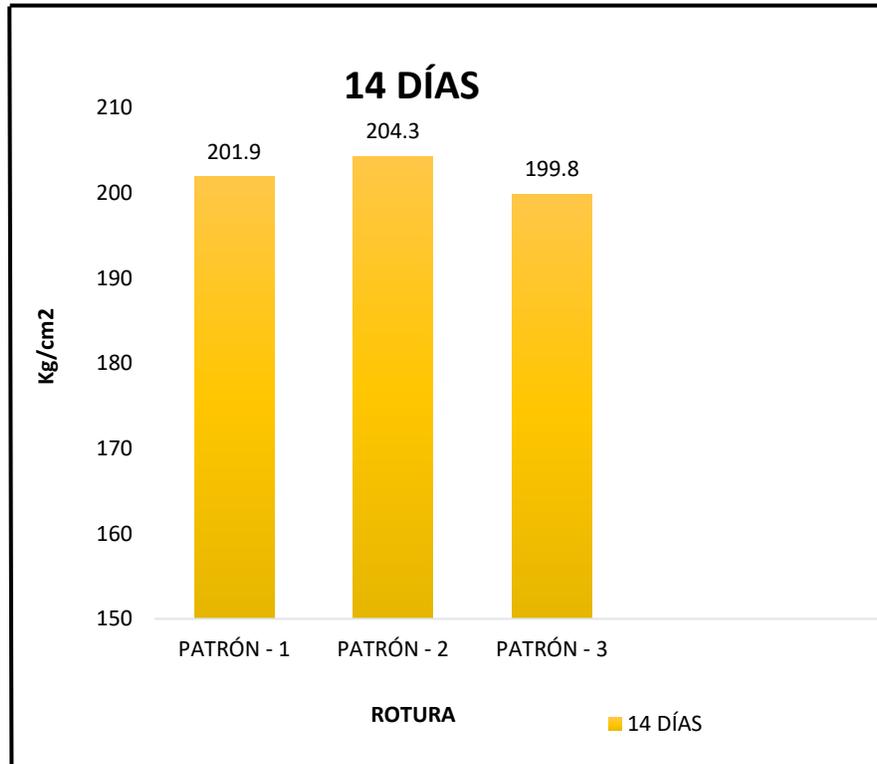


Figura 33. Promedio de las resistencias obtenidas a la edad de 14 días del mortero patrón.

4.5.2.2 Mortero con 4% de ceniza de tusa de maíz a la edad de 14 días.

En la tabla 53, se muestra el resultado del laboratorio; la resistencia a la compresión del mortero con sustitución de 4% de ceniza de tusa de maíz con respecto al peso del cemento, obtenida para la edad de 14 días cumpliendo todos los requerimientos establecidos se detalla a continuación:

Tabla 53. Resistencia a la compresión del 4% de ceniza de tusa de maíz a 14 días

4% DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ - 14 DÍAS						
NÚMERO DE ESPECÍMENES	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	FUERZA MÁXIMA	ÁREA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Rc. PROMEDIO
N°	DÍA	DÍA	Kgf	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	22/09/2020	06/10/2020	5122.3	25	204.9	204.4
1	22/09/2020	06/10/2020	5095.8	25	203.8	
1	22/09/2020	06/10/2020	5109.5	25	204.4	

Fuente. Elaboración propia, 2020

Los resultados muestran que la Resistencia a la compresión del mortero sustituyendo 4% de ceniza de tusa de maíz promedio fue de 204.4 kg/cm².

A continuación en la figura 34, se presenta la barra estadística de datos donde se grafica los tres datos obtenidos por confiabilidad tal cual lo establece la NTP 334.051 para determinar el promedio de los resultados de la rotura del mortero experimental con 4% de sustitución de ceniza de tusa de maíz respecto al peso del cemento a la edad de los 14 días.

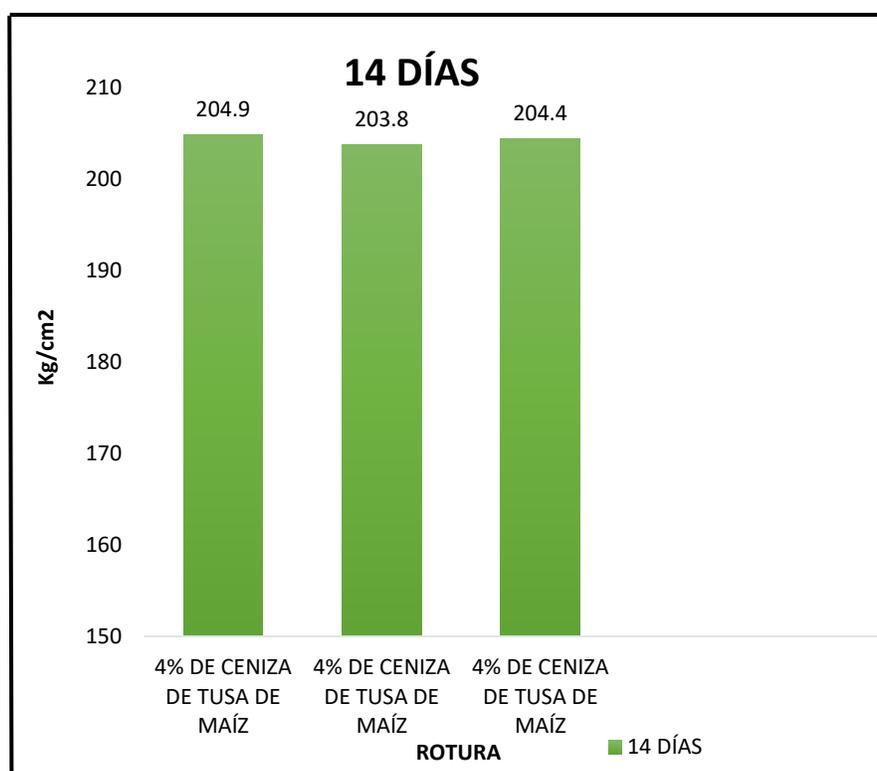


Figura 34. Promedio de resistencias obtenidas a los 14 días con 4% de ceniza de tusa de maíz.

4.5.2.3 Mortero con 9% de ceniza de tusa de maíz a la edad de 14 días.

En la tabla 54, se muestra los resultados del laboratorio; la resistencia a la compresión del mortero con sustitución de 9% de ceniza de tusa de maíz obtenida para la edad de 14 días se detalla a continuación:

Tabla 54. Resistencia a la compresión del 9% de ceniza de tusa de maíz a 14 días.

9% DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ - 14 DÍAS						
NÚMERO DE ESPECÍMENES	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	FUERZA MÁXIMA	ÁREA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Rc. PROMEDIO
N°	DÍA	DÍA	Kgf	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	22/09/2020	06/10/2020	5148.5	25	205.9	206.2
1	22/09/2020	06/10/2020	5157.6	25	206.3	
1	22/09/2020	06/10/2020	5162.4	25	206.5	

Fuente. Elaboración propia, 2020

Los resultados muestran que la Resistencia a la compresión del mortero sustituyendo 9% de ceniza de tusa de maíz promedio fue de 206.2 kg/cm².

A continuación en la figura 35, se presenta la barra estadística de datos donde se grafica los tres datos obtenidos por confiabilidad tal cual lo establece la NTP 334.051 para determinar el promedio de los resultados de la rotura del mortero patrón con 9% de sustitución de ceniza de tusa de maíz respecto al peso del cemento a la edad de 14 días.

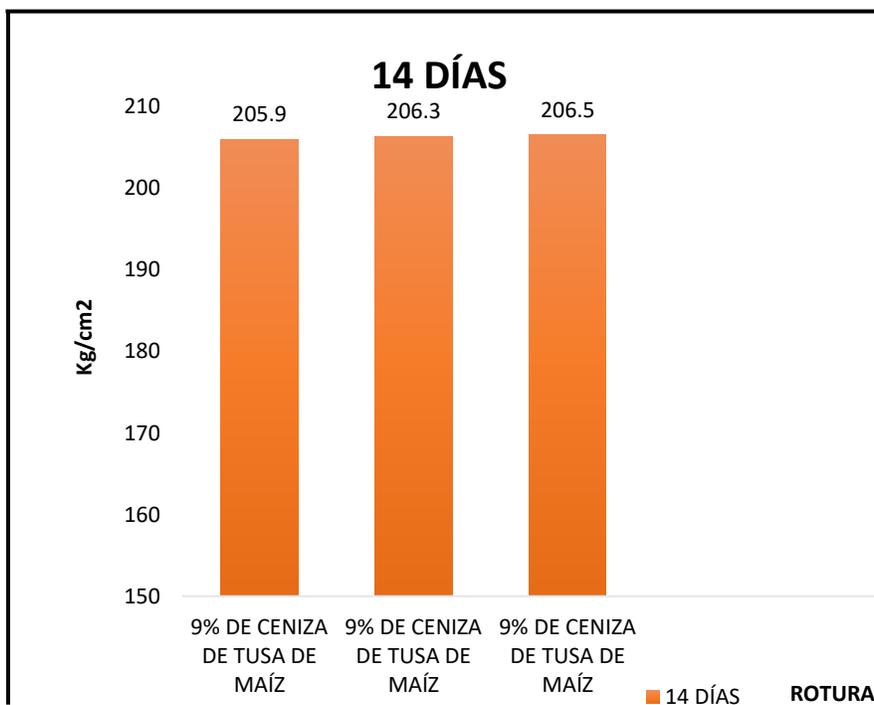


Figura 35. Promedio de resistencias obtenidas a los 14 días con 9% de ceniza de tusa de maíz.

4.5.2.4 Mortero con 14% de ceniza de tusa de maíz a la edad de 14 días.

En la tabla 55, se muestra los resultados del laboratorio de la resistencia a la compresión del mortero con sustitución de 14% de ceniza de tusa de maíz obtenida para la edad de 14 días que se detalla a continuación:

Tabla 55. Resistencia a la compresión del 14% de ceniza de tusa de maíz a 14 días.

14% DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ - 14 DÍAS						
NÚMERO DE ESPECÍMENES	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	FUERZA MÁXIMA	ÁREA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Rc. PROMEDIO
N°	DÍA	DÍA	Kgf	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	22/09/2020	06/10/2020	5232.6	25	209.3	210
1	22/09/2020	06/10/2020	5256.2	25	210.2	
1	22/09/2020	06/10/2020	5262.1	25	210.5	

Fuente. Elaboración propia, 2020

Los resultados muestran que la Resistencia a la compresión del mortero sustituyendo 14% de ceniza de tusa de maíz promedio fue de 210 kg/cm².

A continuación en la figura 36, se presenta la barra estadística de datos donde se grafica los tres datos obtenidos por confiabilidad tal cual lo establece la NTP 334.051 para determinar el promedio de los resultados de la rotura del mortero patrón con 14% de sustitución de ceniza de tusa de maíz a los 14 días.

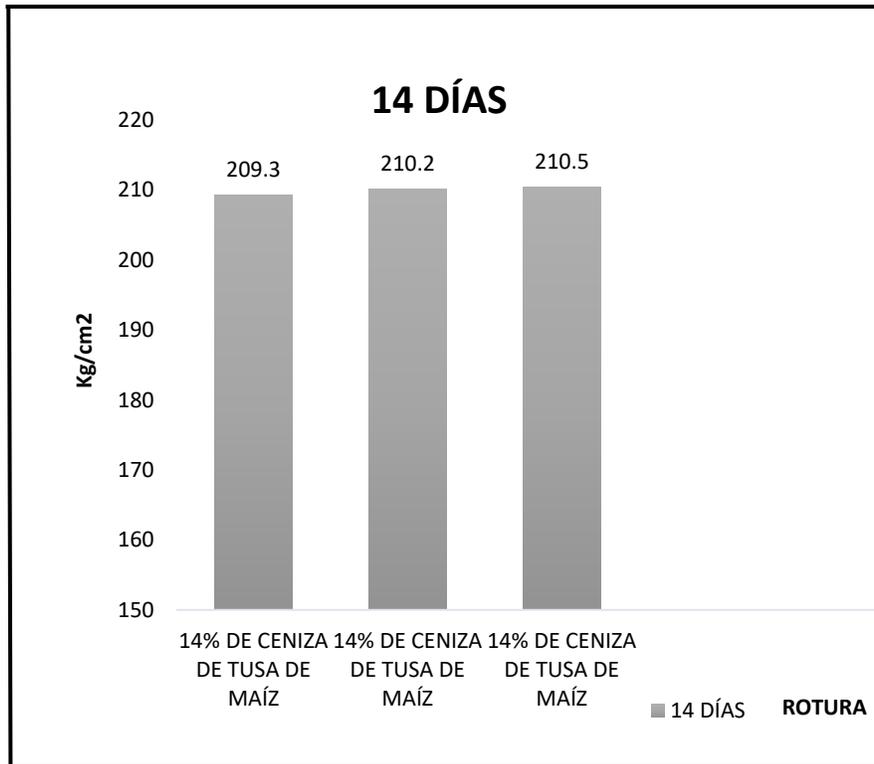


Figura 36. Promedio de resistencias obtenidas a los 14 días con 14% de ceniza de tusa de maíz.

4.5.2.5 Comparación de resistencias a los 14 días

Los datos obtenidos de la resistencia a la compresión del mortero patrón con los morteros experimentales se determinaron realizando tres roturas como mínimo tal cual lo establece la NTP 334. 051 para cada tiempo y se detalló comparando y determinando el promedio para así analizar el efecto que produce la aplicación de la ceniza de tusa de maíz en el mortero para la edad de los 14 días.

Los resultados de dicho análisis se muestran a continuación en la tabla 56:

Tabla 56. Comparación de la *resistencia a la compresión a 14 días*.

COMPARACIÓN A LOS 14 DÍAS		
DOSIFICACIÓN	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	PORCENTAJE (%)
PATRÓN - 14 DÍAS	202	100%
4% CENIZA DE TUSA DE MAÍZ - 14 DÍAS	204.4	101%
9% CENIZA DE TUSA DE MAÍZ - 14 DÍAS	206.2	102%
14% CENIZA DE TUSA DE MAÍZ - 14 DÍAS	210	104%

Fuente. Elaboración propia, 2020

En la tabla 56 ya presentada, el mortero patrón de la edad de 14 días toma el porcentaje del 100%; donde al sustituir una dosificación del 4% de ceniza de tusa de maíz con respecto al peso del cemento alcanza la resistencia a un 101%; como a su vez al sustituir una dosificación del 9% alcanza la resistencia de un 102% aumentando de manera creciente y al ser sustituido con una dosificación del 14% alcanza una resistencia a la compresión de 104% que se obtiene a la edad de los 14 días.

Se determinó que la sustitución de la ceniza de tusa de maíz generó buenos resultados incrementando cada 1%,1% y 2% respectivamente.

A continuación en la figura 37, se presenta la barra de línea estadística de datos donde se grafica la comparación del mortero patrón vs el mortero experimental (4%, 9% y 14%) a la edad de 14 días:

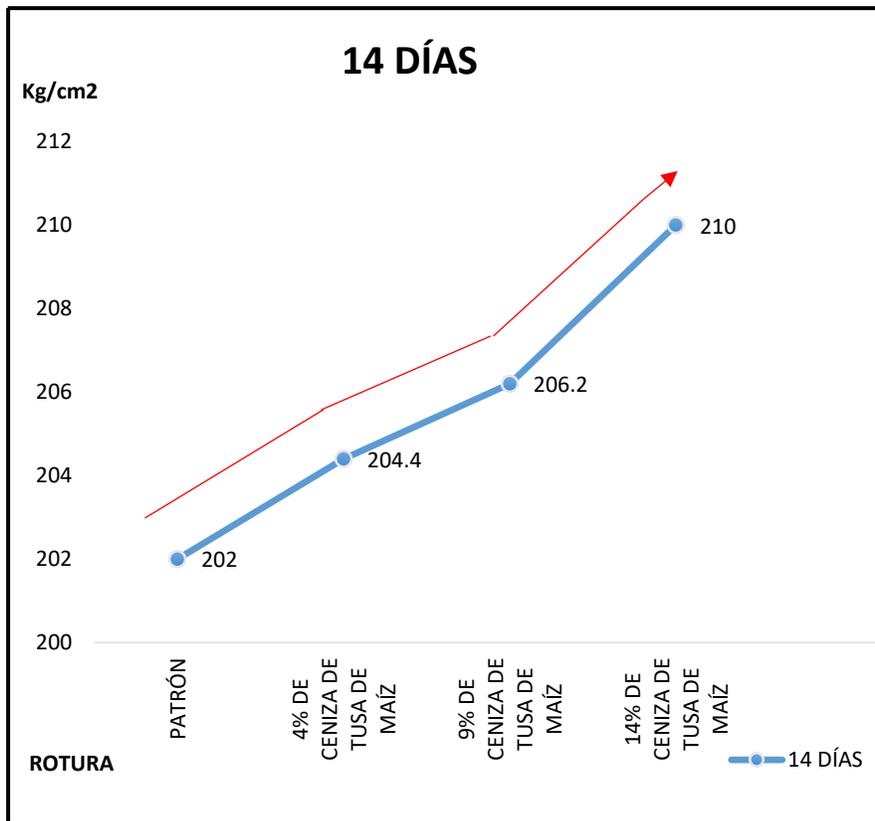


Figura 37. Resistencias obtenidas a los 14 días del mortero patrón vs mortero experimental.

Como se puede observar en la figura mostrada el incremento de la resistencia a la compresión del mortero experimental con respecto al mortero patrón resultó óptimo; como se aprecia el 4%, 9% y 14% tuvo resultados resaltantes al mortero patrón de 202 Kg/cm² en 204.4 Kg/cm², 206.2 Kg/cm² y 210 Kg/cm² respectivamente, incrementando el porcentaje mayor del 14% de sustitución al mortero patrón en un 4% a una edad de 14 días.

A continuación, se presenta la figura 38, 39, 40 y 41 de las roturas del mortero patrón y morteros experimentales con sustitución de 4%, 9% y 14% de ceniza de tusa de maíz con respecto al peso del cemento a la edad de los 14 días.



Figura 38. Rotura del mortero patrón a la edad de 14 días.



Figura 39. Rotura del mortero experimental con 4% de ceniza de maíz a la edad de 14 días.



Figura 40. Rotura del mortero experimental con 9% de ceniza de maíz a la edad de 14 días.



Figura 41. Rotura del mortero experimental con 14% de ceniza de maíz a la edad de 14 días.

Los datos han sido obtenidos por el laboratorio de ensayo de materiales- JJ Geotecnia S.A.C. Se constata los resultados en el Anexo 3.9 “Ensayo de la resistencia a la compresión de especímenes cúbicos a la edad de 14 días”, con un grado alto de confiabilidad.

4.5.3 Edad de 28 días

4.5.3.1 Mortero patrón

Los ensayos a compresión fueron realizados según la NTP 334.051 donde establece los criterios necesarios para la determinación correspondiente a las edades indicadas.

En la Tabla 57, se muestra el resultado del laboratorio de la resistencia a la compresión máxima obtenida durante el ensayo a compresión del mortero para la edad de 28 días.

Tabla 57. Resistencia a la compresión del mortero patrón a la edad de 28 días.

PATRÓN - 28 DÍAS						
NÚMERO DE ESPECÍMENES	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	FUERZA MÁXIMA	ÁREA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Rc. PROMEDIO
N°	DÍA	DÍA	Kgf	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	21/09/2020	19/10/2020	5355.2	25	214.2	214
1	21/09/2020	19/10/2020	5370.5	25	214.8	
1	21/09/2020	19/10/2020	5327.9	25	213.1	

Fuente. Elaboración propia, 2020.

Los resultados muestran que la Resistencia a la compresión del mortero patrón a la edad de 28 días promedio fue de 214 kg/cm².

A continuación en la figura 42, se presenta la barra estadística de datos donde se grafica los tres datos obtenidos por confiabilidad tal cual lo establece la NTP 334.051 para determinar el promedio de los resultados de la rotura del mortero patrón con 0% de sustitución de ceniza de tusa de maíz a los 28 días.

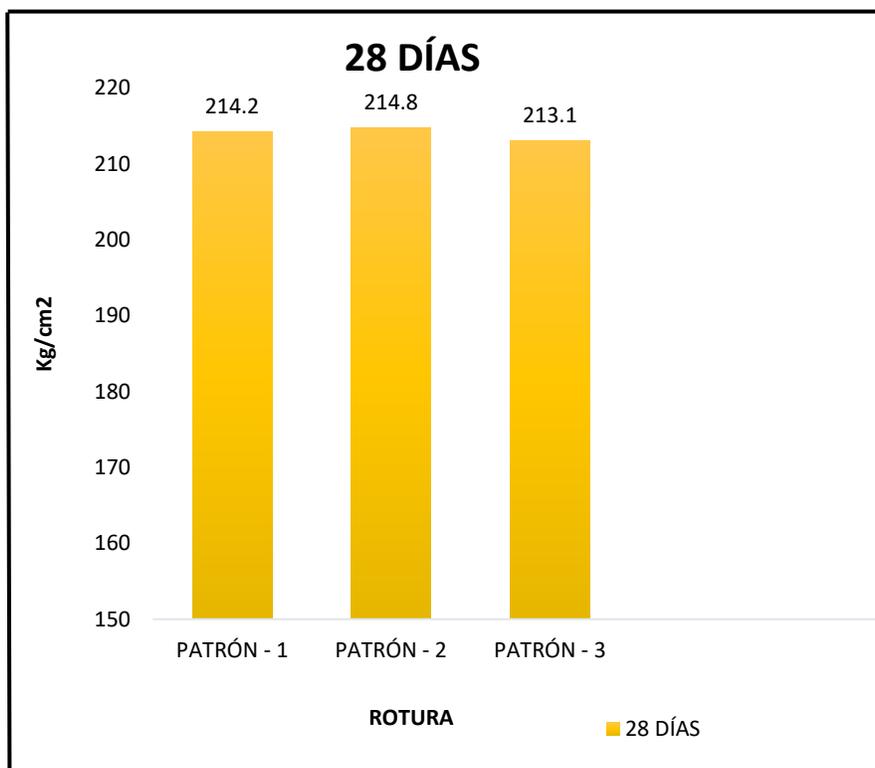


Figura 42. Promedio de las resistencias obtenidas a la edad de 28 días del mortero patrón.

4.5.2.2 Mortero con 4% de ceniza de tusa de maíz a la edad de 28 días.

En la tabla 58, se muestra el resultado del laboratorio; la resistencia a la compresión del mortero con sustitución de 4% de ceniza de tusa de maíz con respecto al peso del cemento, obtenida para la edad de 28 días cumpliendo todos los requerimientos establecidos se detalla a continuación:

Tabla 58. Resistencia a la compresión del 4% de ceniza de tusa de maíz a 28 días

4% DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ - 28 DÍAS						
NÚMERO DE ESPECÍMENES	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	FUERZA MÁXIMA	ÁREA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Rc. PROMEDIO
N°	DÍA	DÍA	Kgf	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	21/09/2020	19/10/2020	5524.6	25	221.0	222.6
1	21/09/2020	19/10/2020	5592.5	25	223.7	
1	21/09/2020	19/10/2020	5573.8	25	223.0	

Fuente. Elaboración propia, 2020

Los resultados muestran que la Resistencia a la compresión del mortero sustituyendo 4% de ceniza de tusa de maíz promedio fue de 222.6 kg/cm^2 .

A continuación en la figura 43, se presenta la barra estadística de datos donde se grafica los tres datos obtenidos por confiabilidad tal cual lo establece la NTP 334.051 para determinar el promedio de los resultados de la rotura del mortero experimental con 4% de sustitución de ceniza de tusa de maíz respecto al peso del cemento a la edad de los 28 días.

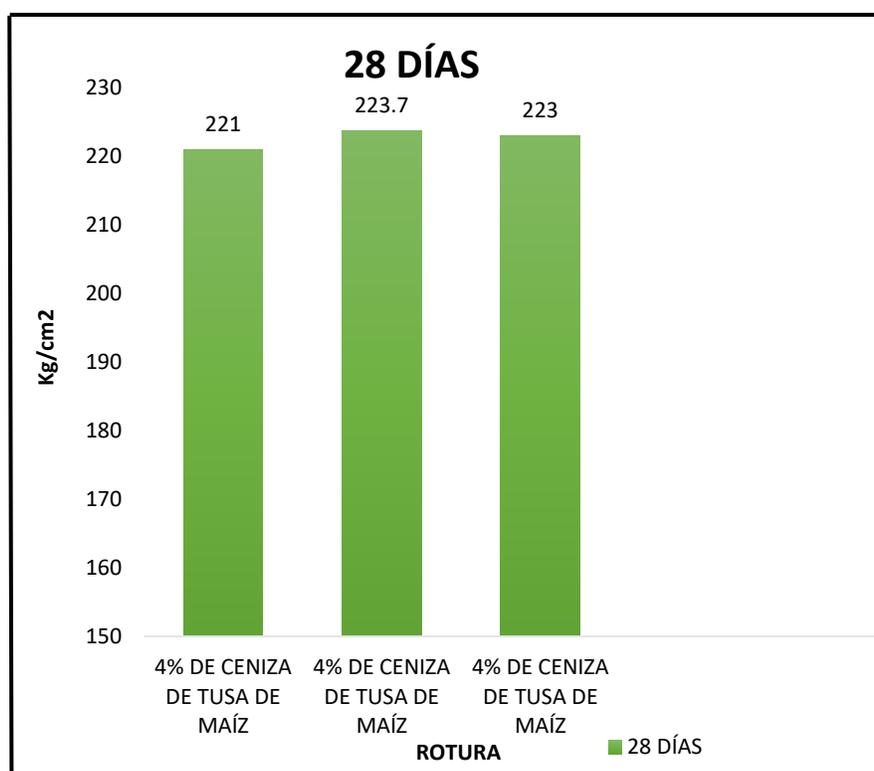


Figura 43. Promedio de resistencias obtenidas a los 28 días con 4% de ceniza de tusa de maíz.

4.5.2.3 Mortero con 9% de ceniza de tusa de maíz a la edad de 28 días.

En la tabla 59, se muestra los resultados del laboratorio; la resistencia a la compresión del mortero con sustitución de 9% de ceniza de tusa de maíz obtenida para la edad de 28 días se detalla a continuación:

Tabla 59. Resistencia a la compresión del 9% de ceniza de tusa de maíz a 28 días.

9% DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ - 28 DÍAS						
NÚMERO DE ESPECÍMENES	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	FUERZA MÁXIMA	ÁREA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Rc. PROMEDIO
N°	DÍA	DÍA	Kgf	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	21/09/2020	19/10/2020	5763.5	25	230.5	231.6
1	21/09/2020	19/10/2020	5812.3	25	232.5	
1	21/09/2020	19/10/2020	5795.1	25	231.8	

Fuente. Elaboración propia, 2020

Los resultados muestran que la Resistencia a la compresión del mortero sustituyendo 9% de ceniza de tusa de maíz promedio fue de 231.6 kg/cm².

A continuación en la figura 44, se presenta la barra estadística de datos donde se grafica los tres datos obtenidos por confiabilidad tal cual lo establece la NTP 334.051 para determinar el promedio de los resultados de la rotura del mortero patrón con 9% de sustitución de ceniza de tusa de maíz respecto al peso del cemento a la edad de 28 días.

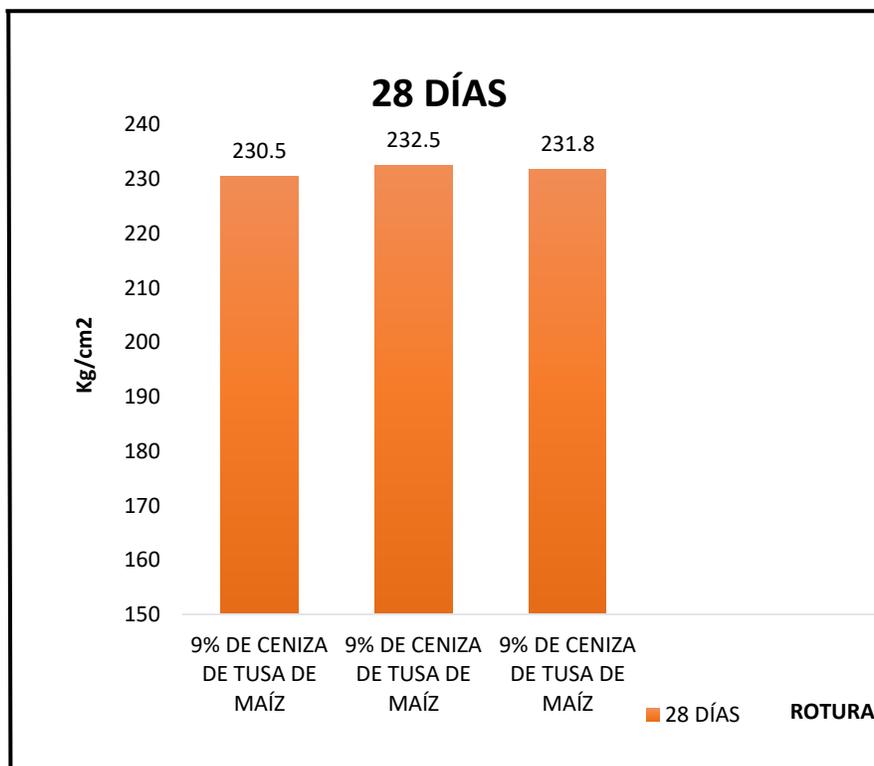


Figura 44. Promedio de resistencias obtenidas a los 28 días con 9% de ceniza de tusa de maíz.

4.5.2.4 Mortero con 14% de ceniza de tusa de maíz a la edad de 28 días.

En la tabla 60, se muestra los resultados del laboratorio; la resistencia a la compresión del mortero con sustitución de 14% de ceniza de tusa de maíz obtenida para la edad de 28 días, se detalla a continuación:

Tabla 60. Resistencia a la compresión del 14% de ceniza de tusa de maíz a 28 días.

14% DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ - 28 DÍAS						
NÚMERO DE ESPECÍMENES	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	FUERZA MÁXIMA	ÁREA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Rc. PROMEDIO
N°	DÍA	DÍA	Kgf	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	21/09/2020	19/10/2020	6625.5	25	265.0	266.8
1	21/09/2020	19/10/2020	6701.2	25	268.0	
1	21/09/2020	19/10/2020	6684.5	25	267.4	

Fuente. Elaboración propia, 2020

Los resultados muestran que la Resistencia a la compresión del mortero sustituyendo 14% de ceniza de tusa de maíz promedio fue de 266.8 kg/cm².

A continuación en la figura 45, se presenta la barra estadística de datos donde se grafica los tres datos obtenidos por confiabilidad tal cual lo establece la NTP 334.051 para determinar el promedio de los resultados de la rotura del mortero patrón con 14% de sustitución de ceniza de tusa de maíz a los 28 días.

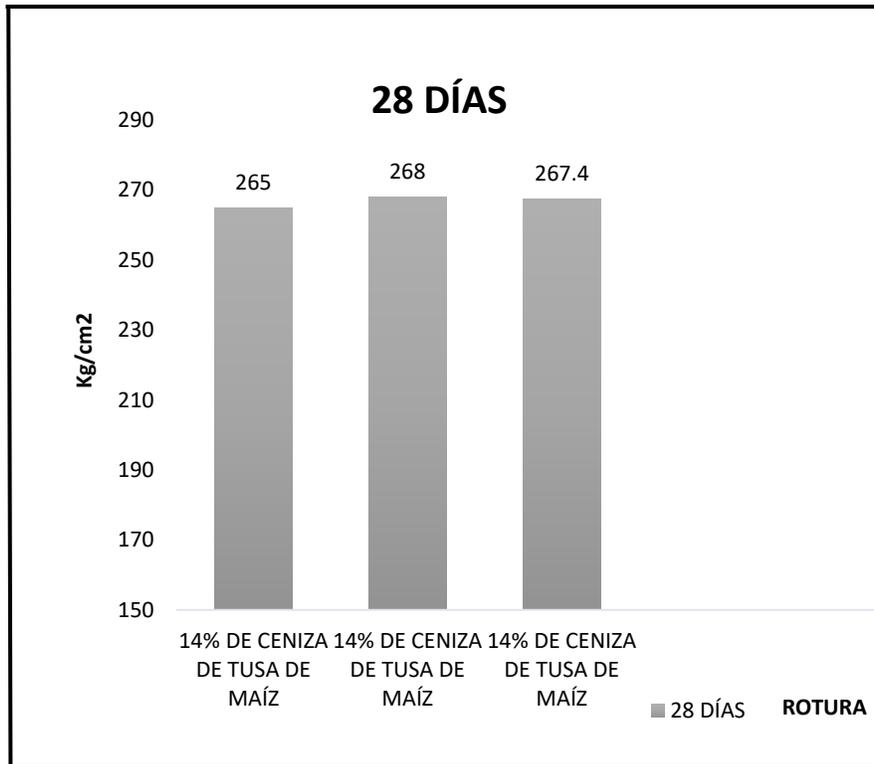


Figura 45. Promedio de resistencias obtenidas a los 28 días con 14% de ceniza de tusa de maíz.

4.5.2.5 Comparación de resistencias a los 14 días

Los datos obtenidos de la resistencia a la compresión del mortero patrón con los morteros experimentales se determinaron realizando tres roturas como mínimo tal cual lo establece la NTP 334. 051 para cada tiempo y se detalló comparando y determinando el promedio para así analizar el efecto que produce la aplicación de la ceniza de tusa de maíz en el mortero para la edad de los 28 días.

Los resultados de dicho análisis se muestran a continuación en la tabla 61:

Tabla 61. Comparación de la *resistencia a la compresión a 28 días*.

COMPARACIÓN A LOS 28 DÍAS		
DOSIFICACIÓN	RESISTENCIA (Kg/cm2)	PORCENTAJE (%)
PATRÓN - 28 DÍAS	214.0	100%
4% CENIZA DE TUSA DE MAÍZ - 28 DÍAS	222.6	104%
9% CENIZA DE TUSA DE MAÍZ - 28 DÍAS	231.6	108%
14% CENIZA DE TUSA DE MAÍZ - 28 DÍAS	266.8	125%

Fuente. Elaboración propia, 2020

En la tabla 61 ya presentada, el mortero patrón de la edad de 28 días toma el porcentaje del 100%; donde al sustituir una dosificación del 4% de ceniza de tusa de maíz con respecto al peso del cemento alcanza la resistencia a un 104%; como a su vez al sustituir una dosificación del 9% alcanza la resistencia de un 108% aumentando de manera creciente y al ser sustituido con una dosificación del 14% alcanza una resistencia a la compresión de 125% que se obtiene a la edad de los 28 días.

Se determinó que la sustitución de la ceniza de tusa de maíz generó buenos resultados incrementando cada 4%,4% y 17% respectivamente.

A continuación en la figura 46, se presenta la barra de línea estadística de datos donde se grafica la comparación del mortero patrón vs el mortero experimental (4%, 9% y 14%) a la edad de 28 días:

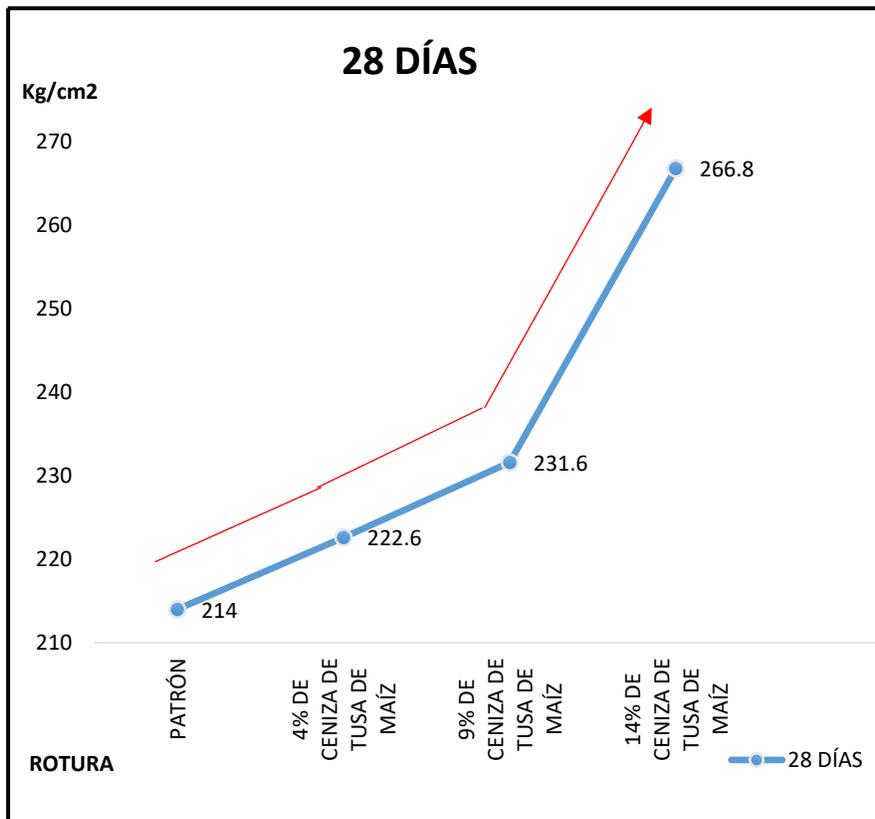


Figura 46. Resistencias obtenidas a los 28 días del mortero patrón vs mortero experimental.

Como se puede observar en la figura mostrada el incremento de la resistencia a la compresión del mortero experimental con respecto al mortero patrón resultó óptimo; como se aprecia el 4%, 9% y 14% tuvo resultados resaltantes al mortero patrón de 214 Kg/cm^2 en 222.6 Kg/cm^2 , 231.6 Kg/cm^2 y 266.8 Kg/cm^2 respectivamente, incrementando el porcentaje mayor del 14% de sustitución al mortero patrón en un 25% a una edad de 28 días.

A continuación, se presenta la figura 47, 48, 49 y 50 de las roturas del mortero patrón y morteros experimentales con sustitución de 4%, 9% y 14% de ceniza de tusa de maíz con respecto al peso del cemento a la edad de los 28 días.



Figura 47. Rotura del mortero patrón a la edad de 28 días.



Figura 48. Rotura del mortero experimental con 4% de ceniza de maíz a la edad de 28 días.



Figura 49. Rotura del mortero experimental con 9% de ceniza de maíz a la edad de 28 días.



Figura 50. Rotura del mortero experimental con 14% de ceniza de maíz a la edad de 28 días.

Los datos han sido obtenidos por el laboratorio de ensayo de materiales- JJ Geotecnia S.A.C. Se constata los resultados en el Anexo 3.10 “Ensayo de la resistencia a la compresión de especímenes cúbicos a la edad de 28 días”, con un grado alto de confiabilidad.

4.5.4 Comparación de la evolución de la resistencia a la compresión del mortero patrón y morteros experimentales con sustitución del 4%, 9% y 14%

Tabla 62. Valores de las resistencias obtenidas sustituyendo ceniza de tusa de maíz.

COMPARACIÓN Y CRECIMIENTO EN EDADES						
DOSIFICACIÓN	EIDADES					
	7 DÍAS		14 DÍAS		28 DÍAS	
	(Kg/cm2)	(%)	(Kg/cm2)	(%)	(Kg/cm2)	(%)
PATRÓN	156.9	100%	202	100%	214.0	100%
4% CENIZA DE TUSA DE MAÍZ	159.9	102%	204.4	101%	222.6	104%
9% CENIZA DE TUSA DE MAÍZ	161.2	103%	206.2	102%	231.6	108%
14% CENIZA DE TUSA DE MAÍZ	163.1	104%	210	104%	266.8	125%

Fuente. Elaboración propia, 2020

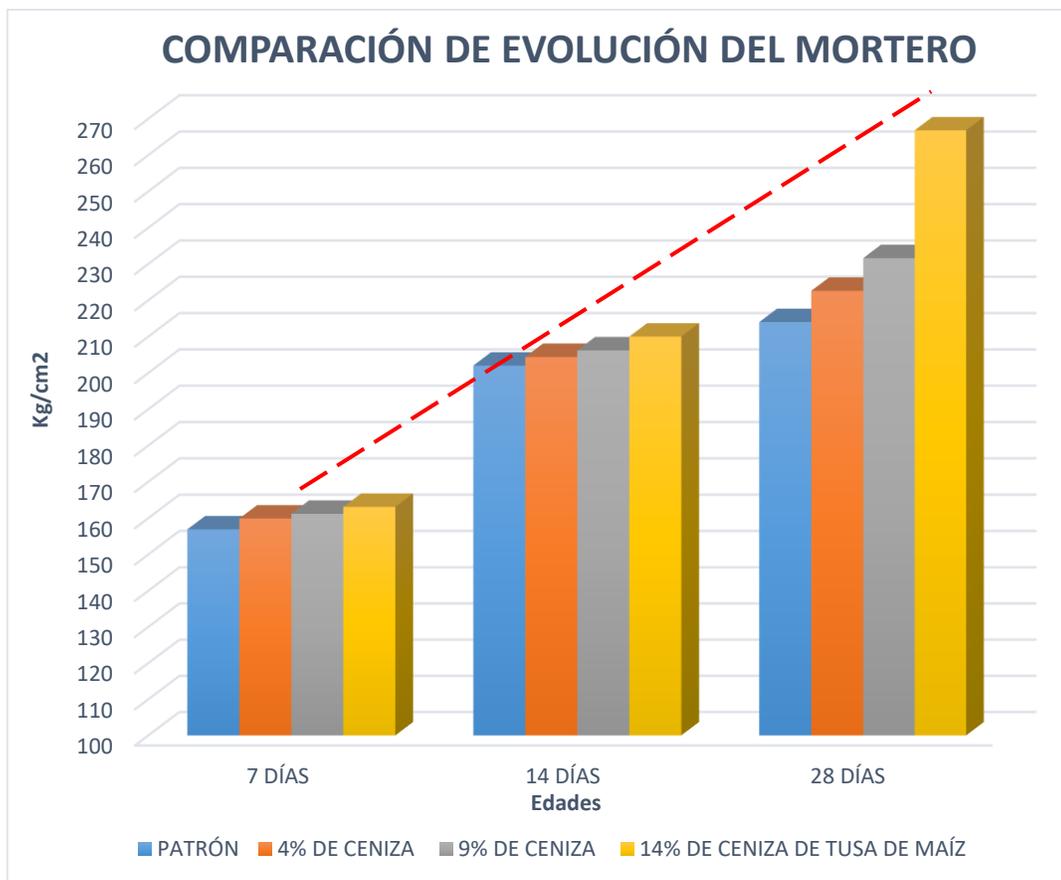


Figura 51. Grafica de evolución del mortero patrón vs morteros experimentales.

4.6 Análisis del ensayo para la resistencia a la compresión axial de pilas

4.6.1 Edad de 28 días

4.6.1.1 Pilas patrón

Los ensayos a compresión fueron realizados según la NTP 399.605 donde establece los criterios necesarios para la determinación correspondiente a las edades indicadas.

En la Tabla 63, se muestra el resultado del laboratorio de la resistencia a la compresión axial máxima obtenida durante el ensayo de las pilas para la edad de 28 días.

Tabla 63. Resistencia a la compresión axial de pilas patrón a la edad de 28 días.

PATRÓN - 28 DÍAS							
PILAS PATRÓN	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	RELACIÓN h/e	FUERZA MÁXIMA	f'm	f'm CORREGIDO	f'm PROMEDIO
N°	DÍA	DÍA	h/e	Kg	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	20/10/2020	16/11/2020	2.56	12114.7	40.4	35.9	33.0
1	20/10/2020	16/11/2020	2.59	10376.7	35.9	32.0	
1	20/10/2020	16/11/2020	2.56	12568.5	41.9	31.0	

Fuente. Elaboración propia, 2020.

Los resultados muestran que la Resistencia a la compresión de la pila patrón a la edad de 28 días promedio fue de 33.0 kg/cm².

A continuación en la figura 52, se presenta la barra estadística de datos donde se grafica los tres datos obtenidos por confiabilidad tal cual lo establece la NTP 399.605 para determinar el promedio de los resultados de la resistencia a la compresión axial de pilas con juntas de mortero del 0% de sustitución de ceniza de tusa de maíz a los 28 días.

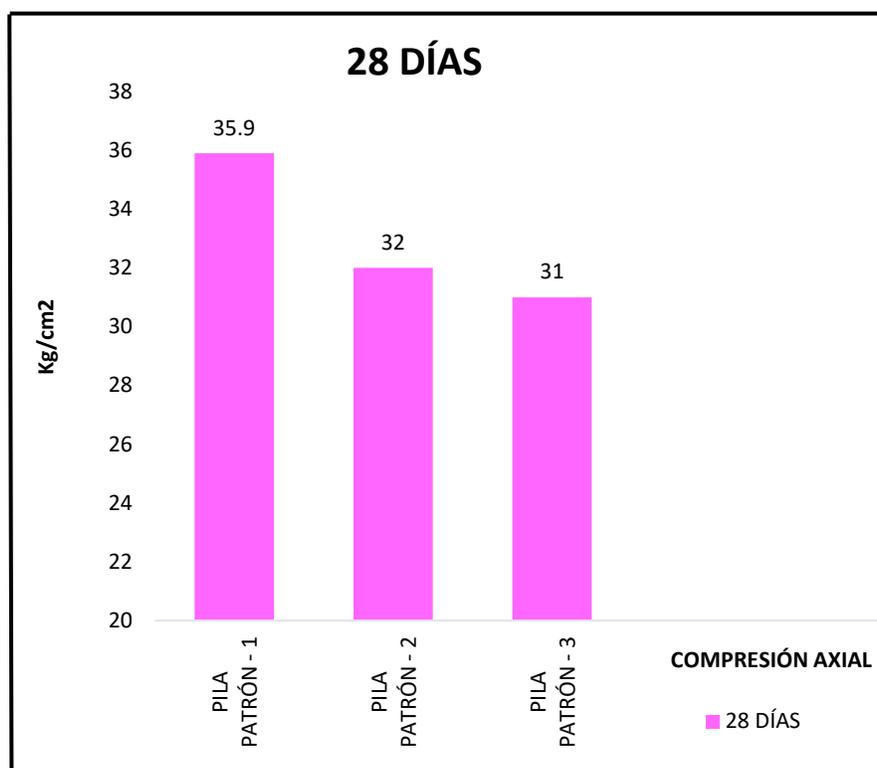


Figura 52. Promedio de las resistencias obtenidas a la edad de 28 días de la pilas patrón.

4.6.1.2 Pilas experimentales con mortero del 14% de ceniza de tusa de maíz

En la tabla 64, se muestra el resultado del laboratorio; la resistencia a la compresión axial de pilas mortero de sustitución del 14% de ceniza de tusa de maíz con respecto al peso del cemento, obtenida para la edad de 28 días cumpliendo todos los requerimientos establecidos se detalla a continuación:

Tabla 64. Resistencia a la compresión axial de pilas con 14% de ceniza de tusa de maíz a 28 días

PILAS CON 14% DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ - 28 DÍAS							
PILAS / 14%	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	RELACIÓN h/e	FUERZA MÁXIMA	f'm	f'm CORREGIDO	f'm PROMEDIO
N°	DÍA	DÍA	h/e	Kg	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	20/10/2020	16/11/2020	2.64	13440.2	44.8	39.9	36.4
1	20/10/2020	16/11/2020	2.62	12352.4	41.2	36.6	
1	20/10/2020	16/11/2020	2.64	13256.2	44.2	32.7	

Los resultados muestran que la Resistencia a la compresión axial de la pila con el 14% de ceniza de tusa de maíz promedio fue de 36.4 kg/cm^2 .

A continuación en la figura 53, se presenta la barra estadística de datos donde se grafica los tres datos obtenidos por confiabilidad tal cual lo establece la NTP 399.605 para determinar el promedio de los resultados de la resistencia a la compresión axial de pilas con juntas de mortero del 14% de sustitución de ceniza de tusa de maíz respecto al peso del cemento a la edad de los 28 días.

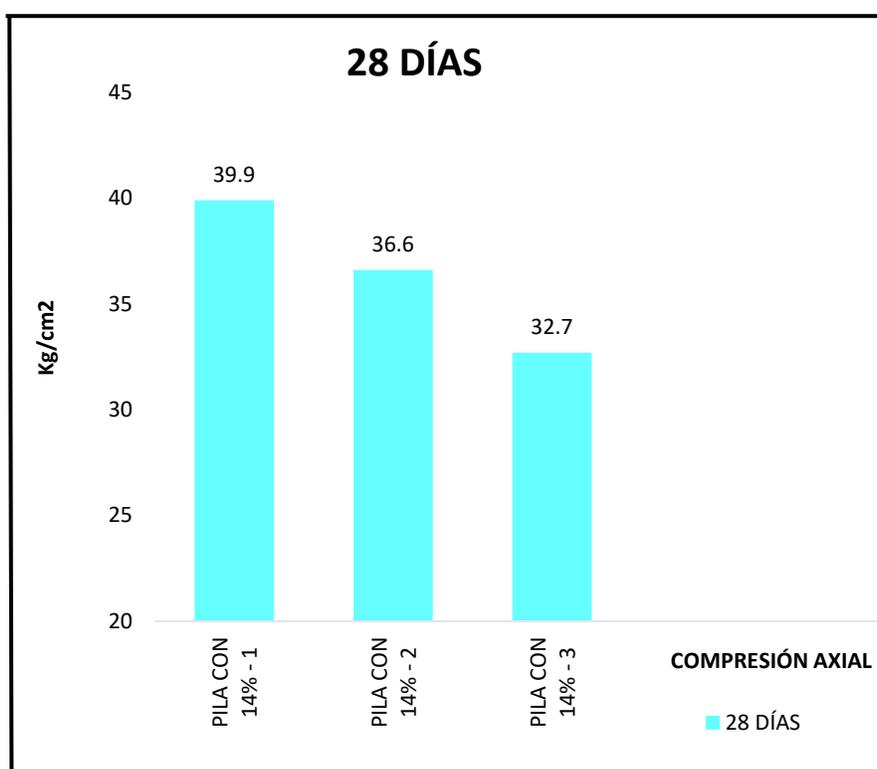


Figura 53. Promedio de resistencias obtenidas a los 28 días de pilas con juntas de mortero del 14% de ceniza de tusa de maíz.

4.6.2 Comparación de resistencias a compresión axial a la edad de 28 días.

Los datos obtenidos de la resistencia a la compresión axial de pila patrón con pila de juntas de mortero del 14% de ceniza de tusa de maíz se determinaron realizando tres ensayos donde se detalló comparando y determinando el promedio para así analizar el efecto que produce la aplicación de la ceniza de tusa de maíz en las pilas a la edad de los 28 días.

Los resultados de dicho análisis se muestran a continuación en la tabla 65:

Tabla 65. Comparación de la *resistencia a la compresión a 28 días*.

COMPARACIÓN A LOS 28 DÍAS		
DOSIFICACIÓN	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	PORCENTAJE (%)
PILA PATRÓN – 28 DÍAS	33.0	100%
PILAS CON MORTERO DEL 14% CENIZA DE TUSA DE MAÍZ - 28 DÍAS	36.4	110%

Fuente. Elaboración propia, 2020

En la tabla 65 ya presentada, la pila patrón de la edad de 28 días toma el porcentaje del 100%; donde al emplear una pila con mortero del 14% de ceniza de tusa de maíz con respecto al peso del cemento para las juntas, alcanza la resistencia a la compresión axial a un 110% que se obtiene a la edad de los 28 días.

Se determinó que la pilas con mortero de 14% de ceniza de tusa de maíz generó buenos resultados incrementando en un 10%.

A continuación en la figura 54, se presenta la barra estadística de datos donde se grafica la comparación de la pila patrón vs pila experimental (14% de ceniza) a la edad de 28 días:

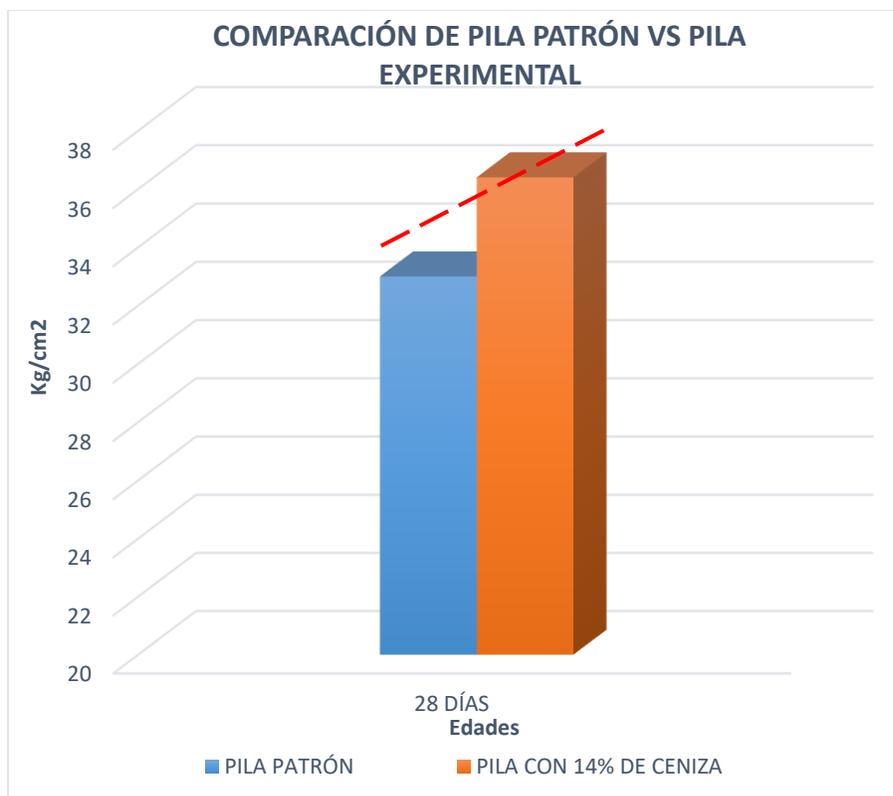


Figura 54. Grafica de comparación a los 28 días de la pila patrón vs pila experimental.

Como se puede observar en la figura 54 ya mostrada, el incremento de la resistencia a la compresión axial de la pila experimental con respecto a la pila patrón resultó óptimo; como se aprecia el 14% dio resultados resaltantes al mortero patrón de 33.0 Kg/cm^2 en 36.4 Kg/cm^2 , incrementando el porcentaje en un 10% a una edad de 28 días.

A continuación, se presenta la figura 55 y 56 de las roturas de las pilas patrón y pilas experimentales con mortero de sustitución del 14% de ceniza de tusa de maíz con respecto al peso del cemento a 28 días.



Figura 55. Resistencia a la compresión axial de la pila patrón a la edad de 28 días.



Figura 56. Resistencia a la compresión axial de la pila experimental con mortero del 14% de ceniza de tusa de maíz a la edad de 28 días.

Los datos han sido obtenidos por el laboratorio de ensayo de materiales- JJ Geotecnia S.A.C. Se constata los resultados en el Anexo 3.11 “Ensayo de la resistencia a la compresión axial de pila patrón y pila experimental a la edad de 28 días”.

HIPÓTESIS

1. La aplicación de ceniza de maíz ha intervenido significativamente en el mortero sustituyéndose con respecto al peso del cemento en para las edades de 7, 14 y 28 días tal como se detalló en los resultados con respecto a la determinación de la resistencia a la compresión
2. La aplicación de ceniza de maíz generó resultados positivos en las propiedades mecánicas tal como se detalló en los resultados, donde el mortero patrón fue superado por los morteros experimentales del 4%, 9% y 14% de sustitución de maíz con respecto al peso del cemento a la edad de 7, 14 y 28 días; donde:
 - Para una sustitución de un mortero al 4% hay un incremento; a los 7 días a un 102.0%, a los 14 días a 101.0% y a los 28 días a un 104.0%.
 - Para un mortero sustituido con ceniza de tusa de maíz al 9% presenta un incremento; a los 7 días a un 103.0%, a los 14 días a un 102.0% y a los 28 días a un 108.0%.
 - Para una sustitución de un mortero con ceniza de tusa de maíz al 14% presenta un incremento; a los 7 días a un 104.0%, a los 14 días a un 104.0% y a los 28 días a un 125.0%.
3. La aplicación de ceniza de maíz generó resultados óptimos en la dosificación ya que al ser sustituido en porcentajes con respecto a la cantidad del peso del cemento generó satisfactorios resultados superando al mortero patrón en la edad de los 7 días como se muestra en los certificados ensayos de las roturas de las probetas.
4. La aplicación de ceniza de maíz influyó de manera positiva en las propiedades en estado plástico tal como se detalla en los resultados de laboratorio donde la determinación de fluidez de las pastas de mortero patrón y mortero experimental cumple con el rango establecido una fluidez de 105% a 115% como indica la NTP 334.051 para realizar los trabajos de pega de mampostería.

4.7 Desarrollo de la validación estadística

a) Análisis de validación estadística de la resistencia a compresión a la edad de los 07 días con los porcentajes de 4%, 9% y 14% empleando ceniza de tusa de maíz al mortero.

❖ **Hipótesis nula:**

H₀: $\mu = a$ la resistencia patrón 156.9 Kg/cm² (mantiene su misma resistencia para los tres porcentajes de 4%, 9% y 14%).

❖ **Hipótesis alterna:**

H₁: $\mu > a$ la resistencia patrón 156.9 Kg/cm² (al menos una de los porcentajes obtiene mayor resistencia).

❖ **Nivel de significancia:**

- $\alpha = 5\%$

❖ **Nivel de confianza:**

- 95%

❖ **Selección del estadístico de prueba:**

Para este trabajo de investigación se utilizó el estadístico de prueba de la distribución T de Student, por lo que la muestra es ≤ 30 , ya que en esta investigación obtiene una cantidad de 12 muestra para los 07 días de edades. A continuación, se muestra la fórmula que será utilizada para la prueba estadística.

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

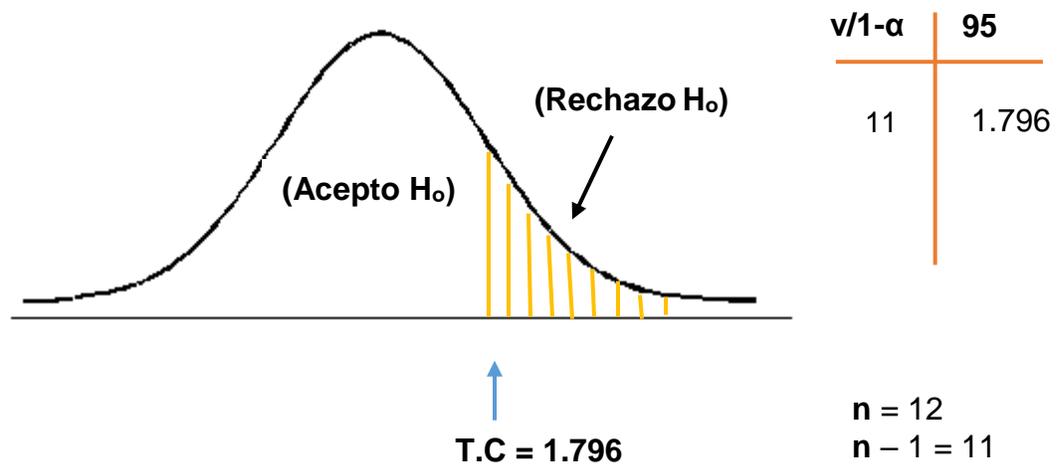
\bar{X} : Media maestra

μ : Media población hipotética

S: Desviación estándar de la muestra

n: Numero de observaciones en la muestra

Para hallar el valor crítico de “t”, se tomará de la tabla de distribución de T de Student (se adjunta en el Anexo N°05); obteniendo $T_c = 1.796$



En la tabla 66, se muestra los resultados de rotura de la resistencia a la compresión de cada muestra que ha sido sometida en el laboratorio a la edad de los 07 días de curados.

Tabla 66. Resultado de la rotura de las muestras durante la edad de 07 días.

Muestra	Patrón	4% ceniza	9% ceniza	14% ceniza
	159.7	160.4	160.5	164.2
	155.8	160	159.6	159.9
	155	159.4	163.6	165.1
Promedio	156.83	159.93	161.23	163.07

Fuente. Elaboración propia, 2020

\bar{x}	μ	s	n
160.27	156.9	3	12

$$T_p = \frac{X - \mu}{s/\sqrt{n}} = \frac{160.27 - 156.9}{(3/\sqrt{12})} = 3.891$$

✚ Decisión:

Se rechaza la Hipótesis nula (H_0)

✚ Conclusión:

No se puede afirmar que el rendimiento promedio de la resistencia a compresión empleando la ceniza de tusa de maíz en porcentaje de 4%, 9% y 14% al mortero en peso de cemento, es igual al 156.9 Kg/cm² con un nivel de significancia de ($\alpha=5\%$)

b) Análisis de validación estadística de la resistencia a compresión a la edad de los 14 días con los porcentajes de 4%, 9% y 14% empleando ceniza de tusa de maíz al mortero.

❖ **Hipótesis nula:**

H₀: $\mu = a$ la resistencia patrón 202.0 Kg/cm² (mantiene su misma resistencia para los tres porcentajes de 4%, 9% y 14%).

❖ **Hipótesis alterna:**

H₁: $\mu > a$ la resistencia patrón 202.0 Kg/cm² (al menos una de los porcentajes obtiene mayor resistencia).

❖ **Nivel de significancia:**

- $\alpha = 5\%$

❖ **Nivel de confianza:**

- 95%

❖ **Selección del estadístico de prueba:**

Para este trabajo de investigación se utilizó el estadístico de prueba de la distribución T de Student, por lo que la muestra es ≤ 30 , ya que en esta investigación obtiene una cantidad de 12 muestra para los 14 días de edades. A continuación, se muestra la fórmula que será utilizada para la prueba estadística

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

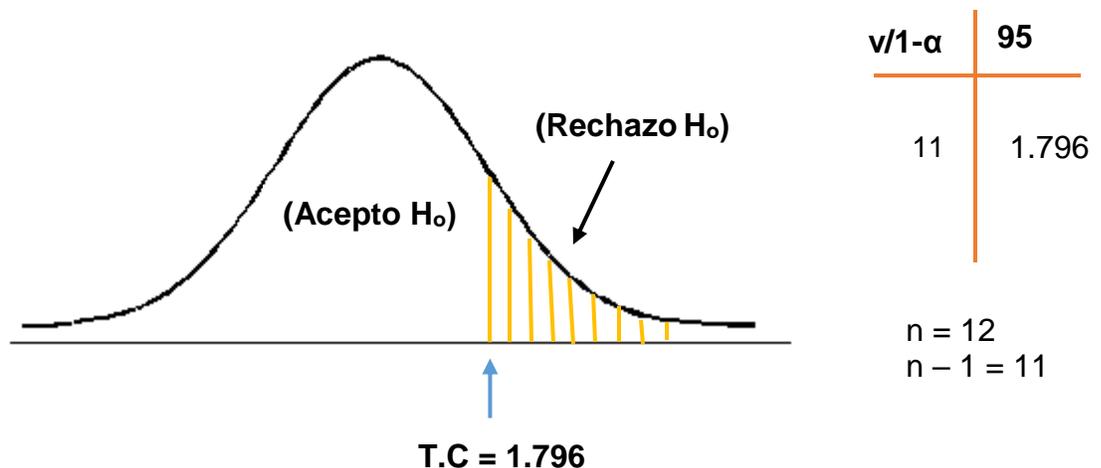
\bar{X} : Media maestral

μ : Media población hipotética

S: Desviación estándar de la muestra

n: Numero de observaciones en la muestra

Para hallar el valor crítico de "t", se tomará de la tabla de distribución de T de Student, (se adjunta en el Anexo N°05); obteniendo $T_c = 1.796$



En la tabla 67, se muestra los resultados de rotura de la resistencia a la compresión de cada muestra que ha sido sometida por el laboratorio a la edad de los 14 días de curados.

Tabla 67. Resultado de la rotura de las muestras durante la edad de 14 días.

	Patrón	4% ceniza	9% ceniza	14% ceniza
Muestra	201.9	204.9	205.9	209.3
	204.3	203.8	206.3	201.2
	199.8	204.4	206.5	201.5
Promedio	202.0	204.37	206.23	204.0

Fuente. Elaboración propia, 2020

\bar{x}	μ	s	n
204.15	202	2.7	12

$$T_p = \frac{X - \mu}{s/\sqrt{n}} = \frac{204.15 - 202.0}{(2.70/\sqrt{12})} = 2.759$$

Decisión:

Se rechaza la Hipótesis nula (H_0)

Conclusión:

No se puede afirmar que el rendimiento promedio de la resistencia a compresión empleando la ceniza de tusa de maíz en porcentaje de 4%, 9% y 14% al mortero en peso de cemento, es igual al 202.0 Kg/cm² con un nivel de significancia de ($\alpha=5\%$)

c) Análisis de validación estadística de la resistencia a compresión a la edad de los 28 días con los porcentajes de 4%, 9% y 14% empleando ceniza de tusa de maíz al mortero.

❖ **Hipótesis nula:**

Ho: $\mu = 214.03$ a la resistencia patrón Kg/cm² (mantiene su misma resistencia para los tres porcentajes de 4%, 9% y 14%).

❖ **Hipótesis alterna:**

H1: $\mu > 214.03$ a la resistencia patrón Kg/cm² (al menos una de los porcentajes obtiene mayor resistencia).

❖ **Nivel de significancia:**

- $\alpha = 5\%$

❖ **Nivel de confianza:**

- 95%

❖ **Selección del estadístico de prueba:**

Para este trabajo de investigación se utilizó el estadístico de prueba de la distribución T de Student, por lo que la muestra es ≤ 30 , ya que en esta investigación obtiene una cantidad de 12 muestras para los 14 días de edades. A continuación, se muestra la fórmula que será utilizada para la prueba estadística.

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

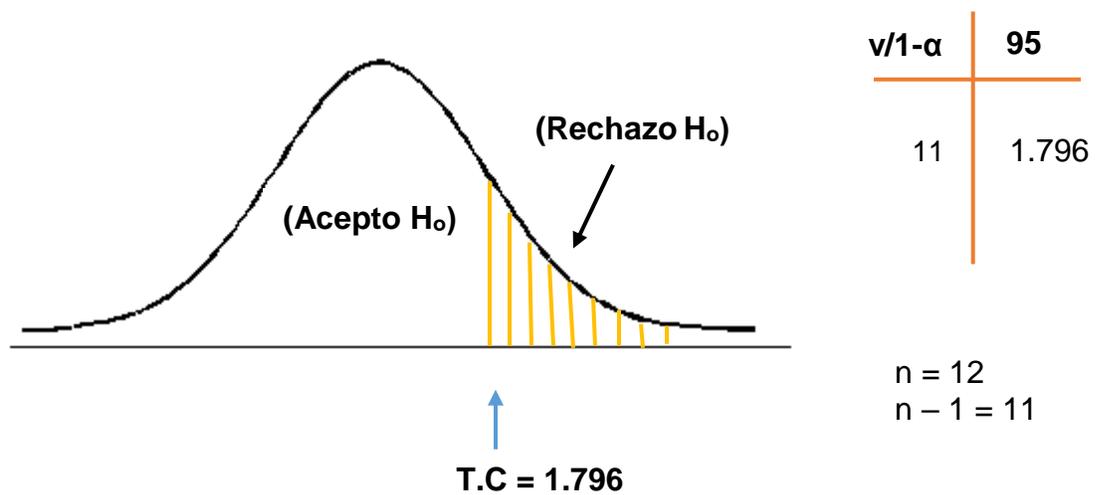
\bar{X} : Media maestra

μ : Media población hipotética

S: Desviación estándar de la muestra

n: Numero de observaciones en la muestra

Para hallar el valor crítico de “t”, se tomará de la tabla de distribución de T de Student, (se adjunta en el Anexo N°05); obteniendo $T_c = 1.796$



En la tabla 68, se muestra los resultados de rotura de la resistencia a la compresión de cada muestra que ha sido sometida por el laboratorio a la edad de los 28 días de curados.

Tabla 68. Resultado de la rotura de las muestras durante la edad de 28 días.

Muestra	Patrón	4% ceniza	9% ceniza	14% ceniza
	214.2	221.0	230.5	265.0
	214.8	223.7	232.5	268.0
	213.1	223.0	231.8	267.4
Promedio	214.03	222.6	231.6	266.8

Fuente. Elaboración propia, 2020

\bar{x}	μ	s	n
233.75	214.03	20.98	12

$$T_p = \frac{X - \mu}{s/\sqrt{n}} = \frac{233.75 - 214.03}{(20.986/\sqrt{12})} = 3.2550$$

Decision:

Se rechaza la Hipótesis nula (H_0)

Conclusion:

No se puede afirmar que el rendimiento promedio de la resistencia a compresión empleando la ceniza de tusa de maíz en porcentaje de 4%, 9% y 14% al mortero en peso de cemento, es igual al 214.03 Kg/cm² con un nivel de significancia de ($\alpha=5\%$).

d) Análisis de validación estadística de la resistencia a compresión axila (pilas) a la edad de los 28 días con el porcentaje de 14% empleando ceniza de tusa de maíz al mortero

❖ **Hipótesis nula:**

H₀: $\mu = a$ la resistencia patrón 32.92 Kg/cm² (mantiene su misma resistencia con el 14% de ceniza de tusa de maíz).

❖ **Hipótesis alterna:**

H₁: $\mu > a$ la resistencia patrón 32.93 Kg/cm² (el 14% de ceniza de tusa de maíz supera la resistencia).

❖ **Nivel de significancia:**

- $\alpha = 5\%$

❖ **Nivel de confianza:**

- 95%

❖ **Selección del estadístico de prueba:**

Para este trabajo de investigación se utilizó el estadístico de prueba de la distribución T de Student, por lo que la muestra es ≤ 30 , ya que en esta investigación obtiene una cantidad de 6 muestras para los 28 días de edades. A continuación, se muestra la fórmula que será utilizada para la prueba estadística.

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

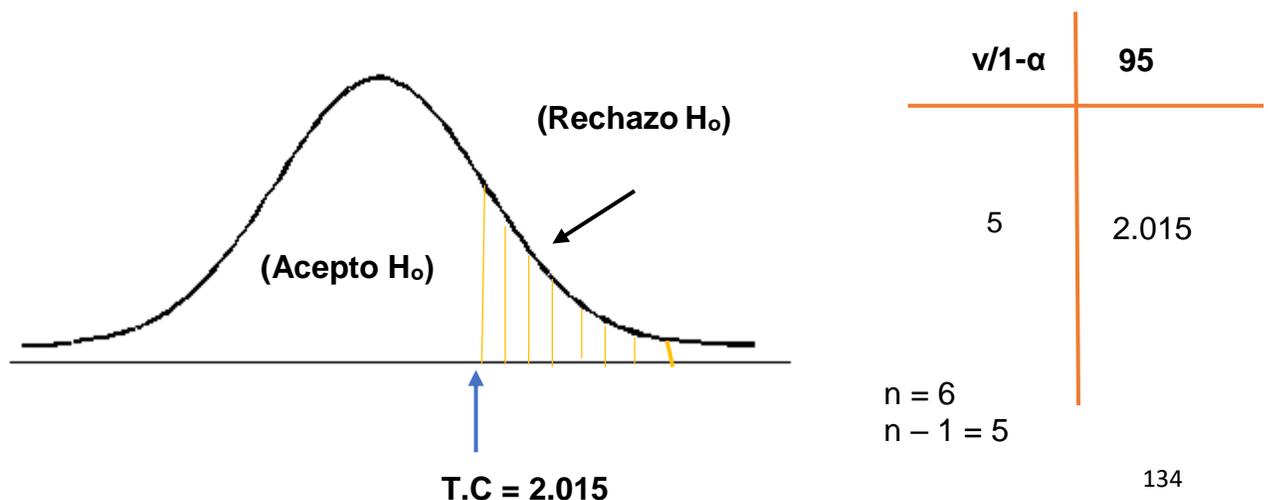
\bar{X} : Media maestra

μ : Media población hipotética

S: Desviación estándar de la muestra

n: Numero de observaciones en la muestra

Para hallar el valor crítico de "t", se tomará de la tabla de distribución de T de Student que se adjunta en el anexo 05, obteniendo $T_c = 2.015$



En la tabla 69, se muestra los resultados de rotura de la resistencia a la compresión axial (pilas) de cada muestra que ha sido sometida por el laboratorio a la edad de los 28 días.

Tabla 69. Resultado de la rotura de las pilas durante la edad de 28 días.

	Patrón	4% ceniza
Muestra	35.9	39.9
	32.0	36.6
	31.0	32.7
Promedio	32.96	36.4

Fuente. Elaboración propia, 2020

\bar{x}	μ	s	n
36.4	32.92	3.37	6

$$T_p = \frac{X - \mu}{s/\sqrt{n}} = \frac{36.4 - 32.92}{(3.37/\sqrt{6})} = 2.529$$

 **Discusión:**

Se rechaza la Hipótesis nula (H_0).

 **Conclusión:**

No se puede afirmar que el rendimiento promedio de la resistencia axial (pilas) empleando la ceniza de tusa de maíz en porcentaje de 14% al mortero en peso de cemento, es igual al 32.92 Kg/cm² con un nivel de significancia de ($\alpha=5\%$).

V. DISCUSIÓN

1. Los resultados obtenidos del ensayo químico de la ceniza de tusa de maíz no concuerdan con la teoría de los antecedentes; tal como detalla el autor Bocanegra (2018) en su tesis titulada “Sustitución de 5 y 10% de cemento por ceniza de tusa de maíz en la resistencia a la compresión de un mortero” donde determina la resistencia de compresión de su mortero en porcentajes de 5 y 10% empleando su ceniza de tusa de maíz, se observó que su componente de SiO_2 más el Fe_2O_3 alcanza un 40.184 % (no indica el componente del Al_2O_3); por ello basándonos a la Norma C618-19 donde establece que como requisito fundamental debe obtener un 70.00 % mínimo para ser recién aplicada, determinamos que no cumple con lo establecido ya que no se realizó un proceso adecuado de calcinación de la ceniza; en cambio en esta investigación se obtuvieron buenos resultados en el ensayo de las composiciones químicas cumpliendo tal cual indica la Norma ASTM C618-19.
2. En la investigación que realizaron Lencinas e Incahuanuco (2017) en su tesis titulada “Evaluación de mezclas de concreto con adiciones de ceniza de paja de trigo como sustituto en porcentaje del cemento portland puzolánico en la zona altiplánica”, se utilizó la ceniza de paja de trigo para ser empleado en el concreto en remplazo del peso del cemento portland puzolánico en los porcentajes de 2.5%, 5%, 7.5% y 10% donde analizaron los componentes químicos de su ceniza de paja de trigo; obteniendo resultados favorables de 75% tanto el SiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O_3 como indica la norma ASTM C 618-19 y posteriormente determinaron los resultados del ensayo de la resistencia a la compresión a las edades de 7, 14 y 28 días ; lo cual no obtuvo buenos resultados ya que a mayor edad de rotura iba disminuyendo sus resultados, de una manera decreciente, esto se debe a que ellos no han realizado el tamizado de la ceniza.

La norma ACI 232-1R nos informa que para obtener buenos resultados y cuya ceniza sea apta para ser empleado en el mortero se debe realizar el tamizado de la ceniza ya que a más finura, mejores resultados obtendrá; por lo contrario

la tesis ya mencionada no cumplió con lo requerido; cabe precisar que nuestra presente investigación obtuvo buenos resultados a la edad de 28 días, de una manera creciente en todas las edades a comparación de nuestro mortero patrón; esto se determinó ya que nuestra ceniza fue tamizada por la malla #200 tal cual se detalló en los procedimientos como también en las conclusiones.

3. Según los resultados obtenidos de la ceniza de tusa de maíz en esta investigación, al ser incorporado al mortero aumenta la resistencia a la compresión superando al mortero patrón y al ser un material puzolánico se obtiene mejores resultados a mayor adición de ceniza de tusa de maíz.; sin embargo, en la investigación de los antecedentes de Castaño y Trigos (2017) en su tesis titulada “Diseño estructural participativo con desechos orgánicos, una alternativa panameña para Colombia” define la cantidad del 10% para la implementación de cascarilla de arroz en morteros de mampostería donde no tuvieron buenos resultados en busca a la resistencia de comprensión por motivo de que no se realizó el proceso de calcinación de éstas cascarillas; ya que se sabe que al ser calcinado activa sus propiedades y es óptimo para ser empleada en el mortero.

Esto se debe a que estos materiales deben ser calcinado a una temperatura de 900 °C tal cual se realizó en esta presente investigación; donde detalla que al ser llevado a dicha temperatura se activarán las vítreas esféricas o huevas y así convertirse en un material cementante y es por ello que se obtienen buenos resultados en las composiciones químicas lo cual es apto para emplearse y obtener una máxima resistencia a la compresión así como lo detalla los resultados de este proyecto ya mencionado que mejora la resistencia a la compresión de nuestro mortero patrón porque se realizó el procedimiento adecuado con el más mínimo detalle tal cual lo establece la norma.

4. En la investigación de Chicaiza (2017) en su tesis titulada “Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre bloques tradicionales y bloques elaborado con poliestireno expandido granular y bloque elaborados con tusa de maíz triturado con sustitución parcial del agregado grueso” donde determina el análisis de la resistencia de compresión de los bloques tradicionales y bloques experimentales, se utilizó la tusa de maíz triturado para la fabricación de los bloques añadiendo dicho material en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 25% y 50%; lo cual no tuvo buenos resultados a partir del 10% empleando la tusa de maíz triturado; la cual no supera la resistencia a la compresión de su bloque tradicional.

Esto se debe a que la ceniza tiene que pasar por el proceso de calcinación y mientras más fino es, mayor será los resultados; cabe demostrar que en este proyecto de investigación se determinó los resultados óptimos porque la ceniza fue tamizado por la malla #200, luego pasó por el proceso adecuado de calcinación en la mufla y posteriormente por un enfriamiento brusco para que así se activen sus componentes químicos; tal cual se detalla en este proyecto de investigación cumpliendo con los requisitos establecidos por Norma ASTM C618-19 y así obtener un material puzolánico.

5. En la investigación de Barón (2017) en su tesis titulada “Evaluación del tamaño de partículas y porcentaje de sustentación óptimo de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la variación de la resistencia de un mortero sostenible”, el autor utiliza la ceniza del bagazo de caña de azúcar en porcentaje de 10%, 15%, 20% y 25% en remplazo con respecto al peso del cemento, dicha ceniza alcanzó más de 90% en SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃ indicando que ha sido analizado por el laboratorio químico por el método de fluorescencia de rayos X. Está cumpliendo los porcentajes establecidos de los componentes químicos tal como indica la norma ASTM C 618-19, así mismo la ceniza de tusa de maíz de esta presente investigación también cumplió el requisito mínimo del 70% como indica la norma ya mencionada.

El autor cumplió con el correcto tamizado de su ceniza, lo cual lo realizó en dos grupos; el primero fue la ceniza de bagazo de caña de azúcar tamizado por la malla N°100 y el segundo grupo fue la ceniza tamizado por la malla N°200; donde determinó la resistencia a la compresión con los cuatro porcentajes ya mencionados; dicho ensayo demostró que su ceniza que fue pasado por la malla N°100 no supera en la resistencia a la compresión comparado con la ceniza que fue pasado por la malla N°200, puesto que como se mencionó anteriormente mientras más fina sea la ceniza, mejores resultados se obtendrán; por lo contrario nuestra ceniza de tusa de maíz fue tamizado correctamente y por ende se obtuvo resultados resaltantes. Como también concluyó que a partir del incremento del 25% de ceniza no obtiene resultados favorables en comparación de su patrón y sus otros tres porcentajes estudiados; esto se debe a que al ser sustituido un porcentaje elevado como es del 25% debe ser tamizado por una malla mayor ya que de acuerdo a la norma ACI 232-1R si se va usar más de 20% de ceniza debería ser tamizado por la malla N°325 para tener mayor resistencia a la compresión. En nuestro proyecto de investigación hemos considerado hasta el 14% máximo de ceniza de tusa de maíz para ser sustituido con respecto al peso del cemento; por esa razón solo hemos utilizado la malla N°200.

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la aplicación de ceniza de tusa de maíz mediante un procedimiento correcto de calcinación de estas tusas, influye de manera positiva en el mortero experimental en los porcentajes de 4%, 9% y 14%; a su vez la ceniza de tusa de maíz cumple con los requisitos químicos que establece la norma ASTM C618-19 siendo un material favorable para la mezcla del mortero ya que se empleó como sustitución con respecto al peso del cemento.
2. 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, dado que:
 - Para una sustitución de un mortero a la edad de 7 días incrementó su resistencia patrón de 156.9 Kg/cm^2 a 159.9 Kg/cm^2 , 161.2 Kg/cm^2 , 163.1 Kg/cm^2 en 4%, 9% y 14 % respectivamente; obteniendo la incrementación en un 4% más alta que la resistencia del mortero patrón.
 - Para un mortero sustituido con ceniza de tusa de maíz a la edad de 14 días incrementó su resistencia patrón de 202 kg/cm^2 a 204.4 Kg/cm^2 , 206.2 Kg/cm^2 , 210 Kg/cm^2 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^2 a 222.6 Kg/cm^2 , 231.6 Kg/cm^2 , 266.8 Kg/cm^2 en 4%, 9% y 14% respectivamente; obteniendo la incrementación en un 25% más alta que la resistencia del mortero patrón.

3. Se determinó que la aplicación de la ceniza de tusa de maíz obtuvo resultados óptimos en nuestra dosificación de mezcla ya que al ser sustituido con respecto al peso del cemento está generando buena resistencia a la compresión tal como se detalla en los resultados.

4. Se determinó que la aplicación de la ceniza de tusa de maíz influye de manera positiva en las propiedades en estado plástico ya que obtuvo como resultado en la mezcla patrón un porcentaje de fluidez de 114%; como a su vez en la mezcla experimental obtuvo el resultado de 113.4%, 109.4% y 104.6% en los porcentajes de 4%, 9% y 14% respectivamente. Lo cual se determina que se encuentra dentro del rango de una fluidez de 105-115% como establece la NTP 334.051 que indica para pega de mampostería.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda antes de realizar el proceso de calcinación de la ceniza; tenerlas limpias sin ningunas partículas extrañas que se adhieren en ellas; deben estar secadas por completo a la luz del día.
2. Se es necesario tamizar la ceniza de tusa de maíz por la malla N# 200 ya que a mayor finura tendrá mayores resultados en la aplicación, tal como lo establece la norma ASTM C 618-19.
3. Se recomienda pasar la ceniza de tusa de maíz por un proceso de calcinación de una manera correcta, llegando a una temperatura de 900 °C por dos horas, posteriormente ser pasado por un enfriamiento brusco para que así no perder las vítreas que es fundamental para ser convertido en un material puzolánico.
4. Se recomienda analizar porcentajes de ceniza de tusa de maíz mayor al 14%, ya que en este porcentaje como en los otros ya mencionados se obtuvo una resistencia a la compresión mayor a la del mortero patrón. En porcentajes mayores al 14% se podría obtener mejores resultados de resistencia a la compresión; puesto que mediante los estudios detallados se determina que, a mayor sustitución de ceniza de tusa de maíz, mejores resultados se obtendrán.
5. Para futuros tesisistas se recomienda realizar los ensayos de muretes a compresión diagonal, para analizar el comportamiento del mortero sustituido con ceniza de tusa de maíz con respecto al peso del cemento portland Tipo I.

REFERENCIAS

1. ABANTO, Flavio. Análisis y diseño de edificaciones de albañilería. Lima: San Marcos Edición, 2014. 312 pp.
ISBN: 9789972382604
2. AGUILA, Idalberto y SOSA, Milena. Evaluación físico químico de ceniza de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezcla de mortero, como materiales puzolánicos. Editorial: Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V. vol. 23 n°4, Caracas, Venezuela, 2008. 62 pp.
3. AGUDELO, Angie y ESPINOZA, Bryan. Análisis de la resistencia a la compresión de mezcla de concreto con adición de ceniza volante de termopiapa. Tesis (título de ingeniero civil) Colombia: Universidad Católica de Colombia, 2017. 38 pp.
4. ARIAS, Fidias. El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica. Caracas: Episteme, 2012. 146 pp.
ISBN: 9800785299
5. ARCATA, Gabriel. Mortero en la construcción. Recuperado de: <https://prezi.com/login/?next=/fxmld21rcxys/morteros/>, 2014.
6. ASTM Designation: C 270 “Standard specification for mortar for unit masonry”. 2019.
7. ASTM Designation: C 618-19 “Standard specification for coal fly ash and raw 02 calcined natural pozzolan for use in concrete”. 2019.
8. ASTM Designation: C 33-08 “Historical standard: Especificación normalizada de agregados para concreto”. 2008.

9. ASTM Designation: C 144 “Specification for Aggregate for Masonry Mortar”. 2018.
10. ASTM Designation: C1437 “Standard test Method for flow of Hydraulic Cement Mortar”. 2020.
11. ASTM Designation: C 109-20b “Método de prueba para resistencia a la compresión de mortero de cemento hidráulico (utilizando especímenes cúbicos de 2 in. O 50 mm).
12. ASTM Designation: C 128-04 “Historical Standard: Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, la densidad relativa y la absorción de agregado finos”. 2004.
13. BARON, Ámbar. Evaluación del tamaño de partícula y porcentaje de sustitución óptimo de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la variación de la resistencia de un mortero sostenible. Tesis (título de ingeniero civil) Colombia: Universidad La Gran Colombia, 2017. 94pp.
14. BOCANEGRA, Cesar. Sustitución de 5 y 10% de cemento por ceniza de tusa de maíz en la resistencia a la compresión de un mortero. Tesis (título de ingeniero civil) Chimbote: Universidad san Pedro, 2018, 25 pp.
15. BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Lima: [s.n.], 2012. 38 pp.
16. CASTAÑO, Iván y TRIGOS, Diana. Diseño estructural participativo con desechos orgánicos, una alternativa panameña para Colombia. Tesis (título de ingeniero civil) Colombia: Universidad Católica de Colombia, 2017. 67pp.

17. CHACHI, Zoraida. Análisis de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo parcialmente el cemento portland por cenizas de rastrojo de maíz. Tesis (título de ingeniero civil) Tarma: Universidad Católica, 2019. 197pp.
18. Chengzhi Z., Aiqin W., Mingshu T., and Xiaoyu L. (1996). The filling role of pozzolanic material. *Cement and Concrete Research*, Vol. 26, No. 6, 943–947.
19. CHICAIZA, Verónica. Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre bloques tradicionales y bloques elaborados con poliestireno expandido granular y bloques elaborados con tusa de maíz triturado como sustituto parcial del agregado grueso. Tesis (título de ingeniero civil) Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2017. 173pp.
20. Collepardi, M., and Biagini, S. Effect of water/cement ratio, pozzolanic addition and curing time on chloride penetration into concrete. 1989.ERMC, 89.
21. CUBAS, Jorge. Mejoramiento del Concreto $f'c$ 210 kg/cm² y mortero 1:5 adicionando aditivos Chema, distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad. Tesis (título de ingeniero civil) Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2019. 21pp.
22. GALICIA, Mónica y VELASQUEZ, Marco. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionando con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y vicho con respecto a un concreto patrón de calidad $f'c=201$ kg/cm². Tesis (título de ingeniero civil) Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2016, 38pp.
23. HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos, y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. DE C.V., 2014. 634 pp.
ISBN: 9781456223960

24. HE, Huan, COURARD, Lue, PIRARD, Eric and MICHEL Frederic. Shape analysis Of fine aggregates used for concrete, 1 College of Architecture and Civil Engineering, Beijing University of Technology, 2016.
ISSN: 1580-3139
25. LENCINAS, Fredd y INCAHUANACO, Becker. Evaluación de mezclas de concreto con adiciones de ceniza de paja de trigo como sustituto en porcentaje del cemento portland puzolanico IP en la zona altiplánica. Tesis (título de ingeniero civil) Puno: Universidad Nacional del Altiplano Puno, 2017. 175pp.
26. NTP 334.009.2013. CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos. 5ª. Ed. R. 2013-CRT-INDECOPI.
27. NTP 334.051.2006. CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado. 4ª. Ed. R. 2006/CRT-INDECOPI.
28. NTP 400.012. (2006). Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global
29. NTP 400.037. (2006). Agregado para concreto y requerimiento.
30. NTP 400.022. (2002). Método De Ensayo Normalizado Para Peso Específico Y Absorción Del Agregado Fino.
31. NTP 400.043. (2006). Práctica Normalizada Para Reducir Las Muestras De Agregados A Tamaño De Ensayo.
32. NTP 334.051. (1998). Metodo para determinar la resistencia a la compresión de mortero de cemento portland cubos 50 mm de lado.
33. NTP 400.011. (2008). Definición Y Clasificación De Agregados.

- 34.NTP 339.183. (2009). Práctica Normalizada Para El Curado De Especímenes De Hormigón (Concreto) En El Laboratorio.
- 35.NTP 339.183. (2009). Mezclado, Muestreo Y Elaboración De Especímenes En Laboratorio.
- 36.NTP 339.088. (2006). Agua De Mezcla Utilizada En La Producción De Concreto De Cemento Portland. Requisitos.
- 37.NTP 334.057. (2002). CEMENTO. Método de ensayo para determinar la fluidez de mortero de cemento portland.
- 38.NTP 399. 605. (2013). UNIDAD DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.
- 39.NTP 339.610. (2003). UNIDAD DE ALBAÑILIRIA. Especificación normalizada para morteros.
- 40.LLATAS, Leslyth. Estudio técnico-económico de mezclas de concreto de resistencias $f'c=175, 210, 280 \text{ kg/cm}^2$, empleando cementos portland tipo I, en el distrito de Comas - 2019. Tesis (título de ingeniero civil) Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2019, 13pp.
- 41.PASQUEL, Enrique. Tópicos de Tecnología de Concreto. 2da. Ed. Lima: [s.n.], 1998. 399pp.
- 42.RODRÍGUEZ, Hugo. Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural. Tesis (título de ingeniero civil) Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017. 207pp.

43. SÁNCHEZ, Diego. Tecnología del concreto y del mortero. Colombia: Bhandar Editores LTDA, 2001. 349pp.
ISBN: 9589247040.
44. SÁENZ, Miluska. Influencia del espesor de la junta de mortero en la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería. Tesis (título de ingeniero civil) Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2016. 167pp.
45. SEVILLANO, Marco. Efecto de la sustitución del 15% del cemento por una combinación de ceniza de tusa de maíz al 10% y vidrio molido al 5% en la resistencia de un ladrillo de concreto 175 kg/cm². Tesis (título de ingeniero civil) Chimbote: Universidad san Pedro, 2016. 26pp.
46. TAM, Jorge, VERA, Giovanna, OLIVEROS, Ricardo. Tipos, métodos y estrategias de investigación científica. Lima: [s.n.], 2018. 154pp.
47. VAYSBURD, Alexander, BISSONNETTE, Benoit, GARBACZ, Andrzej and COURARD, Luc. Specifying Concrete repair Materials, Materiały budowlane, 2016. 45pp.
ISSN: 0137-2971
48. ZAVALA, Beatriz. Análisis de la resistencia a compresión de un concreto $f'c=210$ Kg/cm² adicionando limalla de acero reciclado respecto al peso del cemento, Lima 2018 Tesis (título ingeniero civil) Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018, 21pp.

ANEXOS

ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 70. Matriz de consistencia.

TÍTULO: APLICACIÓN DE CENIZA DE MAÍZ EN EL MORTERO PARA EL DISEÑO DE MUROS PORTANTES EN LA VIVIENDA UNIFAMILIAR, CARAPONGO - 2020.							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGÍA	
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES		
¿De qué manera influye la aplicación de la ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muro portante en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020?	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.	La aplicación de la ceniza de maíz interviene significativamente en el mortero para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020.	Ceniza de maíz	Porcentaje de ceniza de maíz	4% de ceniza de maíz	DISEÑO METODOLÓGICO: Experimental. TIPO DE INVESTIGACIÓN: Cuantitativa, aplicada. POBLACIÓN: 71.09m2 de muros portantes. MUESTRA: 1m2 de un muro portante. MUESTREO: 36 Unds. De probetas de mortero.	
							9% de ceniza de maíz
							14% de ceniza de maíz
					Dióxido de sílice		
¿Cuáles son los resultados de la aplicación de ceniza de maíz en las propiedades mecánicas para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020?	Determinar los resultados de la aplicación de ceniza de maíz en las propiedades mecánicas para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020	La aplicación de la ceniza de maíz genera resultados positivos en las propiedades mecánicas para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020.		Propiedades químicas	Óxido de aluminio		
					Óxido de hierro		
					Óxido de calcio		
¿Cuáles son los resultados de la aplicación de ceniza de maíz en la dosificación del mortero para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020?	Determinar los resultados de la aplicación de ceniza de maíz en la dosificación del mortero para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020	La aplicación de la ceniza de maíz genera resultados óptimos en la dosificación del mortero para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020.	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES		
			Mortero	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión		
					Dosificación del mortero		Agregado fino
				Cemento Portland Tipo I			
				Ceniza de maíz			
¿Cómo influye la aplicación de ceniza de maíz en las propiedades en estado plástico para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020?	Determinar la influencia de la aplicación de ceniza de maíz en las propiedades en estado plástico para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020	La aplicación de la ceniza de maíz influye de manera positiva en las propiedades en estado plástico para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020.		Propiedades en estado plástico	Agua potable		
					Ensayo de fluidez		

ANEXO N°2

ENSAYOS REALIZADOS SEGÚN LA NORMA

✓ **Visita a la cantera para la obtención del agregado fino.**

Se obtuvo el agregado fino de la cantera Minería - La Gloria para poder elaborar nuestras probetas de cubos de mortero, donde posteriormente será analizada mediante su ensayo granulométrico.



Figura 57. Visita a la cantera.

La figura 57, fue tomada a las afueras de la cantera por motivo de restricción a tomas fotográficas por parte de la entidad y del ingeniero a cargo.

✓ **Ensayo del Análisis Granulométrico del Agregado fino (NTP 400.012)**

Obtener una muestra de agregado fino, que debe estar secada a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y posterior pesarla, tal como se muestra en la figura 58.



Figura 58. Peso de la muestra de la arena gruesa.

Posteriormente colocar los tamaños de tamices de orden decreciente como se muestra en la figura 59 (desde la N°3/8 hasta la N°100) y luego colocar la muestra sobre el tamiz superior. Se agita los tamices manualmente durante un tiempo determinado.



Figura 59. Tamices de 3/8 a N°100 para la arena gruesa.

Mediante una balanza con aproximación de 0.1 gr y sensibilidad de 0.1%, pesar el contenido de cada malla (previamente o posteriormente se debe pesar los tamices sin material, para obtener el peso de la muestra). Tal como se detalla en la figura 60, a continuación:



Figura 60. Peso retenido de cada malla de la muestra de la arena gruesa.

Finalmente teniendo todos los pesos retenidos de cada malla se procedió a calcular el módulo de finura del agregado fino (arena gruesa).

- ✓ **Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados (NTP 400.017)**

- **Peso Unitario Suelto**

Se debe cuartear el agregado fino tal como se muestra en la figura 61 y posterior a ello llenar una parte en el recipiente de acuerdo a la norma como se muestra en la figura 62; hasta el reboce con una pala al aire libre a una altura de 50mm sobre el borde superior del recipiente, y posteriormente se nivelará con una espátula de tal manera que las partículas de los agregados equilibren los vacíos.



Figura 61. Cuarteo del agregado fino.



Figura 62. Llenado del agregado al aire libre de 5cm.

Se determinará la masa del recipiente adicionado su contenido; como a su vez la masa del recipiente vacío y calcular el volumen; posteriormente registrar con exactitud los valores.

El procedimiento se debe repetir 3 veces como mínimo, y así poder verificar una variación menor del 1%.

- **Peso Unitario Compactado**

Se debe cuartear el agregado fino y llenar una parte en el tercio del total del recipiente de acuerdo a la norma a una altura de 50mm sobre el borde superior del recipiente, posteriormente apisonar la capa del agregado fino con 25 golpes mediante una varilla de acero de punta cilíndrica de 5/8" de diámetro a una manera uniforme, tal como se muestra en la figura 63; luego llenar el recipiente a dos tercios del total y consecutivamente apisonar.



Figura 63. Compactado del peso unitario.

Finalmente llenar el recipiente hasta el nivel límite y realizar el mismo procedimiento de apisonado. Enrazar la superficie con la varilla o una espátula como se muestra en la figura 64 para luego pesar la muestra dentro del molde.



Figura 64. Enrazar el agregado fino.

El procedimiento de compactar y pesar el agregado tal cual se detalló anteriormente, se debe repetir mínimo 3 veces; verificando una variación menor de 1%; y con ello determinar la masa del recipiente vacío; como también la masa del recipiente adicionado la muestra con exactitud. A continuación en la figura 65, se puede apreciar el peso unitario compactado del agredo fino.

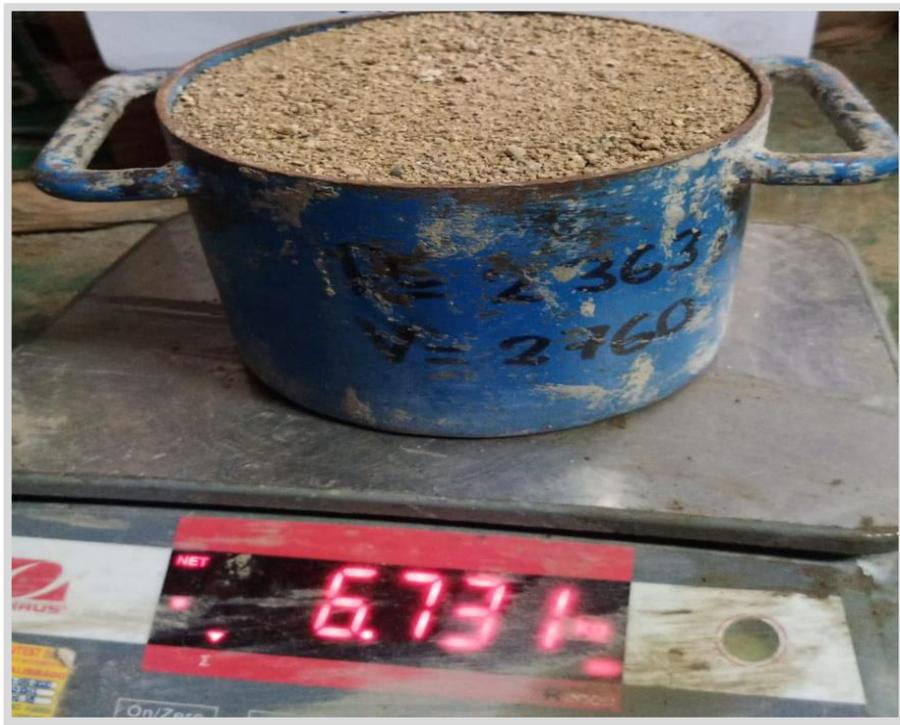


Figura 65. Peso del agregado suelto compactado

- ✓ **Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino (NTP 400.022)**

Se realiza la preparación de la muestra de ensayo por cuarteo (consiste en tomar una muestra representativa alterna del material). Colocar la muestra de ensayo en el recipiente y ser secada en la estufa a una temperatura de 110°C tal como se muestra en la figura 66; posteriormente dejar que se enfríe a unos 50 °C para así sumergirlo en agua y dejarlo saturando por un mínimo de 24 horas.



Figura 66. Secado de la arena gruesa.

Luego la muestra se coloca sobre el recipiente; en la figura 67 se observa que se utilizó el cono para ser relleno con tres capas compactando a 25 golpes con el pisón, posteriormente levantarlo hasta que se derrumbe una cantidad considerable y que sea aceptable como lo establece la norma. Esto demostrará que el agregado fino alcanzó su condición saturada.



Figura 67. Compactado de la arena gruesa para determinar el peso de absorción.



Figura 68. Determinación del peso específico de la arena gruesa

Después obtenemos el picnómetro (lo pesamos para determinar la masa del instrumento vacío) que será llenado con agua hasta la marca de calibración y colocamos la muestra de 500 gr del agregado fino saturado como lo establece la norma (haciendo uso del embudo) y colocamos agua hasta el 90% aproximadamente como se observa en la figura 69.

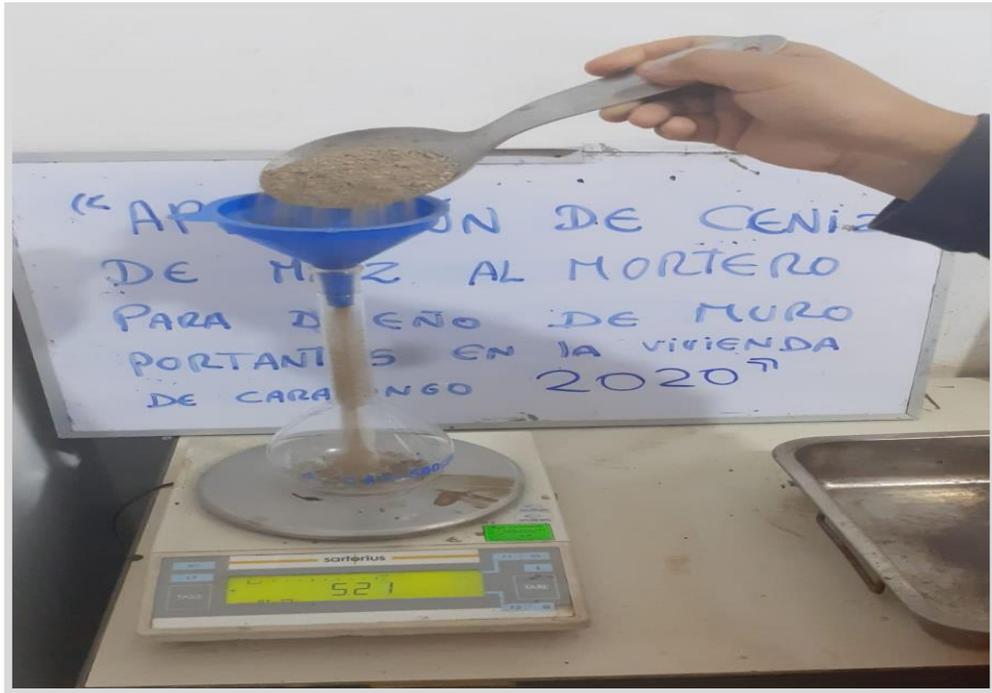


Figura 69. Peso específico de la arena gruesa.

Posteriormente agitar el picnómetro con la muestra manualmente para poder eliminar las burbujas de aire (aproximadamente de 15 a 20 minutos). Pesar la masa del picnómetro con el agregado más el agua.

Retirar el agregado fino del picnómetro y seguido hacer secar en el horno a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta peso constante y obtenga su peso seco.

✓ **Método de ensayo para determinar la fluidez del mortero en Cemento Portland (NTP 334.057)**

Se debe secar y limpiar la mesa de flujo colocando a su vez el molde en el centro, posteriormente se vierte la muestra del mortero del cual se desea analizar su fluidez en el molde de 25mm y se es apisonado con 20 golpes mediante el compactador de manera uniforme. Luego para una segunda capa de mortero se llena el molde totalmente y es apisonado de la misma manera que la primera capa.

Se retira el exceso de la muestra de mortero de la capa superior del molde por medio de una espátula y es alisada mediante un movimiento horizontal de corte con dicho material. En la figura 70, se está realizando el ensayo para determinar la fluidez del mortero experimental.



Figura 70. Muestra en la mesa de flujo.

Una vez llenado el molde se debe limpiar y secar la mesa con un especial cuidado de secar el agua que se haya derramado a su alrededor; luego de un minuto de la operación de mezcla se retira el molde mediante un movimiento vertical y se deja caer la plataforma a una altura de 12.7mm; se golpea 25 veces durante 15 segundos. En la figura 71, se muestra la masa extendida después de realizar los 25 golpes, de esta forma se procede a calcular los datos a medir el diámetro del mortero sobre las cuatro líneas marcadas en la plataforma de la mesa anotando cada diámetro.



Figura 71. Determinación de las dimensiones de la muestra.

- ✓ **Método para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland en cubos de 50mm de lado (NTP 334.051) (ASTM C109-20b)**

Los cubos de mortero empleados fueron de la medida de dos pulgadas o [50 mm] tal como lo establece la norma; lo cual se compactaron apisonándolos en 4 capas con un total de 32 golpes uniformemente a un tiempo de 10 segundos. Los cubos se curan un día en los moldes y al día siguiente se desmota sumergiéndolo en agua hasta que cumpla los 7 días; 14 días y 28 días para determinar la resistencia a la compresión. En la figura 72 y 73, se observa los moldes llenos con la mezcla de mortero para sus respectivos curados; puesto que serán utilizados en este presente proyecto de investigación.

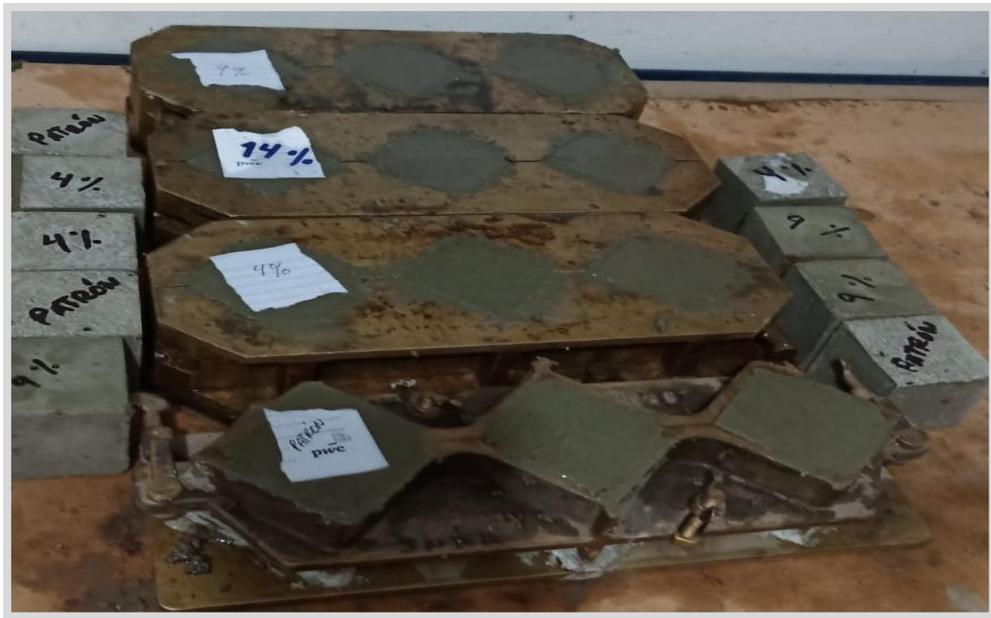


Figura 72. Mortero patrón y morteros experimentales de 4%, 9% y 14%.

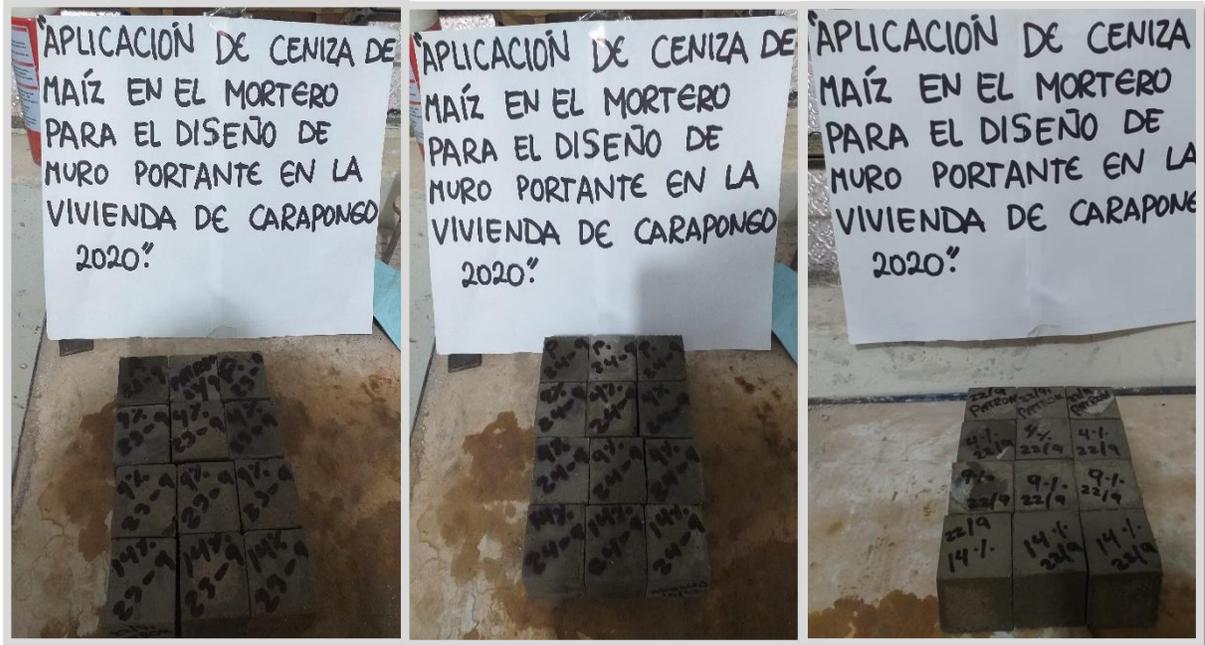


Figura 73. Cubos de mortero para los 7, 14 y 28 días.

En la figura 74, se puede apreciar que se realizó la rotura a la edad de 7 días del mortero patrón conjuntamente con el mortero experimental y poder determinar su resistencia a la compresión.



Figura 74. Rotura a los 7 días.

- ✓ **Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería (399 605).**

Para la elaboración de nuestros especímenes de pilas se realiza con la obtención del ladrillo King Kong – 18 huecos y el mortero diseñado; en esta presente investigación se realizó con juntas de 1.5 cm del mortero patrón y juntas con mortero experimental del 14% de ceniza de tusa de maíz.; así como se aprecia en la figura 75 y 76.



Figura 75. Pilas patrón.



Figura 76. Pilas experimentales.

La unidad de albañilería es regada por media hora aproximadamente antes de la construcción de las pilas y al momento de la construcción se debe contar con un nivel y plomada tal como lo estipula la norma; se debe asentar una sobre otra manteniendo las superficies limpias y presionándola verticalmente. Posterior a ello se debe realizar el capeado inferior y superior; el cual en este caso se realizó con yeso para así poder evitar problemas por falta de resistencia ante un recubrimiento reciente.; no debe exceder de 3mm tal como lo detalla la NTP 399 605.

Las pilas elaboradas constan de tres unidades de albañilería y se realizó tres muestras tanto para el patrón como el experimental para determinar su óptimo resultado a la resistencia a la compresión axial con un grado alto de confiabilidad; cuyas pilas deben ser almacenadas a una temperatura ambiente.



Figura 77. Pilas experimentales y pilas patrón aptas para la resistencia a compresión axial.

La NTP 399 605 establece que el ensayo de pilas debe realizarse no menor a los 14 días, por lo que hemos ensayado a la edad de los 28 días obteniendo un resultado verídico.

Antes de realizar el ensayo a compresión axial (28 días) las pilas fueron medidas (altura, ancho y largo) y poder determinar su factor de corrección de $f'm$ por esbeltez tomada de la Norma E070 de albañilería; luego se procede a limpiarlas para eliminar el polvo fino que se encuentre adherido o posible residuos de otros ensayos y poder ser colocada a la máquina de ensayo. De la misma manera se ejecuta el procedimiento para las pilas restantes.



Figura 78. Ensayo de pilas a compresión axial a la edad de 28 días.

ANEXO N°3

CERTIFICADOS DE LOS RESULTADOS DE CADA ENSAYO DEL LABORATORIO

3.1 "Ensayo de Composición de Óxidos – Fluorescencia de Rayos X"



SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS
QUÍMICOS S.A.C. SLAB

INFORME DE ENSAYO

IE-160920-01

1. DATOS DEL CLIENTE

Cliente : De los santos Vargas, Juan Nicolás
Tello Loarte, Eveli
Institución : Universidad Cesar Vallejo
Tesis : Aplicación de Ceniza de Maíz en el mortero para el diseño de muro portante en la vivienda de Carapongo 2020.

2. FECHAS

Inicio : 17 de Setiembre de 2020
Finalización : 21 de Setiembre de 2020
Emisión de informe : 21 de Setiembre de 2020

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

Temperatura : 22.4 °C
Humedad Relativa : 52.8 %

4. ENSAYO SOLICITADO Y NORMA UTILIZADA

Ensayo solicitado : Composición de Óxidos
Método utilizado : Fluorescencia de rayos X por energía dispersiva

5. DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Código de Laboratorio	Producto/ Descripción
S-0354	CENIZA DE TUSA DE MAIZ

6. RESULTADOS

6.1 Resultados de parámetros físicos

Parámetro	Metodología	Resultado
SiO ₂ , %		58.82
Al ₂ O ₃ , %		11.25
Fe ₂ O ₃ , %		2.24
K ₂ O, %	EDX Fluorescencia de rayos X por energía dispersiva	4.61
CaO, %		14.68
ZnO, %		0.56
MgO, %		1.16
Na ₂ O, %		0.42
P ₂ O ₅ , %		0.25

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.


DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CGP. 1337

Página 1 de 2

3.2 “Ensayo del peso específico y porcentaje de absorción de la ceniza de tusa de maíz”.



Cel: 980703014 / 947280585
 Fijo: 01 7261346
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJG

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS ASTM C128

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Tello Loarte, Evali/ De los Santos Vargas, Juan Nicolas
TESIS	: "Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda de Carapongo 2020"
UBICACION	: Lima Fecha de ensayo: 18/09/2020

MATERIAL : CENIZA DE MAÍZ **CANTERA** : --

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Ceniza S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	g	663.8	664.5	664.2
2	Peso de la Ceniza S.S.S. + Peso Balon	g	190.9	191.5	191.2
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	472.9	473.0	472.9
4	Peso de la Ceniza Seca al Horno + Peso del Balon	g/cc	187.5	188.3	187.91
5	Peso del Balon N° 2	g/cc	137.5	137.5	137.52
6	Peso de la Ceniza Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	50.0	50.0	50.00
7	Volumen del Balon (V = 500)	cc	497.9	497.9	497.9

RESULTADOS

PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.00	2.01	2.00
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	2.13	2.14	2.14
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-(500-A)])	g/cc	2.31	2.33	2.32
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]	%	6.8	6.6	6.7

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

<p>Elaborado por:</p>	<p>Revisado por:</p> <p style="text-align: center;">JJ GEOTECNIA S.A.C ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210909</p>	<p>Aprobado por:</p> <p style="text-align: center;">JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD</p>
------------------------------	---	---

3.3 "Análisis granulométrico del agregado fino (NTP 400.012)".



Cel: 980703014 / 947280585
 Fijo: 01 7261346
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJG

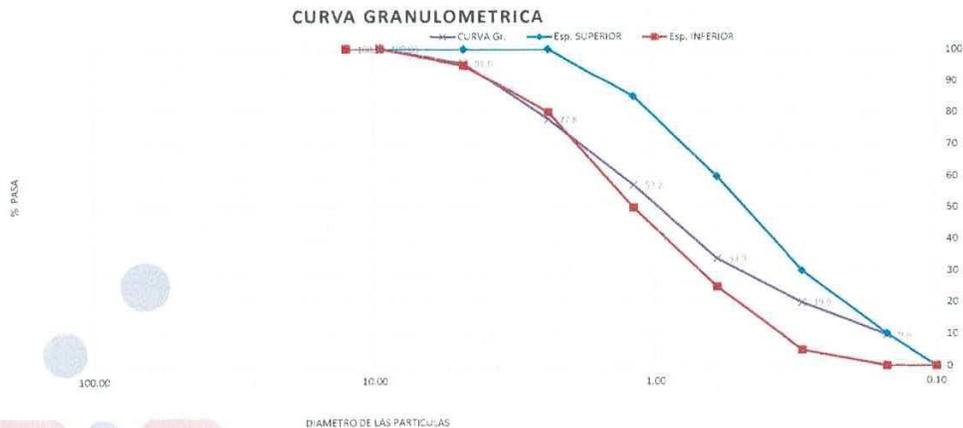
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Tello Loarte, Eveli/ De los Santos Vargas, Juan Nicolas
TESIS	: "Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda de Carapongo 2020"

UBICACIÓN	: Lima	Fecha de ensayo:	18/09/2020
------------------	--------	-------------------------	------------

MATERIAL	: AGREGADO FINO	CANTERA:	TRAPICHE
PESO INICIAL HUMEDO (g)	541.3	% W	= 0.5
PESO INICIAL SECO (g)	536.7	MF	= 3.06

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.76	23.5	4.4	4.4	95.6	95 - 100
Nº8	2.38	95.7	17.8	22.2	77.8	80 - 100
Nº 16	1.19	110.8	20.6	42.8	57.2	50 - 85
Nº 30	0.60	125.4	23.3	66.1	33.9	25 - 60
Nº 50	0.30	75.4	14.0	80.1	19.9	05 - 30
Nº 100	0.15	55.5	10.3	90.4	9.6	0 - 10
FONDO		51.5	9.6	100.0	0.0	0 - 0



OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
---------------------------	--------------------------	--------------------------

3.4 "Ensayo del peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino".



Cel: 980703014 / 947280585
 Fijo: 01 7261346
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJG

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C128

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Tello Loarte, Evel/ De los Santos Vargas, Juan Nicolas
TESIS	: "Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda de Carapongo 2020"
UBICACION	: Lima
	Fecha de ensayo: 18/09/2020

MATERIAL : AGREGADO FINO

CANTERA : TRAPICHE

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	g	979.8	980.4	980.1
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon	g	671.2	671.2	671.2
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	308.6	309.2	308.9
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon	g/cc	669.8	668.4	669.10
5	Peso del Balon N° 2	g/cc	171.2	171.2	171.20
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	493.5	494.3	493.90
7	Volumen del Balon (V = 500)	cc	498.0	498.0	498.0

RESULTADOS

PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.61	2.62	2.61
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	2.64	2.65	2.64
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-(500-A)])	g/cc	2.70	2.70	2.70
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]	%	1.3	1.2	1.2

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S A C ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
--------------------	---	--

3.5 "Ensayo del peso unitario suelto y compactado del agregado fino (ASTM C29)".



Cel: 980703014 / 947280585
 Fijo: 01 7261346
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jigeotecniasac.com

www.jigeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO	Código	FOR-LAB-AG-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJG

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Tello Loarte, Eveli/ De los Santos Vargas, Juan Nicolas
TESIS	: "Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda de Carapongo 2020"
UBICACIÓN	: Lima
Fecha de ensayo:	18/09/2020

MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA : TRAPICHE

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	6480	6478	6473
2	Peso del Molde	g	2383	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4117	4115	4110
4	Volumen del Molde	cc	2780	2760	2780
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.492	1.491	1.489

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.491
-------------------------------	------	-------

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	7212	7243	7235
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4849	4880	4872
4	Volumen del Molde	cc	2780	2760	2780
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.757	1.768	1.765

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.763
-----------------------------------	------	-------

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD
---	--	---

3.6 “Ensayo de la determinación de fluidez de las pastas de mortero”, con un alto grado de confiabilidad.



Cel: 980703014 / 947280585
 Fijo: 01 7261346
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DETERMINACIÓN DE LA FLUIDEZ DE LAS PASTAS DE MORTERO
---	---

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 ASTM C230/ AASTHO T152

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: Tello Loarte, Eveli/ De los Santos Vargas, Juan Nicolas
TESIS	: "Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda de Carapongo 2020"
UBICACIÓN	: Lima
TIPO Y MARCA DE CEMENTO	: SOL TIPO I Fecha de ensayo: 21/09/2020

IDENTIFICACIÓN: PATRÓN			
DIÁMETRO DE FLUIDEZ (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	DIÁMETRO INICIAL (mm)	% DE FLUIDEZ
219.8	217.4	101.6	114.0
217.2			
217.5			
215.1			

IDENTIFICACIÓN: 4%			
DIÁMETRO DE FLUIDEZ (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	DIÁMETRO INICIAL (mm)	% DE FLUIDEZ
216.8	216.6	101.6	113.2
217.1			
216.3			
216.1			

IDENTIFICACIÓN: 9%			
DIÁMETRO DE FLUIDEZ (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	DIÁMETRO INICIAL (mm)	% DE FLUIDEZ
212.1	212.8	101.6	109.4
212.3			
213.1			
213.5			

IDENTIFICACIÓN: 14%			
DIÁMETRO DE FLUIDEZ (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	DIÁMETRO INICIAL (mm)	% DE FLUIDEZ
208.7	207.9	101.6	104.6
208.4			
209.8			
204.6			

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

3.7 "Ensayo del diseño de mezcla del mortero patrón y mortero experimental".



Cel: 980703014 / 947280585
 Fijo: 01 7261346
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	
SOLICITANTE	: Tello Loarte, Eveli/ De los Santos Vargas, Juan Nicolas
TESIS	: "Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda de Carapongo 2020"
UBICACION	: LIMA
	Fecha de ensayo: 20/09/2020

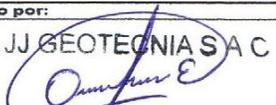
A/C kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.61	3.06	0.5	1.2	1491.0	1763.0
CENIZA DE MAIZ	2.00	1.52	3.7	6.7	1120.0	1469.0

MATERIALES: CEMENTO, AGREGADO FINO, CENIZA Y AGUA							
A)	VALORES DE DISEÑO						
	1 FLUIDEZ				---	pulg	
	2 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL				N4		
	3 RELACION AGUA CEMENTO				0.583		
	4 AGUA				298		
B)	ANALISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO		511.000		Kg/m ³	12.0	
	Volumen absoluto del cemento				0.1638	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Agua				0.2980	m ³ /m ³	
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					0.462	
	Volumen absoluto del Agregado fino				0.5382	m ³ /m ³	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					0.538	
						1.000	
C)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO				511	Kg/m ³	
	AGUA				298	L/m ³	
	AGREGADO FINO				1405	Kg/m ³	
	PESO DE MEZCLA				2214	Kg/m ³	
D)	CORRECCION POR HUMEDAD						
	AGREGADO FINO HUMEDO				1411.8	Kg/m ³	
E)	CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
	AGREGADO FINO				0.70	%	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					Lts/m ³	
						9.8	
						9.8	
						307.8	
						Lts/m ³	
F)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO				511	Kg/m ³	
	AGUA				308	Lts/m ³	
	AGREGADO FINO				1412	Kg/m ³	
	PESO DE MEZCLA				2231	Kg/m ³	
G)	CANTIDAD DE MATERIALES (5 lt.)						
	CEMENTO				2.66	Kg	
	AGUA				1.54	Lts	
	AGREGADO FINO				7.06	Kg	
	PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)					PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
	C	1.0				C	1.0
	A.F	2.78				A.F	2.78
	H2o	25.6				H2o	25.6

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA						
SOLICITANTE : Tello Loarte, Eveli/ De los Santos Vargas, Juan Nicolas						
TESIS : "Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda de Carapongo 2020"						
UBICACIÓN : LIMA		Fecha de ensayo: 20/09/2020				
A/C kg/cm²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.61	3.06	0.5	1.2	1491.0	1763.0
CENIZA DE MAIZ	2.00	1.52	3.7	6.7	1120.0	1469.0
MATERIALES: CEMENTO, AGREGADO FINO, CENIZA Y AGUA						
A)	VALORES DE DISEÑO					
	1	FLUIDEZ		---	pulg	
	2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		N4		
	3	RELACION AGUA CEMENTO		0.583		
	4	AGUA		298		
B)	ANALISIS DE DISEÑO					
	FACTOR CEMENTO		511.000	Kg/m ³	12.0	Bls/m ³
	Volumen absoluto del cemento			0.1638	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Agua			0.2980	m ³ /m ³	
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					0.462
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.5382	m ³ /m ³	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					0.538
						1.000
C)	CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO					
	CEMENTO			491	Kg/m ³	
	AGUA			298	Lit/m ³	
	AGREGADO FINO			1405	Kg/m ³	
	CENIZA DE MAIZ (4% del peso de cemento)			20.4	Kg/m ³	
	PESO DE MEZCLA			2214	Kg/m³	
D)	CORRECCION POR HUMEDAD					
	AGREGADO FINO HUMEDO			1411.8	Kg/m ³	
	CENIZA DE MAIZ (4% del peso de cemento)			21.2	Kg/m ³	
E)	CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS					
	AGREGADO FINO			0.70	Lts/m ³	
	CENIZA DE MAIZ (4% del peso de cemento)			3.00	Lts/m ³	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					10.4
						308.4
F)	CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO					
	CEMENTO			491	Kg/m ³	
	AGUA			308	Lts/m ³	
	AGREGADO FINO			1412	Kg/m ³	
	CENIZA DE MAIZ (4% del peso de cemento)			21	Kg/m ³	
	PESO DE MEZCLA			2232	Kg/m³	
G)	CANTIDAD DE MATERIALES (12 lt.)					
	CEMENTO			5.89	Kg	
	AGUA			3.70	Lts	
	AGREGADO FINO			16.94	Kg	
	CENIZA DE MAIZ (4% del peso de cemento)			0.25	Kg	
	PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)		PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)			
	C	1.0		C	1.0	
	A.F	2.88		A.F	2.90	
	CENIZA	0.04		CENIZA	0.06	
	H2o	26.7		H2o	26.7	
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:		
 JJEOTECNIA S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES		 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG (C4P N° 210906)		 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD MTL GEOTECNIA		
Jefe de Laboratorio		Ingeniero de Suelos y Pavimentos		Control de Calidad MTL GEOTECNIA		

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2016

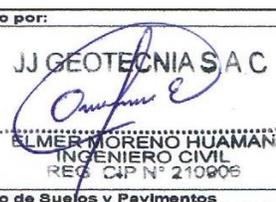
LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	
SOLICITANTE	: Tello Loarte, Eveli/ De los Santos Vargas, Juan Nicolas
TESIS	: "Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda de Carapongo 2020"
UBICACION	: LIMA Fecha de ensayo: 20/09/2020

MATERIAL	A/C kg/cm ²					
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.61	3.06	0.5	1.2	1491.0	1763.0
CENIZA DE MAIZ	2.00	1.52	3.7	6.7	1120.0	1469.0

MATERIALES: CEMENTO, AGREGADO FINO, CENIZA Y AGUA

A) VALORES DE DISEÑO						
1 FLUIDEZ				---	pulg	
2 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL				N4		
3 RELACION AGUA CEMENTO				0.583		
4 AGUA				298		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO	511.000			Kg/m ³	12.0	Bls/m ³
Volumen absoluto del cemento				0.1638	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Agua				0.2980	m ³ /m ³	0.462
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
Volumen absoluto del Agregado fino				0.5382	m ³ /m ³	0.538
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO				465	Kg/m ²	
AGUA				298	L/m ²	
AGREGADO FINO				1405	Kg/m ²	
CENIZA DE MAIZ (9% del peso de cemento)				46.0	Kg/m ²	
PESO DE MEZCLA				2214	Kg/m ²	
D) CORRECCION POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO				1411.8	Kg/m ²	
CENIZA DE MAIZ (9% del peso de cemento)				47.7	Kg/m ²	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO				0.70	Lts/m ²	9.8
CENIZA DE MAIZ (9% del peso de cemento)				3.00	Lts/m ²	1.4
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA						11.2
						309.2 Lts/m ²
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO				465	Kg/m ³	
AGUA				309	Lts/m ³	
AGREGADO FINO				1412	Kg/m ³	
CENIZA DE MAIZ (9% del peso de cemento)				48	Kg/m ³	
G) PESO DE MEZCLA				2234	Kg/m ³	
CANTIDAD DE MATERIALES (12 lt.)						
CEMENTO				5.58	Kg	
AGUA				3.71	Lts	
AGREGADO FINO				16.94	Kg	
CENIZA DE MAIZ (9% del peso de cemento)				0.57	Kg	
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)						
C	1.0					
A.F	3.04					
CENIZA	0.10					
H2o	28.3					
PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)						
C	1.0					
A.F	3.05					
CENIZA	0.14					
H2o	28.3					

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 JJ GEOTECNIA SAC LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	 JJ GEOTECNIA SAC ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	 JJ GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2016

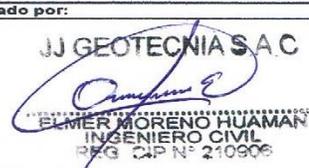
LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO

REFERENCIA SOLICITANTE	: Tello Loarte, Eveli/ De los Santos Vargas, Juan Nicolas		
TESIS	: "Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda de Carapongo 2020"		
UBICACION	: LIMA	Fecha de ensayo:	20/09/2020

MATERIAL	A/C kg/cm ²					
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12	3.06	0.5	1.2	1491.0	1763.0
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.81					
CENIZA DE MAIZ	2.00	1.52	3.7	6.7	1120.0	1469.0

MATERIALES: CEMENTO, AGREGADO FINO, CENIZA Y AGUA

A) VALORES DE DISEÑO							
1 FLUIDEZ				—		pulg	
2 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL				N4			
3 RELACION AGUA CEMENTO				0.583			
4 AGUA				298			
B) ANALISIS DE DISEÑO							
FACTOR CEMENTO			511.000	Kg/m ³	12.0	Bls/m ³	
Volumen absoluto del cemento				0.1638	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agua				0.2980	m ³ /m ³	0.462	
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS							
Volumen absoluto del Agregado fino				0.5382	m ³ /m ³	0.538	
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000	
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO							
CEMENTO				439	Kg/m ³		
AGUA				298	L/m ³		
AGREGADO FINO				1405	Kg/m ³		
CENIZA DE MAIZ (14% del peso de cemento)				71.5	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA				2214	Kg/m ³		
D) CORRECCION POR HUMEDAD							
AGREGADO FINO HUMEDO				1411.8	Kg/m ³		
CENIZA DE MAIZ (14% del peso de cemento)				74.2	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS							
AGREGADO FINO				0.70	Lts/m ³	9.8	
CENIZA DE MAIZ (14% del peso de cemento)				3.00	Lts/m ³	2.1	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA						12.0	
						310.0 Lts/m ³	
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO							
CEMENTO				439	Kg/m ³		
AGUA				310	Lts/m ³		
AGREGADO FINO				1412	Kg/m ³		
CENIZA DE MAIZ (14% del peso de cemento)				74	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA				2236	Kg/m ³		
G) CANTIDAD DE MATERIALES (12 lt.)							
CEMENTO				5.27	Kg		
AGUA				3.72	Lts		
AGREGADO FINO				16.94	Kg		
CENIZA DE MAIZ (14% del peso de cemento)				0.89	Kg		
PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)						PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
C	1.0					C	1.0
A.F	3.21					A.F	3.23
CENIZA	0.17					CENIZA	0.23
H2o	3.00					H2o	30.0

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 JJ GEOTECNIA S.A.C ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD

3.8 “Ensayo de la resistencia a la compresión de especímenes cúbicos a la edad de 7 días”.



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Cel: 980703014 / 947280585
Fijo: 01 7261346
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CÚBICOS	Código	FOR-LAB-CO-010
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C109

CERT. N° 2018-538

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de emisión: 03/10/2020
SOLICITANTE	: Tello Loarte, Evel/ De los Santos Vargas, Juan Nicolas	
TESIS	: "Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda de Carapongo 2020"	
UBICACIÓN	: LIMA	

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm2	ESFUERZO kg/cm2
PATRON	21/09/20	28/09/2020	7	3993.1	25.0	159.7
PATRON	21/09/20	28/09/2020	7	3896.0	25.0	155.8
PATRON	21/09/20	28/09/2020	7	3875.0	25.0	155.0

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. C.A.P. N° 210906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CÚBICOS	Código	FOR-LAB-CO-010
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C109

CERT. N° 2018-538

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de emisión: 03/10/2020
SOLICITANTE	: Tello Loarte, Eveli/ De los Santos Vargas, Juan Nicolas	
TESIS	: "Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda de Carapongo 2020"	
UBICACIÓN	: LIMA	

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²
4% CENIZA MAIZ	21/09/20	28/09/2020	7	4009.1	25.0	160.4
4% CENIZA MAIZ	21/09/20	28/09/2020	7	3999.0	25.0	160.0
4% CENIZA MAIZ	21/09/20	28/09/2020	7	3985.0	25.0	159.4

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 JJEOTECNIA S.A.C. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES N° B°	JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CÚBICOS	Código	FOR-LAB-CO-010
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C109

CERT. N° 2018-538

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de emisión: 03/10/2020
SOLICITANTE	: Tello Loarte, Eveli/ De los Santos Vargas, Juan Nicolas	
TESIS	: "Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda de Carapongo 2020"	
UBICACIÓN	: LIMA	

IDENTIFICACIÓN DE ESPÉCIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²
9% CENIZA DE MAIZ	21/09/20	28/09/2020	7	4012.0	25.0	160.5
9% CENIZA DE MAIZ	21/09/20	28/09/2020	7	3989.0	25.0	159.6
9% CENIZA DE MAIZ	21/09/2020	28/09/2020	7	4089.0	25.0	163.6

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

* No se observaron fallas atípicas en las roturas

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S A C  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. OJP N° 210906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



JJ GEOTECNIA SAC

SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Cel: 980703014 / 947280585
Fijo: 01 7261346
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CÚBICOS	Código	FOR-LAB-CO-010
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C109

CERT. N° 2018-538

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de emisión:	03/10/2020
SOLICITANTE	: Tello Loarte, Evelin De los Santos Vargas, Juan Nicolas		
TESIS	: "Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda de Carapongo 2020"		
UBICACIÓN	: LIMA		

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm2	ESFUERZO kg/cm2
14% CENIZA DE MAIZ	21/09/20	28/09/2020	7	4106.0	25.0	164.2
14% CENIZA DE MAIZ	21/09/20	28/09/2020	7	3998.0	25.0	159.9
14% CENIZA DE MAIZ	21/09/20	28/09/2020	7	4128.0	25.0	165.1

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

3.9 “Ensayo de la resistencia a la compresión de especímenes cúbicos a la edad de 14 días”.



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Cel: 980703014 / 947280585
Fijo: 01 7261346
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CÚBICOS	Código	FOR-LAB-CO-010
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C109

CERT. N° 2018-538

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de emisión:	03/10/2020
SOLICITANTE	: Tello Loarte, Eveli/ De los Santos Vargas, Juan Nicolas		
TESIS	: "Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda de Carapongo 2020"		
UBICACIÓN	: LIMA		

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm2	ESFUERZO kg/cm2
PATRON	22/09/20	6/10/2020	14	5048.5	25.0	201.9
PATRON	22/09/20	6/10/2020	14	5108.4	25.0	204.3
PATRON	22/09/20	6/10/2020	14	4995.6	25.0	199.8

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb. división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CÚBICOS	Código	FOR-LAB-CO-010
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C109

CERT. N° 2018-538

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de emisión:	03/10/2020
SOLICITANTE	: Tello Loarte, Evel/ De los Santos Vargas, Juan Nicolas		
TESIS	: "Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda de Carapongo 2020"		
UBICACIÓN	: LIMA		

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm2	ESFUERZO kg/cm2
4% CENIZA MAIZ	22/09/20	6/10/2020	14	5122.3	25.0	204.9
4% CENIZA MAIZ	22/09/20	6/10/2020	14	5095.8	25.0	203.8
4% CENIZA MAIZ	22/09/20	6/10/2020	14	5109.5	25.0	204.4

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CÚBICOS	Código	FOR-LAB-CO-010
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C109

CERT. N° 2018-538

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de emisión:	03/10/2020
SOLICITANTE	: Tello Loarte, Eveli/ De los Santos Vargas, Juan Nicolas		
TESIS	: "Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda de Carapongo 2020"		
UBICACIÓN	: LIMA		

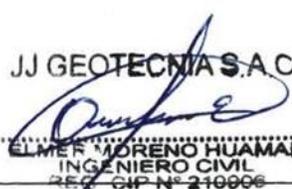
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm2	ESFUERZO kg/cm2
9% CENIZA DE MAIZ	22/09/20	6/10/2020	14	5148.5	25.0	205.9
9% CENIZA DE MAIZ	22/09/20	6/10/2020	14	5157.6	25.0	206.3
9% CENIZA DE MAIZ	22/09/2020	6/10/2020	14	5162.4	25.0	206.5

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	<p>JJ GEOTECNIA S.A.C</p>  <p>ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL 2577 GIP N° 210006</p>	<p>JJ GEOTECNIA S.A.C</p>  <p>CONTROL DE CALIDAD</p>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CÚBICOS	Código	FOR-LAB-CO-010
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C109

CERT. N° 2018-538

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de emisión:	03/10/2020
SOLICITANTE	: Tello Loarte, Eveli/ De los Santos Vargas, Juan Nicolas		
TESIS	: "Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda de Carapongo 2020"		
UBICACIÓN	: LIMA		

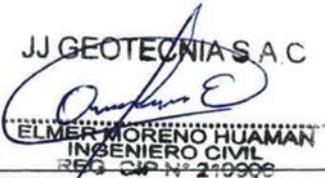
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²
14% CENIZA DE MAIZ	22/09/20	6/10/2020	14	5232.6	25.0	209.3
14% CENIZA DE MAIZ	22/09/20	6/10/2020	14	5256.2	25.0	210.2
14% CENIZA DE MAIZ	22/09/20	6/10/2020	14	5262.1	25.0	210.5

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

3.10 "Ensayo de la resistencia a la compresión de especímenes cúbicos a la edad de 28 días".



Cel: 980703014 / 947280585
 Fijo: 01 7261346
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CÚBICOS	Código	FOR-LAB-CO-010
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS ASTM C109

CERT. N° 2016-538

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de emisión:	20/10/2020
SOLICITANTE	: Tello Loarte, Eveli/ De los Santos Vargas, Juan Nicolas		
TESIS	: "Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda de Carapongo 2020"		
UBICACIÓN	: LIMA		

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm2	ESFUERZO kg/cm2
PATRON	21/09/20	19/10/2020	28	5355.2	25.0	214.2
PATRON	21/09/20	19/10/2020	28	5370.5	25.0	214.8
PATRON	21/09/20	19/10/2020	28	5327.9	25.0	213.1

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb. división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CÚBICOS	Código	FOR-LAB-CO-010
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C109

CERT. N° 2018-538

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de emisión:	19/10/2020
SOLICITANTE	: Tello Loarte, Evelin De los Santos Vargas, Juan Nicolas		
TESIS	: "Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda de Carapongo 2020"		
UBICACIÓN	: LIMA		

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²
4% CENIZA MAIZ	21/09/20	19/10/2020	28	5524.6	25.0	221.0
4% CENIZA MAIZ	21/09/20	19/10/2020	28	5592.5	25.0	223.7
4% CENIZA MAIZ	21/09/20	19/10/2020	28	5573.8	25.0	223.0

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CÚBICOS	Código	FOR-LAB-CO-010
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C109

CERT. N° 2018-538

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de emisión:	19/10/2020
SOLICITANTE	: Tello Loarte, Eveli/ De los Santos Vargas, Juan Nicolas		
TESIS	: "Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda de Carapongo 2020"		
UBICACIÓN	: LIMA		

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm2	ESFUERZO kg/cm2
9% CENIZA DE MAIZ	21/09/20	19/10/2020	28	5763.5	25.0	230.5
9% CENIZA DE MAIZ	21/09/20	19/10/2020	28	5812.3	25.0	232.5
9% CENIZA DE MAIZ	21/09/2020	19/10/2020	28	5795.1	25.0	231.8

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	JJ GEOTECNIA S A C  INGRID LORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	JJ GEOTECNIA S.A.C  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CÚBICOS	Código	FOR-LAB-CO-010
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C109

CERT. N° 2018-538

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de emisión:	19/10/2020
SOLICITANTE	: Tello Loarte, Eveli/ De los Santos Vargas, Juan Nicolas		
TESIS	: "Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda de Carapongo 2020"		
UBICACIÓN	: LIMA		

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²
14% CENIZA DE MAIZ	21/09/20	19/10/2020	28	6625.5	25.0	265.0
14% CENIZA DE MAIZ	21/09/20	19/10/2020	28	6701.2	25.0	268.0
14% CENIZA DE MAIZ	21/09/20	19/10/2020	28	6684.5	25.0	267.4

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA S.A.C ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL RUG CAP N° 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

3.11 “Ensayo de la resistencia a la compresión axial de pila patrón y pila experimental a la edad de 28 días”.



Cel: 980703014 / 947280585
 Fijo: 01 7261346
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

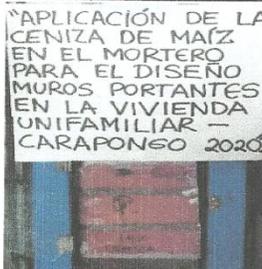
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-AL-054
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	5/11/2019

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 NTP 399.605 / E.070

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO
SOLICITANTE	: Tello Loarte, Eveli/ De los Santos Vargas, Juan Nicolas
TESIS	: Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar - Carapongo 2020.
UBICACIÓN	: Lima Fecha de entrega: 17/11/2020

LADRILLERA : FORTES-HUACHIPA TIPO: 18 Huecos Kin Kong

IDENTIFICACIÓN	h (cm)	a (cm)	RELACIÓN		P (kg)	f _m	f _m corregido (kg/cm ²)
			h/a	A _b (cm ²)			
PILA / 14% CENIZA DE MAIZ	33.0	12.5	2.64	300	13440.2	44.8	39.9
PILA / 14% CENIZA DE MAIZ	32.8	12.5	2.62	300	12352.4	41.2	36.6
PILA / 14% CENIZA DE MAIZ	33.0	12.5	2.64	300	13256.2	44.2	32.7
PROMEDIO							36.4



DONDE:

f_m = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm²)

NOTA ILUSTRATIVA: 1 lb = 4.448 N

1 Pa = 1 N/m²

1 Kg/cm² = 98.066 kPa

Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Fuente: Norma E.070

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- * Prueba realizada a los 14 días.
- * Número de unidades que conforman cada prisma : 03 unidades.

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. PROF. N° 210906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-AL-054
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	5/11/2019

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 399.605 / E.070

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO
SOLICITANTE	: Tello Loarte, Eveli/ De los Santos Vargas, Juan Nicolas
TESIS	: Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar - Carapongo 2020.
UBICACIÓN	: Lima Fecha de entrega: 17/11/2020

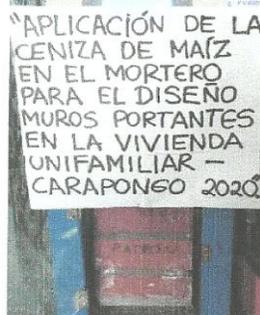
LADRILLERA : FORTES-HUACHIPA

TIPO: 18 HUECOS-KING KONG

Fecha de asentado: 20/10/20

Fecha de ensayo: 16/11/2020

IDENTIFICACIÓN	h (cm)	e (cm)	RELACIÓN h/e	A _b (cm ²)	P (kg)	f _m	f _m corregido (kg/cm ²)	
KING KONG / PILA PATRON DE 3 UNIDADES	32.0	12.5	2.56	300	12114.7	40.4	35.9	
KING KONG / PILA PATRON DE 3 UNIDADES	31.9	12.3	2.59	289	10376.7	35.9	32.0	
KING KONG / PILA PATRON DE 3 UNIDADES	32.0	12.5	2.56	300	12568.5	41.9	31.0	
PROMEDIO								33.0



DONDE:

f_m = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm²)

NOTA ILUSTRATIVA: 1 lb = 4.448 N

1 Pa = 1 N/m²

1 Kg/cm² = 98.066 kPa

Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Fuente: Norma E.070

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- * Prueba realizada a los 14 días.
- * Número de unidades que conforman cada prisma : 03 unidades.

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  EL MER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO N°4

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, Mg. Díaz Huiza, Luis Humberto; docente de la Facultad de Ingeniería - Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Lima - Este, revisor del trabajo de investigación en la tesis titulada “Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020” de los estudiantes; De los Santos Vargas, Juan Nicolás y Tello Loarte, Eveli constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 24 de Noviembre del 2020

.....

Mg. Díaz Huiza, Luis Humberto

DNI: 08196873



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la Vivienda Unifamiliar, Carapongo - 2020.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR(ES):



Resumen de coincidencias

22 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

- 1 docplayer.es Fuente de Internet 3 % >
- 2 repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet 2 % >
- 3 repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet 2 % >
- 4 Entregado a Universida... Trabajo del estudiante 2 % >
- 5 repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet 1 % >

ANEXO N°5

TABLA DE DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT

Tabla 3. VALORES T DE LA DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT

Valores de $T_{\alpha, v}$		$1 - \alpha = P (T \leq t_{\alpha, v})$						
$v \backslash 1-\alpha$	0.8	0.9	0.95	0.975	0.99	0.995	0.999	
1	1.376	3.078	6.314	12.706	31.821	63.656	318.289	
2	1.061	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.328	
3	0.978	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.214	
4	0.941	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	
5	0.920	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.894	
6	0.906	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	
7	0.896	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	
8	0.889	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	
9	0.883	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	
10	0.879	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	
11	0.876	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	
12	0.873	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	
13	0.870	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	
14	0.868	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	
15	0.866	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	
16	0.865	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	
17	0.863	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	
18	0.862	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	
19	0.861	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	
20	0.860	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	
21	0.859	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	
22	0.858	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	
23	0.858	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	
24	0.857	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	
25	0.856	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	
26	0.856	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	
27	0.855	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	
28	0.855	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	
29	0.854	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	
30	0.854	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	
31	0.853	1.309	1.696	2.040	2.453	2.744	3.375	
32	0.853	1.309	1.694	2.037	2.449	2.738	3.365	
33	0.853	1.308	1.692	2.035	2.445	2.733	3.356	
34	0.852	1.307	1.691	2.032	2.441	2.728	3.348	
35	0.852	1.306	1.690	2.030	2.438	2.724	3.340	
36	0.852	1.306	1.688	2.028	2.434	2.719	3.333	
37	0.851	1.305	1.687	2.026	2.431	2.715	3.326	
38	0.851	1.304	1.686	2.024	2.429	2.712	3.319	
39	0.851	1.304	1.685	2.023	2.426	2.708	3.313	
40	0.851	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	
41	0.850	1.303	1.683	2.020	2.421	2.701	3.301	
42	0.850	1.302	1.682	2.018	2.418	2.698	3.296	
43	0.850	1.302	1.681	2.017	2.416	2.695	3.291	
44	0.850	1.301	1.680	2.015	2.414	2.692	3.286	
45	0.850	1.301	1.679	2.014	2.412	2.690	3.281	
46	0.850	1.300	1.679	2.013	2.410	2.687	3.277	
47	0.849	1.300	1.678	2.012	2.408	2.685	3.273	
48	0.849	1.299	1.677	2.011	2.407	2.682	3.269	
49	0.849	1.299	1.677	2.010	2.405	2.680	3.265	
50	0.849	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	3.261	
51	0.849	1.298	1.675	2.008	2.402	2.676	3.258	
52	0.849	1.298	1.675	2.007	2.400	2.674	3.255	
53	0.848	1.298	1.674	2.006	2.399	2.672	3.251	
54	0.848	1.297	1.674	2.005	2.397	2.670	3.248	
55	0.848	1.297	1.673	2.004	2.396	2.668	3.245	
56	0.848	1.297	1.673	2.003	2.395	2.667	3.242	
57	0.848	1.297	1.672	2.002	2.394	2.665	3.239	
58	0.848	1.296	1.672	2.002	2.392	2.663	3.237	
59	0.848	1.296	1.671	2.001	2.391	2.662	3.234	
60	0.848	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	

ANEXO N°6

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS – EQUIPOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC - 4371 - 2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 5

SOLICITANTE: MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

EQUIPO : HORNO
 Marca : GEMMY
 Modelo : YC0-010
 N° de Serie : 510847
 Tipo de Ventilación : Turbulencia
 Procedencia : ALEMANIA
 Identificación : NO INDICA
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMOMETRO DIGITAL
 Marca : No Indica
 Alcance : 1°C a 250°C
 Resolución : 1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
 Marca : No Indica
 Alcance : 1°C a 250°C
 Resolución : 1 °C
 Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25
 Ubicación : LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISOMETC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de Instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o Internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus Instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29,3 °C	29,6 °C
Humedad Relativa	45,3 %	43,2 %

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Jr. Condado de Lemos N° 117
San Miguel, Lima

(01) 202 9036
(51) 989 901 055

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

Certificado : TC - 4371 - 2020

Página : 2 de 5

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL	Termómetro Digital -200 °C a 400 °C	LT-247-2018

RESULTADOS DE MEDICIÓN

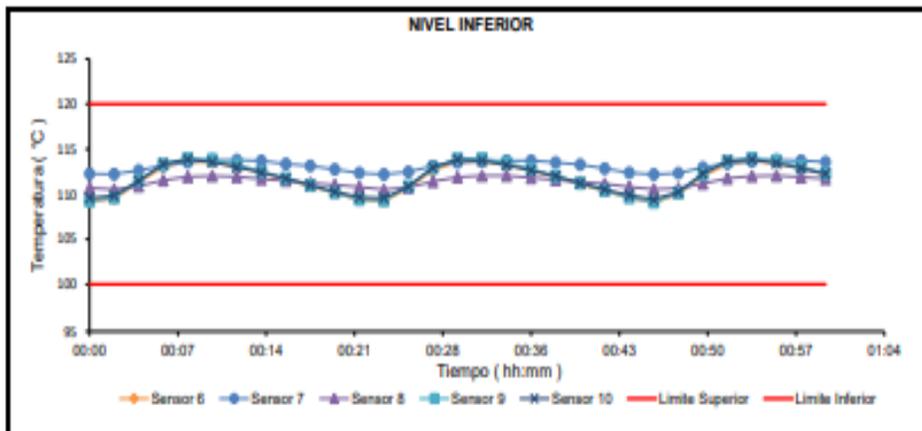
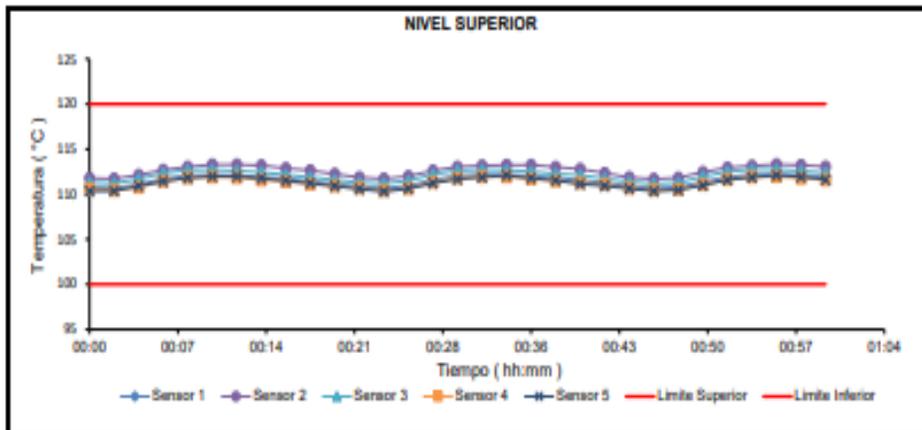
Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 10 °C	110	40 min	180 min	30 %	ENVASE METALICO C/ MUESTRAS CLIENTE

Tiempo de Trabajo (hh:mm)	Termómetro Homógeno (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} ^{RI} (°C)	T _{max} - T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110	110,8	111,8	111,3	110,8	110,3	109,2	112,3	110,7	109,3	109,8	110,6	3,1
0:02	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,4	109,5	112,2	110,5	109,6	109,8	110,6	2,7
0:04	110	111,1	112,1	111,7	110,8	110,9	111,3	112,6	110,9	111,5	111,5	111,4	1,8
0:06	110	111,7	112,7	112,3	111,5	111,4	113,0	113,2	111,6	113,3	113,4	112,4	1,9
0:08	110	112,1	113,0	112,7	111,8	111,8	113,6	113,5	111,9	114,0	113,9	112,8	2,2
0:10	110	112,2	113,3	112,7	111,9	112,0	113,5	113,8	112,0	113,8	113,6	112,9	1,9
0:12	110	112,1	113,3	112,6	111,8	112,0	113,1	113,8	111,9	113,3	113,0	112,7	1,9
0:14	110	111,9	113,2	112,4	111,6	111,6	112,4	113,7	111,7	112,5	112,4	112,4	2,1
0:16	110	111,8	112,9	112,2	111,4	111,5	111,6	113,4	111,5	111,8	111,7	112,0	2,0
0:18	110	111,4	112,6	111,9	111,1	111,2	110,9	113,1	111,2	111,0	111,0	111,6	2,3
0:20	110	111,2	112,2	111,6	110,9	110,9	110,1	112,7	111,0	110,2	110,3	111,1	2,6
0:22	110	110,9	111,9	111,3	110,7	110,6	109,4	112,4	110,8	109,4	109,7	110,7	3,0
0:24	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,2	112,2	110,5	109,3	109,6	110,5	3,0
0:26	110	111,0	112,0	111,5	110,7	110,6	110,7	112,5	110,8	110,9	110,8	111,1	1,9
0:28	110	111,6	112,6	112,2	111,3	111,2	112,7	113,1	111,4	112,9	113,0	112,2	1,9
0:30	110	112,1	113,0	112,6	111,8	111,7	113,6	113,5	111,9	113,9	113,8	112,8	2,2
0:32	110	112,2	113,2	112,7	112,0	111,9	113,6	113,7	112,1	114,0	113,7	112,9	2,1
0:34	110	112,2	113,2	112,7	111,9	112,1	113,3	113,7	112,0	113,5	113,2	112,8	1,8
0:36	110	112,0	113,2	112,5	111,7	111,6	112,7	113,7	111,8	112,8	112,6	112,5	2,0
0:38	110	111,9	113,0	112,3	111,5	111,5	111,9	113,5	111,6	112,0	112,0	112,1	2,0
0:40	110	111,6	112,8	112,1	111,3	111,1	111,1	113,3	111,4	111,2	111,2	111,7	2,2
0:42	110	111,3	112,3	111,7	111,1	110,9	110,3	112,8	111,2	110,4	110,5	111,3	2,5
0:44	110	110,9	111,9	111,4	110,7	110,6	109,6	112,4	110,8	109,6	109,9	110,6	2,8
0:46	110	110,7	111,7	111,2	110,5	110,3	109,1	112,2	110,6	109,1	109,4	110,5	3,1
0:48	110	110,8	111,8	111,3	110,5	110,5	110,0	112,3	110,6	110,1	110,2	110,8	2,3
0:50	110	111,4	112,5	112,0	111,1	111,0	112,0	113,0	111,2	112,2	112,3	111,8	2,0
0:52	110	111,9	112,9	112,5	111,7	111,6	113,3	113,4	111,8	113,7	113,7	112,6	2,1
0:54	110	112,2	113,2	112,8	111,9	111,9	113,7	113,7	112,0	114,0	113,8	112,9	2,1
0:56	110	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,4	113,8	112,1	113,7	113,4	112,9	1,8
0:58	110	112,1	113,2	112,6	111,8	111,9	112,9	113,7	111,9	113,1	112,9	112,6	1,9
1:00	110	112,0	113,1	112,4	111,6	111,7	112,2	113,6	111,7	112,3	112,2	112,3	2,0
T _{PROM} ^{RI}	110,0	111,6	112,6	112,1	111,3	111,3	111,7	113,1	111,4	111,9	111,9		
T _{MAX} ^{RI}	110,0	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,7	113,8	112,1	114,0	113,9		
T _{MIN} ^{RI}	110,0	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,1	112,2	110,5	109,1	109,4		
DTT ^{RI}	0,0	1,6	1,6	1,6	1,6	1,8	4,6	1,6	1,6	4,9	4,4		

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,0	0,4
Mínima Temperatura Medida	109,1	0,5
Desviación Temperatura en el Tiempo	4,9	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	1,8	0,5
Estabilidad Medida (±)	2,45	0,04
Uniformidad Medida	3,1	0,5

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES



Certificado : TC - 4371 - 2020
Página : 4 de 5



- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 6,5 cm por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.
- Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 5 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO




Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Certificado : TC - 4371 - 2020

Página : 5 de 5

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

[1] T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

[2] T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

[3] Tmax: Temperatura máxima.

[4] Tmin: Temperatura mínima.

[5] DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isothermo: 0,5 °C

Δt o $\Delta t_{\text{Inhom}}(\text{max})$ es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 4370 - 2020

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CALLA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : SARTORIUS
Modelo : LC2201S
N° de Serie : 50310007
Capacidad Máxima : 2200 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 5 g
Procedencia : ALEMANIA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2020-05-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 4370 - 2020

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-140-2019 Mayo 2019
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 2 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-147-2019 Mayo 2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 099,99	5	-10	1	2 200,000	2 199,98	4	-19
2		1 099,99	3	-8	2		2 199,99	4	-9
3		1 099,98	4	-19	3		2 199,98	5	-20
4		1 099,98	4	-19	4		2 199,98	4	-19
5		1 099,99	4	-9	5		2 199,99	4	-9
6		1 099,98	5	-20	6		2 199,98	4	-19
7		1 099,98	3	-18	7		2 199,98	3	-18
8		1 099,98	5	-20	8		2 199,99	4	-9
9		1 099,99	5	-10	9		2 199,99	5	-10
10		1 099,99	5	-10	10		2 199,99	5	-10
Emáx - Emin (mg)				12	Emáx - Emin (mg)				11
error máximo permitido (±mg)				200	error máximo permitido (±mg)				300

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 4372 - 2020

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CALLA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : DENVER INSTRUMENT
Modelo : AA-250
N° de Serie : B032815
Capacidad Máxima : 220 g
Resolución : 0,0001 g
División de Verificación : 0,001 g
Clase de Exactitud : I
Capacidad Mínima : 0,1 g
Procedencia : U.S.A.
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2020-05-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de Instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus Instrumentos a Intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este Instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 4372 - 2020

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-140-2019 Mayo 2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,0 °C	22,0 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

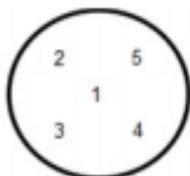


Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	110,0000	110,0018	-	1,8
2		110,0016	-	1,6
3		110,0016	-	1,6
4		110,0018	-	1,8
5		110,0016	-	1,6
6		110,0016	-	1,6
7		110,0016	-	1,6
8		110,0018	-	1,8
9		110,0018	-	1,8
10		110,0018	-	1,8
Emáx - Emin (mg)			0,2	
error máximo permitido ($\pm mg$)			2,0	

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	220,0000	220,0020	-	2,0
2		220,0019	-	1,9
3		220,0016	-	1,6
4		220,0016	-	1,6
5		220,0018	-	1,8
6		220,0016	-	1,6
7		220,0018	-	1,8
8		220,0016	-	1,6
9		220,0018	-	1,8
10		220,0017	-	1,7
Emáx - Emin (mg)			0,4	
error máximo permitido ($\pm mg$)			3,0	

Certificado de Calibración
TC - 4372 - 2020



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,1 °C	22,1 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec					e.m.p. (±mg)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	0,0100	0,0100	-	0,0	70,0000	70,0015	-	1,5	1,5	2,0
2		0,0100	-	0,0		70,0015	-	1,5	1,5	
3		0,0100	-	0,0		70,0016	-	1,6	1,6	
4		0,0100	-	0,0		70,0018	-	1,8	1,8	
5		0,0100	-	0,0		70,0015	-	1,5	1,5	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,2 °C	22,3 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,0100	0,0100	-	0,0						
0,1000	0,1000	-	0,0	0,0	0,1000	-	0,0	0,0	1,0
1,0000	1,0000	-	0,0	0,0	1,0000	-	0,0	0,0	1,0
10,0000	9,9999	-	-0,1	-0,1	9,9999	-	-0,1	-0,1	1,0
50,0001	50,0016	-	1,5	1,5	50,0018	-	1,7	1,7	1,0
70,0001	70,0015	-	1,4	1,4	70,0012	-	1,1	1,1	2,0
100,0003	100,0016	-	1,3	1,3	100,0012	-	0,9	0,9	2,0
110,0003	110,0011	-	0,8	0,8	110,0006	-	0,3	0,3	2,0
150,0004	150,0016	-	1,2	1,2	150,0018	-	1,4	1,4	2,0
200,0004	200,0013	-	0,9	0,9	200,0013	-	0,9	0,9	2,0
220,0004	220,0012	-	0,8	0,8	220,0010	-	0,6	0,6	3,0

Donde:

I : Indicación de la balanza
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)
ΔL : Carga adicional
E : Error del instrumento
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	:	$R_{\text{corregida}} = R - 9,80 \times 10^{-8} \times R$
Incetidumbre Expandida	:	$U_R = 2 \times \sqrt{4,29 \times 10^{-8} \text{ g}^2 + 2,10 \times 10^{-10} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
La indicación de la balanza fue de 220,0121 g para una carga de valor nominal 220 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Lic. Nicolás Ramos Peucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-4374-2020

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27 Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA CBR
 Marca : NO INDICA
 Modelo : NO INDICA
 N° Serie : NO INDICA
 Intervalo de Indicación : 5000 Kg
 Resolución : 0,1 Kg

CELDA DE CARGA
 Marca : Kell
 Modelo : A-FED
 Serie : 5X70836
 Procedencia : NO INDICA
 Código de Identificación : NO INDICA
 Ubicación : No Indica

Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

METODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 "Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga".

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,9°C	20,1°C
HUMEDAD RELATIVA	43,0%	44,0%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. 0316

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. N° 0316



Jr. Condessa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 202 9106
(51) 988 801 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

Certificado : TC-4374-2020

Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión AEP Transducers	Celda de Carga ANYLOAD 30000 Kg	LM-0033-2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (Kg)	Lectura Convencionalmente Verdadera (Kg)	Error (Kg)	Incertidumbre (Kg)
500,0	485,0	15,0	0,1
1000,0	974,5	25,5	0,1
1500,0	1437,5	62,5	0,1
2000,0	1945,3	54,7	0,1
2500,0	2464,6	35,4	0,1
3000,0	2965,3	34,7	0,1
3500,0	3465,7	34,3	0,1
4000,0	3945,5	54,5	0,1
4500,0	4435,8	64,2	0,1
5000,0	4946,3	53,7	0,1

OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CPF: 0316

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

TEST & CONTROL S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Calle Condesa de Larros N° 117, Urb. San Miguel, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019

Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023

ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Código N°: 1200000-04INACAL-DA

Código N°: Admisión al Contrato de Acreditación N°004-16-INACAL-DA

Registro N°: 110-013

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

El presente certificado de acreditación otorga el alcance de la competencia de calibración y calidad de medición, en el que se detallan, entre otros aspectos, los límites, métodos de verificación, resultados y la responsabilidad del cliente, y queda bajo la responsabilidad del cliente mantener los registros de calibración y los procedimientos de calibración en un estado de control permanente.

El Instituto de Acreditación de INACAL es miembro del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo de Acreditación (RAMA) del cual participan: Acreditación Cooperativa (COAC) y Dirección de Acreditación del Perú (DA) de la Oficina de Normas, Tecnología e Innovación (ONTI) del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI).

DA-acr-05P-21F de 02

ANEXO N°7

FORMATO DE VALIDACIÓN POR EXPERTO Y RECOLECCIÓN DE DATOS

▪ Primer Juez experto

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Civil Formato de valides de experto	Vigencia 2020
---	--	--------------------------------

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y nombres del informante (Experto): MORENO HUDMAN EIMER
 1.2. Código CIP: 210906
 1.3. Correo electrónico: laboratorio@Vgeotecnia.Sac.com
 1.4. Celular: 989349903
 1.5. Grado Académico: Colegiado
 1.6. Profesión: INGENIERO civil
 1.7. Institución donde labora: J.J. GEOTECNIA S.A.C
 1.8. Cargo que desempeña: INGENIERO RESPONSABLE
 1.9. Título de la Investigación: APLICACIÓN DE CENIZA DE MAIZ EN EL MORTERO PARA EL DISEÑO DE MUROS PORTANTES EN LAS VIVIENDAS DE CARAPONGO 2020.

Hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento "Ficha para evaluación de la aplicación de ceniza de maíz en el mortero" diseñado por:

Autor(es) del instrumento: TELLO LOARTE, Eveli

DE LOS SANTOS VARGAS, Juan Nicolás

Y luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

II. VALIDACIÓN

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		00-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión					99%
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles					95%
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría					97%
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable					100%
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados					98%
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento					98%
SUMATORIA PARCIAL						97%
SUMATORIA TOTAL						97%

	<p align="center">UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Civil Formato de valides de experto</p>	<p align="center">Vigencia 2020</p>
--	---	---

III. RESULTADOS DE VALIDACIÓN

3.1 Valoración total cuantitativa: 97 %

3.2 Opinión:

FAVORABLE	<u>ADECUADO</u>
DEBE MEJORAR	<u>—</u>
NO FAVORABLE	<u>—</u>

3.3 Observaciones:

Sin observaciones

Lima, 30 de setiembre del 2020

JJ GEOTECNIA S.A.C

Elmer E. Moreno Huaman

ELMER MORENO HUAMAN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 210906

Firma y DNI



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Escuela de Ingeniería Civil
Formato de instrumento de recolección de datos

Vigencia
2020

**HOJA DE CÁLCULO PARA PORCENTAJE DE ABSORCIÓN
(NTP 399.604)**

ENSAYO:

CANTERA:

UBICACIÓN:

MUESTRA:

FECHA:

CLIMA:

RESPONSABLE:

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UND	VALORES
A	PESO DE LA MUESTRA SECA EN EL AIRE	gr	
B	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	gr	
C	PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA SATURADA	gr	
	Pem		
	Ab		

JJ GEOTECNIA S A C


ELMER MORENO HUAMAN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 210906

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Civil Formato de instrumento de recolección de datos</p>	<p style="text-align: center;">Vigencia 2020</p>
---	--	---

HOJA DE CÁLCULO PARA PORCENTAJE DE ABSORCIÓN
(NTP 399.604)

ENSAYO:	CANtera:
UBICACIÓN:	MUESTRA:
FECHA:	CLIMA:
RESPONSABLE:	

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO			
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	UND	VALORES
A	PESO DE LA MUESTRA SECA EN EL AIRE	gr	
B	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	gr	
C	PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA SATURADA	gr	
	Pem		
	Ab		

JJ GEOTECNIA S A C


 ELMER MORENO HUAMAN
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 210906



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Escuela de Ingeniería Civil
Formato de instrumento de recolección de datos

Vigencia
2020

HOJA DE CÁLCULO PARA PORCENTAJE DE HUMEDAD
(ASTM D-2216)

ENSAYO:

CANTERA:

UBICACIÓN:

MUESTRA:

FECHA:

CLIMA:

RESPONSABLE:

PORCENTAJE DE HUMEDAD		
	MUESTRA: (AGREGADO FINO)	
	CAPSULA N°	
1	PESO DEL TARA	
2	PESO DEL TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	
3	PESO DEL TARA + SUELO SECO (gr)	
4	PESO DEL AGUA (gr)	
5	PESO DEL SUELO SECO (gr)	
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
	CONTENIDO DE HUMEDAD PROM (%)	

JJ GEOTECNIA S.A.C

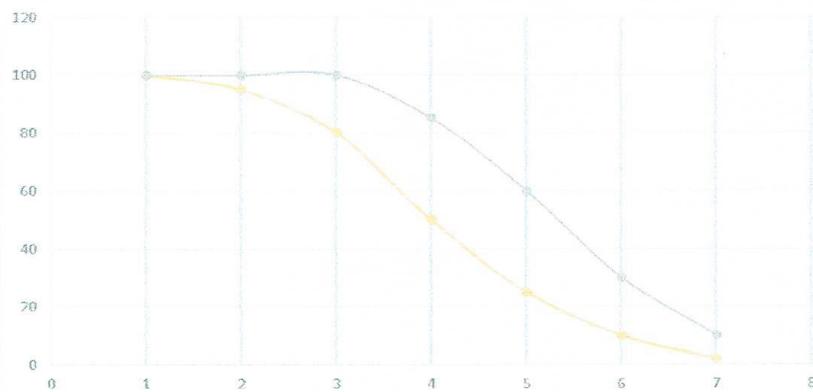
Elmer Moreno Huaman
ELMER MORENO HUAMAN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 210906



HOJA DE CÁLCULO PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO
(NTP 400.012)

ENSAYO: _____ CANTERA: _____
UBICACIÓN: _____ MUESTRA: _____
FECHA: _____ CLIMA: _____
RESPONSABLE: _____

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET (grs)	PESO RETENIDO ACUMULADO (grs)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA
3/8"						
N° 4						
N° 8						
N° 16						
N° 30						
N° 50						
N° 100						
N° 200						
FONDO						
TOTAL						



JJ GEOTECNIA S A C

Elmer Moreno Huaman
ELMER MORENO HUAMAN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 210906



DISEÑO DE MEZCLA DEL MORTERO
(ASTM C-270)

PROYECTO:

SOLICITANTE:

REALIZADO POR:

UBICACIÓN DE PROYECTO:

REVISADO POR:

FECHA DE EMISIÓN:

Agregado:

Cantera:

Cemento:

1. RELACIÓN AGUA / CEMENTO:
CEMENTO:

4. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE

2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA:

5. FACTOR CEMENTO:

3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO:

6. CÁLCULO DE ADITIVO:

7. CÁLCULO DE VOLUMEN DEL AGREGADO:

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento Sol Tipo I		
Agua		
Aire		
Ceniza de maíz		
Agregado fino		

AGREGADO FINO:

HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD.FINEZA	P.U SUELTO	P.U COMPACTADO

8. PROPORCIÓN AGREGADO FINO SECO:

9. PESO HÚMEDO DEL AGREGADO FINO – CORRECCIÓN POR HUMEDAD:

10. AGUA EFECTIVA CORREGIDAS POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD:

11. VOLÚMEN DE TANDA DE PRUEBA:

Cemento:

Agua:

Ceniza de maíz:

Agregado fino:

12. PROPORCIÓN EN VOLÚMEN DE OBRA:

JJ GEOTECNIA S.A.C.
Orlando E.
ELMER MORENO HUAMAN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 21090E



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

(NTP 400.017)

SOLICITA:

TESIS:

LUGAR:

CANTERA:

MATERIAL:

FECHA:

PESO UNITARIO SUELTO

ENSAYO N°	01	02	03
Peso de molde + muestra			
Peso de molde			
Peso de muestra			
Volumen de molde			
Peso unitario (kg/m ³)			
Peso unitario prom (kg/m ³)			
CORREGIDO POR HUMEDAD			

PESO UNITARIO COMPACTADO

ENSAYO N°	01	02	03
Peso de molde + muestra			
Peso de molde			
Peso de muestra			
Volumen de molde			
Peso unitario (kg/m ³)			
Peso unitario Prom (kg/m ³)			
CORREGIDO POR HUMEDAD			

JJ GEOTECNIA S A C

ELMER MORENO HUAMAN
INGENIERO CIVIL
REG. GIP N° 210906

	<p align="center">UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Civil Formato de instrumento de recolección de datos</p>	<p align="center">Vigencia 2020</p>
---	--	---

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE FLUIDEZ DEL MORTERO
(NTP 334.057)

SOLICITA:

TESIS:

LUGAR:

MATERIAL

FECHA:

RELACIÓN A/C:

D (FLUIDEZ)	DIÁMETRO PROMEDIO	DIÁMETRO INICIAL	FLUIDEZ %

OBSERVACIÓN: _____

JJ GEOTECNIA S A C

 ELMER MORENO HUAMAN
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 210906

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Civil Formato de instrumento de recolección de datos	Vigencia 2020
---	---	--------------------------------

ANÁLISIS QUÍMICO DE LA CENIZA DE TUSA DE MAÍZ

INSTITUCIÓN	
SOLICITANTE	
TESIS	
MUESTRA	
ANALIZADO POR	
ELABORACIÓN DE MUESTRA	

RESULTADO DE ANÁLISIS QUÍMICO

NOMBRE DEL COMPUESTO	FORMULA QUÍMICA	RESULTADOS			
		PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PROMEDIO
ÓXIDO DE SÍLICE					
ÓXIDO DE ALUMINIO					
ÓXIDO DE FIERRO					
ÓXIDO DE CALCIO					
ÓXIDO DE POTASIO					
ÓXIDO DE MAGNESIO					
OTROS					

JJ GEOTECNIA S A C

 ELMER MORENO HUAMAN
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 210906

▪ Segundo juez experto

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Formato de Validación por expertos	Vigencia 2020
---	---	------------------

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y nombres del informante (Experto): Barrantes Mann, Luis Alfonso Juan
- 1.2. Código CIP: 45977
- 1.3. Correo electrónico: luisbarrantes@hotmail.com
- 1.4. Celular: 992251908
- 1.5. Grado Académico: Magister
- 1.6. Profesión: Ingeniero Civil
- 1.7. Institución donde labora: Universidad Nacional Federico Villareal
- 1.8. Cargo que desempeña: Docente
- 1.9. Título de la Investigación: APLICACIÓN DE CENIZA DE MAIZ EN EL MORTERO PARA EL DISEÑO DE MUROS PORTANTES EN LAS VIVIENDAS DE CARAPONGO 2020.
- Hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento "Ficha para evaluación de la aplicación de ceniza de maíz en el mortero" diseñado por:

Autor(es) del instrumento: TELLO LOARTE, Eveli

DE LOS SANTOS VARGAS, Juan Nicolás

Y luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

II. VALIDACIÓN

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		00-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión					95%
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles					97%
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría					97%
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable					97%
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados					95%
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento					96%
SUMATORIA PARCIAL						96%
SUMATORIA TOTAL						96%


UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Escuela de Ingeniería



HOJA DE CÁLCULO PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO
(NTP 400.012)

ENSAYO:

CANTERA:

UBICACIÓN:

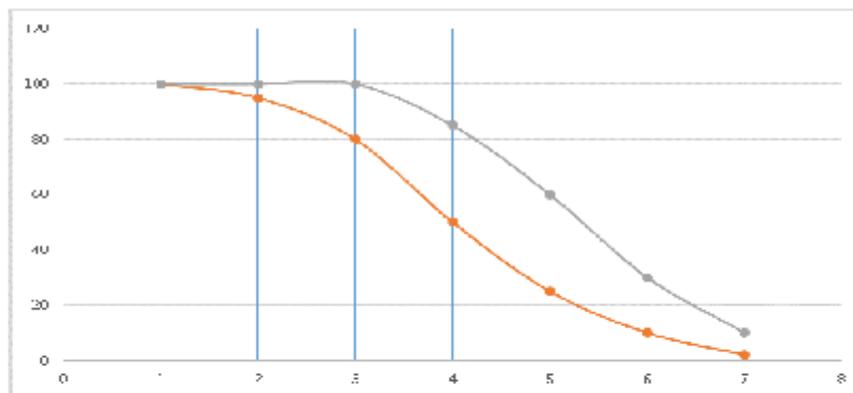
MUESTRA:

FECHA:

CLIMA:

RESPONSABLE:

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET (grs)	PESO RETENIDO ACUMULADO (grs)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA
3/8"						
N° 4						
N° 8						
N° 16						
N° 30						
N° 50						
N° 100						
N° 200						
FONDO						
TOTAL						




LUIS BAUCANTES MANN
Ingeniero Civil
CIP. 45877



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Escuela de Ingeniería
Formato de Instrumento de recolección de datos

Vigencia
2020

HOJA DE CÁLCULO PARA PORCENTAJE DE HUMEDAD
(ASTM D-2216)

ENSAYO:

CANTERA:

UBICACIÓN:

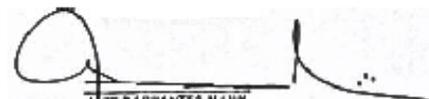
MUESTRA:

FECHA:

CLIMA:

RESPONSABLE:

PORCENTAJE DE HUMEDAD	
	MUESTRA: (AGREGADO FINO)
	CAPSULA N°
1	PESO DEL TARA
2	PESO DEL TARA + SUELO HÚMEDO (gr)
3	PESO DEL TARA + SUELO SECO (gr)
4	PESO DEL AGUA (gr)
5	PESO DEL SUELO SECO (gr)
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
	CONTENIDO DE HUMEDAD PROM (%)


LUIS BARRIENTES MANN
Ingeniero Civil
CIP. 45877



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Escuela de Ingeniería
Formato de Instrumento de recolección de datos

Vigencia
2020

**HOJA DE CÁLCULO PARA PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
(NTP 400.022)**

ENSAYO:

CANTERA:

UBICACIÓN:

MUESTRA:

FECHA:

CLIMA:

RESPONSABLE:

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO			
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	UND	VALORES
P	PESO DE LA FIOLA		
M	PESO DE LA MUESTRA		
P+ M+ A	PESO DE LA FIOLA + MUESTRA + AGUA		
V	VOLUMEN DE LA FIOLA		
R	PESO DE RECIPIENTE		
Wo + R	PESO DE LA MUESTRA SECA + RECIPIENTE		
Wo	PESO DE LA MUESTRA SECA		
VA	PESO EN GRAMOS DE AGUA AÑADIDA		
	Pem		
	Ab		


LUIS BARRANTES MANJI
Ingeniero Civil
CIP. 45977

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Formato de Instrumento de recolección de datos	Vigencia 2020
---	---	--------------------------------

HOJA DE CÁLCULO PARA PORCENTAJE DE ABSORCIÓN
(NTP 399.604)

ENSAYO:	CANTERA:
UBICACIÓN:	MUESTRA:
FECHA:	CLIMA:
RESPONSABLE:	

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO			
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	UND	VALORES
A	PESO DE LA MUESTRA SECA EN EL AIRE	gr	
B	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	gr	
C	PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA SATURADA	gr	
	P _{em}		
	A _b		


LUIS BARRANTES MANN
 Ingeniero Civil
 CIP. 45877



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

(NTP 400.017)

SOLICITA:

TESIS:

LUGAR:

CANERA:

MATERIAL:

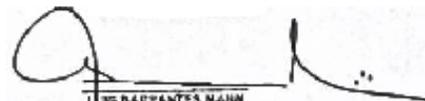
FECHA:

PESO UNITARIO SUELTO

ENSAYO N°	01	02	03
Peso de molde + muestra			
Peso de molde			
Peso de muestra			
Volumen de molde			
Peso unitario (kg/m ³)			
Peso unitario prom (kg/m ³)			
CORREGIDO POR HUMEDAD			

PESO UNITARIO COMPACTADO

ENSAYO N°	01	02	03
Peso de molde + muestra			
Peso de molde			
Peso de muestra			
Volumen de molde			
Peso unitario (kg/m ³)			
Peso unitario Prom (kg/m ³)			
CORREGIDO POR HUMEDAD			


LUIS BARRANTES MAJHI
Ingeniero Civil
CIP. 40877

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Formato de Instrumento de recolección de datos	Vigencia 2020
---	---	--------------------------------

HOJA DE CÁLCULO PARA LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MORTERO
(NTP 334.051)

SOLICITA:

TESIS:

LUGAR:

FECHA:

ROTURA DE MORTERO PATRÓN

TIEMPO DE ENSAYO	# CUBOS DE MORTERO	ANCHO	ALTURA	LONGITUD	FUERZA	RESISTENCIA (f _c)

ROTURA DE MORTERO EXPERIMENTAL CON ADICIÓN DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ AL 4.0% RESPECTO AL PESO DEL CEMENTO

TIEMPO DE ENSAYO	# CUBOS DE MORTERO	ANCHO	ALTURA	LONGITUD	FUERZA	RESISTENCIA (f _c)

ROTURA DE MORTERO EXPERIMENTAL CON ADICIÓN DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ AL 9.0% RESPECTO AL PESO DEL CEMENTO

TIEMPO DE ENSAYO	# CUBOS DE MORTERO	ANCHO	ALTURA	LONGITUD	FUERZA	RESISTENCIA (f _c)

ROTURA DE MORTERO EXPERIMENTAL CON ADICIÓN DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ AL 14.0% RESPECTO AL PESO DEL CEMENTO

TIEMPO DE ENSAYO	# CUBOS DE MORTERO	ANCHO	ALTURA	LONGITUD	FUERZA	RESISTENCIA (f _c)


LUIS BARRIANTES MANRI
 Ingeniero Civil
 CIP: 45977



DISEÑO DE MEZCLA DEL MORTERO

(ASTM C-270)

PROYECTO:

SOLICITANTE:

REALIZADO POR:

UBICACIÓN DE PROYECTO:

REVISADO POR:

FECHA DE EMISIÓN:

Agregado:

Cantera:

Cemento:

1. RELACIÓN AGUA / CEMENTO:

4. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO:

2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA:

5. FACTOR CEMENTO:

3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO:

8. CÁLCULO DE ADITIVO:

7. CÁLCULO DE VOLUMEN DEL AGREGADO:

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento Sol Tipo I		
Agua		
Aire		
Ceniza de maíz		
Agregado fino		

AGREGADO FINO:

HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD.FINEZA	P.U SUELTO	P.U COMPACTADO

8. PROPORCIÓN AGREGADO FINO SECO:

9. PESO HÚMEDO DEL AGREGADO FINO – CORRECCIÓN POR HUMEDAD:

10. AGUA EFECTIVA CORREGIDAS POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD:

11. VOLÚMEN DE TANDA DE PRUEBA:

LUIS BARRANTES MANÁ
Ingeniero Civil
C.P. 45977



**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE FLUIDEZ DEL MORTERO
(NTP 334.057)**

SOLICITA:

TESIS:

LUGAR:

MATERIAL

FECHA:

RELACIÓN A/C:

D (FLUIDEZ)	DIÁMETRO PROMEDIO	DIÁMETRO INICIAL	FLUIDEZ %

OBSERVACIÓN:


LUIS BARRANTES MANN
Ingeniero Civil
CIP. 45977

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Formato de Instrumento de recolección de datos	Vigencia 2020
---	--	--------------------------------

ANÁLISIS QUÍMICO DE LA CENIZA DE TUSA DE MAÍZ

INSTITUCIÓN	
SOLICITANTE	
TESIS	
MUESTRA	
ANALIZADO POR	
ELABORACIÓN DE MUESTRA	

RESULTADO DE ANÁLISIS QUÍMICO

NOMBRE DEL COMPUESTO	FORMULA QUÍMICA	RESULTADOS			
		PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PROMEDIO
OXIDO DE SILICE					
OXIDO DE ALUMINIO					
OXIDO DE FIERRO					
OXIDO DE CALCIO					
OXIDO DE POTASIO					
OXIDO DE MAGNESIO					
OTROS					


LUIS BARRANTES MANA
 Ingeniero Civil
 CIP. 45877

▪ Tercer Juez experto

 UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Pre-Grado Centro de Investigación Formato de Validación por expertos	Vigencia 2020
---	---	--------------------------------

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y nombres del informante (Experto): Rosales V. Verde Irwin Max...
- 1.2. Código CIP: 22.7146
- 1.3. Correo electrónico: rosales.v.m.1@gmail.com
- 1.4. Celular: 973.513.839
- 1.5. Grado Académico: Colegiado
- 1.6. Profesión: Ingeniero Civil
- 1.7. Institución donde labora: Municipalidad de Lorisancha
- 1.8. Cargo que desempeña: Responsable técnico de Resinte de obra
- 1.9. Título de la Investigación: APLICACIÓN DE CENIZA DE MAIZ EN EL MORTERO PARA EL DISEÑO DE MUROS PORTANTES EN LAS VIVIENDAS DE CARAPONGO 2020.

Hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento "Ficha para evaluación de la aplicación de ceniza de maíz en el mortero" diseñado por:

Autor(es) del instrumento: TELLO LOARTE, Eveli

DE LOS SANTOS VARGAS, Juan Nicolás

Y luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

II. VALIDACIÓN

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		00-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión					98/100
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles					98/100
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría					100/100
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable					98/100
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados					98/100
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento					97/100
SUMATORIA PARCIAL						98/100
SUMATORIA TOTAL						98/100

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Pre-Grado Centro de Investigación Formato de Validación por expertos</p>	<p style="text-align: center;">Vigencia 2020</p>
---	--	--

III. RESULTADOS DE VALIDACIÓN

3.1 Valoración total cuantitativa: 98.0%

3.2 Opinión:

FAVORABLE	<u>Adecuado</u>
DEBE MEJORAR	<u>—</u>
NO FAVORABLE	<u>—</u>

3.3 Observaciones:

Sin observaciones.

Lima, _____, 2020

72726197


 ROSALES VALVERDE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 227146

Firma y DNI



HOJA DE CÁLCULO PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO
(NTP 400.012)

ENSAYO:

CANTERA:

UBICACIÓN:

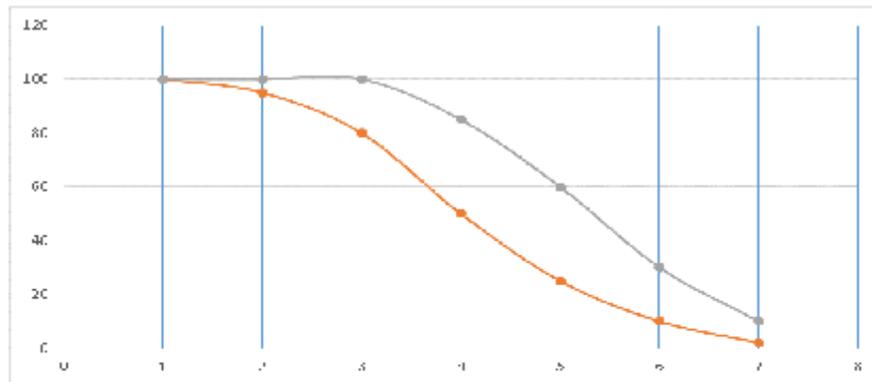
MUESTRA:

FECHA:

CLIMA:

RESPONSABLE:

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET (grs)	PESO RETENIDO ACUMULADO (grs)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA
3/8"						
N° 4						
N° 8						
N° 16						
N° 30						
N° 50						
N° 100						
N° 200						
FONDO						
TOTAL						



BOLETA DE INGENIERÍA
AGENCIADO CIVIL
Reg. COP 142014

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Formato de Instrumento de recolección de datos	Vigencia 2020
---	--	--------------------------------

HOJA DE CÁLCULO PARA PORCENTAJE DE HUMEDAD
(ASTM D-2216)

ENSAYO:

CANTERA:

UBICACIÓN:

MUESTRA:

FECHA:

CLIMA:

RESPONSABLE:

PORCENTAJE DE HUMEDAD		
	MUESTRA: (AGREGADO FINO)	
	CAPSULA N°	
1	PESO DEL TARA	
2	PESO DEL TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	
3	PESO DEL TARA + SUELO SECO (gr)	
4	PESO DEL AGUA (gr)	
5	PESO DEL SUELO SECO (gr)	
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
	CONTENIDO DE HUMEDAD PROM (%)	



	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Formato de Instrumento de recolección de datos	Vigencia 2020
---	---	--------------------------------

HOJA DE CÁLCULO PARA PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
(NTP 400.022)

ENSAYO:	CANTERA:
UBICACIÓN:	MUESTRA:
FECHA:	CLIMA:
RESPONSABLE:	

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO			
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	UND	VALORES
P	PESO DE LA FIOLA		
M	PESO DE LA MUESTRA		
P+ M+ A	PESO DE LA FIOLA + MUESTRA + AGUA		
V	VOLÚMEN DE LA FIOLA		
R	PESO DE RECIPIENTE		
Wo + R	PESO DE LA MUESTRA SECA + RECIPIENTE		
Wo	PESO DE LA MUESTRA SECA		
VA	PESO EN GRAMOS DE AGUA AÑADIDA		
Pem			
Ab			


 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 ESCUELA DE INGENIERÍA
 REG. CPN 22110

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Formato de Instrumento de recolección de datos	Vigencia 2020
---	---	--------------------------------

HOJA DE CÁLCULO PARA PORCENTAJE DE ABSORCIÓN
(NTP 399.604)

ENSAYO:	CANTERA:
UBICACIÓN:	MUESTRA:
FECHA:	CLIMA:
RESPONSABLE:	

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO			
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	UND	VALORES
A	PESO DE LA MUESTRA SECA EN EL AIRE	gr	
B	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	gr	
C	PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA SATURADA	gr	
	Pem		
	Ab		


 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 ESCUELA DE INGENIERÍA
 REG. OPIN 22110



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

(NTP 400.017)

SOLICITA:

TESIS:

LUGAR:

CANTERA:

MATERIAL:

FECHA:

PESO UNITARIO SUELTO

ENSAYO N°	01	02	03
Peso de molde + muestra			
Peso de molde			
Peso de muestra			
Volumen de molde			
Peso unitario (kg/m ³)			
Peso unitario prom (kg/m ³)			
CORREGIDO POR HUMEDAD			

PESO UNITARIO COMPACTADO

ENSAYO N°	01	02	03
Peso de molde + muestra			
Peso de molde			
Peso de muestra			
Volumen de molde			
Peso unitario (kg/m ³)			
Peso unitario Prom (kg/m ³)			
CORREGIDO POR HUMEDAD			


INGENIERO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 227162

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Formato de Instrumento de recolección de datos	Vigencia 2020
---	---	------------------

HOJA DE CÁLCULO PARA LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MORTERO

(NTP 334.051)

SOLICITA:

TESIS:

LUGAR:

FECHA:

ROTURA DE MORTERO PATRÓN

TIEMPO DE ENSAYO	# CUBOS DE MORTERO	ANCHO	ALTURA	LONGITUD	FUERZA	RESISTENCIA (Fc)

ROTURA DE MORTERO EXPERIMENTAL CON ADICIÓN DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ AL 4.0% RESPECTO AL PESO DEL CEMENTO

TIEMPO DE ENSAYO	# CUBOS DE MORTERO	ANCHO	ALTURA	LONGITUD	FUERZA	RESISTENCIA (Fc)

ROTURA DE MORTERO EXPERIMENTAL CON ADICIÓN DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ AL 9.0% RESPECTO AL PESO DEL CEMENTO

TIEMPO DE ENSAYO	# CUBOS DE MORTERO	ANCHO	ALTURA	LONGITUD	FUERZA	RESISTENCIA (Fc)

ROTURA DE MORTERO EXPERIMENTAL CON ADICIÓN DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ AL 14.0% RESPECTO AL PESO DEL CEMENTO

TIEMPO DE ENSAYO	# CUBOS DE MORTERO	ANCHO	ALTURA	LONGITUD	FUERZA	RESISTENCIA (Fc)


 JUANITO MANRIQUE
 INGENIERO CIVIL
 R.N. 12172 2011-08



DISEÑO DE MEZCLA DEL MORTERO
(ASTM C-270)

PROYECTO:

SOLICITANTE:

REALIZADO POR:

UBICACIÓN DE PROYECTO:

REVISADO POR:

FECHA DE EMISIÓN:

Agregado:

Cantera:

Cemento:

1. RELACIÓN AGUA / CEMENTO:

4. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO:

2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA:

5. FACTOR CEMENTO:

3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO:

6. CÁLCULO DE ADITIVO:

7. CÁLCULO DE VOLUMEN DEL AGREGADO:

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLÚMEN ABSOLUTO
Cemento Sol Tipo I		
Agua		
Aire		
Ceniza de maíz		
Agregado fino		

AGREGADO FINO:

HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD.FINEZA	P.U SUELTO	P.U COMPACTADO

8. PROPORCIÓN AGREGADO FINO SECO:

9. PESO HÚMEDO DEL AGREGADO FINO – CORRECCIÓN POR HUMEDAD:

10. AGUA EFECTIVA CORREGIDAS POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD:

11. VOLÚMEN DE TANDA DE PRUEBA:

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Formato de Instrumento de recolección de datos	Vigencia 2020
---	---	--------------------------------

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE FLUIDEZ DEL MORTERO
(NTP 334.057)

SOLICITA:

TESIS:

LUGAR:

MATERIAL

FECHA:

RELACIÓN A/C:

D (FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %

OBSERVACIÓN:


 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. D.P.I.F. 227148

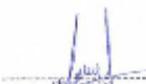
	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Formato de Instrumento de recolección de datos	Vigencia 2020
---	---	--------------------------------

ANÁLISIS QUÍMICO DE LA CENIZA DE TUSA DE MAÍZ

INSTITUCIÓN	
SOLICITANTE	
TESIS	
MUESTRA	
ANALIZADO POR	
ELABORACION DE MUESTRA	

RESULTADO DE ANÁLISIS QUÍMICO

NOMBRE DEL COMPUESTO	FORMULA QUÍMICA	RESULTADOS			
		PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PROMEDIO
OXIDO DE SILICE					
OXIDO DE ALUMINIO					
OXIDO DE FIERRO					
OXIDO DE CALCIO					
OXIDO DE POTASIO					
OXIDO DE MAGNESIO					
OTROS					


 ROSALBA MORALES
 INGENIERO QUÍMICO
 Reg. C.P.N. 227148

ANEXO N°8

FICHAS TÉCNICAS

- **Cemento sol tipo I**



Catálogo Cementos Portland



Cemento Sol Portland Tipo L 42.5 kg
Sol 22662



FICHA TÉCNICA

Observaciones Para ser usado en construcciones de gran envergadura cuando no se requieren características especiales. Para la preparación de concretos de cimientos, sobrecimientos, vigas, columnas y techado. Producción de prefabricados de concreto. Fabricación de morteros para la fabricación de ladrillos, terrajeos enchapes de mayólicas.

Características Cemento Pórtland tipo I, obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso. El acelerado desarrollo de resistencias iniciales permite un menor tiempo en el desencofrado. Excelente desarrollo de resistencias en Shotcrete. Excelente desarrollo en resistencias a la compresión. Buena trabajabilidad.

Garantía 1 Año

Profundidad Del Producto 10 cm

Recomendaciones De Uso Se debe dosificar según la resistencia deseada. Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento. Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resist

Altura Del Producto 85 cm

Modelo Portland

Tipo de Producto Cemento

Ancho Del Producto 35 cm

Material Cemento

Color Verde

Número de piezas 1

Categoría cemento Tipo I

Marca Sol

Peso Del Producto 42.5 kg

Aplicación Mezcla con agua

Ventajas Resistencia y durabilidad.

Advertencia de uso Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados, se recomienda utilizar equipos de protección personal. Evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y si inhalación. Almacenar bajo techo separadas en pallets protegidas del aire húmedo.

Norma NTP 334.009, ASTM C-750.

Presentación Bolsa

Despacho a Domicilio



Financiamiento



- Ladrillo king kong 18 huecos



Catálogo Ladrillos para pared



Ladrillo King Kong 18 huecos

Pirámide 17700



FICHA TÉCNICA

Observaciones El producto debe ser trasladado de forma correcta, para evitar daños en la estructura. Las medidas pueden variar +/- de 2 a 3% en promedio, según fabricación.

Altura Del Producto 9 cm

Garantía Por defecto de fabricación

Modelo 18 huecos

Ancho Del Producto 12.5 cm

Color Naranja

Número de piezas 1

Rendimiento 39 u/m²

Advertencia de uso Utilizar los implementos de seguridad al momento de manipular el producto. Utilizar el equipo y herramientas adecuadas para instalar el producto. Mantener alejado de los niños. Antes y después de la construcción, no exponerlos a la intemperie. Evitar que se mojen con la lluvia.

Norma NTP

Características Posee 30% de vacíos y usado cuando los planos en obra así lo especifiquen. Adecuado para muros portantes y cercos perimetrales. Ladrillo macizo diseñado para soportar cargas o pesos.

Recomendaciones De Uso Proteger la cara superior del ladrillo en los huecos de fachada y coronaciones de los muros, hasta que se coloquen los vierteaguas y albardillas. Con objeto de conseguir la máxima uniformidad en el tono de las juntas, conviene realizar el llagueado, transcurrido siempre el mismo tiempo desde la ejecución, llagueando primero las juntas verticales para poder obtener una horizontal más limpia.

Profundidad Del Producto 23 cm

Tipo de Producto Ladrillo

Material Arcilla

Tipo de Color Opaco

Marca Pirámide

Peso Del Producto 2.8 kg

Diseño Rectangular

Uso Para muros portantes.

Despacho a Domicilio



Financiamiento



▪ Norma Técnica Peruana 40.037

TABLA 1 - Granulometría del agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 μm (No. 30)	25 a 60
300 μm (No. 50)	05 a 30
150 μm (No. 100)	0 a 10

NOTA 2: Concretos elaborados con agregado fino con deficiencias en los tamices 300 μm (N° 50) y 150 μm (N°100) algunas veces presentan dificultades en la trabajabilidad, bombeo o excesiva exudación. La deficiencia de finos puede ser subsanada con cemento adicional. Las adiciones minerales o aditivos.

6.2 El agregado fino no tendrá más de 45 % entre dos mallas consecutivas de las que se muestra en el apartado 5.1 y su módulo de fineza no será menor de 2,3 ni mayor de 3,1.

6.3 Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, cuando existan estudios que aseguren que el material producirá concreto de la resistencia requerida a satisfacción de las partes.

6.4 En una cantera determinada el módulo de fineza base no debe variar en más de 0,20, siendo éste el valor típico de la cantera. La aprobación de un cambio en el módulo de fineza deberá ser a satisfacción de las partes.

NOTA 3: El módulo de fineza deberá ser determinado de ensayos previos, si no existieran éstos, se obtendrá del promedio de los módulos de fineza de las primeras diez muestras (o de todas las muestras precedentes si fueran menos de diez). La dosificación de una mezcla de concreto puede depender del módulo de fineza base. Por lo tanto cuando exista un módulo de fineza considerablemente diferente del utilizado inicialmente, se deberá realizar un ajuste en la dosificación.

ANEXO N°9

**SOCIEDAD AMERICANA PARA PRUEBAS Y MATERIALES
(ASTM)**

ASTM C618 - 19

ASTM Internacional ha autorizado la traducción de este estándar pero no se responsabiliza por la exactitud técnica o lingüística de la traducción. Solo la edición inglesa que ASTM publicó y protegió por la propiedad literaria debe ser considerada la versión oficial.

This Spanish standard is based on ASTM C618 - 19, Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolans for Use in Concrete. Copyright ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, USA. Translated and republished pursuant to license agreement with ASTM International.

Este estándar en español está basado en el estándar ASTM C618 - 19, Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolans for Use in Concrete, este estándar está protegido por los derechos de autor de la ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, USA. Traducido y reimpresso según el acuerdo de licencia con ASTM International.



Designación: C618 - 19

Especificación estándar para Ceniza volante de carbón y puzolana natural cruda o calcinada para su uso en hormigón¹

Este estándar fue publicado con la designación fija C618; el número inmediatamente posterior a la designación indica el año de la adopción inicial o, en el caso de que sea una revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última aprobación. Una epsilon en superíndice (ε) indica un cambio editorial desde el momento de la última revisión o aprobación.

Este estándar ha sido aprobado para ser utilizado por agencias del Departamento de Defensa de los EE. UU. (U.S. Department of Defense).

1. Alcance *

1.1 Esta especificación abarca la ceniza volante de carbón y la puzolana natural cruda o calcinada para su uso en hormigón cuando se desea una acción cementosa, puzolánica, o ambas, o cuando pueden desearse otras propiedades normalmente atribuidas a la ceniza volante o puzolana, o cuando deben lograrse ambos objetivos.

NOTA 1: Los materiales finamente divididos pueden tender a reducir el contenido de aire incorporado en el hormigón. Por lo tanto, si se agrega ceniza volante o puzolana natural a hormigón con especificación de incorporación de aire, deben adoptarse medidas para garantizar mediante pruebas que el contenido de aire especificado se mantiene y mediante el uso de aditivos de mezcla para incorporación de aire o el uso de una combinación de aditivos de mezcla y cemento hidráulico con incorporación de aire.

TABLA 1 Requisitos químicos

	Clase		
	N	F	C
Dióxido de silicio (SiO ₂) más óxido de aluminio (Al ₂ O ₃) más óxido de hierro (Fe ₂ O ₃), mín., %	70,0	50,0	50,0
Óxido de calcio (CaO), %	solo informar	18,0 máx.	< 18,0
Trióxido de azufre (SO ₃), máx., %	4,0	5,0	5,0
Contenido de humedad, máx., %	3,0	3,0	3,0
Pérdida en ignición, máx., %	10,0	6,0 ^a	6,0

^a El uso de puzolana de Clase F que contenga hasta un 12,0 % de pérdida en ignición puede ser aprobado por el usuario si están disponibles registros de desempeño aceptable o resultados de pruebas de laboratorio.

TABLA 2 Requisitos físicos

	Clase		
	N	F	C

¹ Esta práctica está bajo la jurisdicción del Comité de ASTM C09 sobre Hormigón y agregados para hormigón, y es responsabilidad directa del Subcomité C09.24 sobre Materiales cementosos complementarios. Edición actual aprobada el 1 de enero de 2019. Publicada en enero de 2019. Aprobada inicialmente en 1968. Última edición previa aprobada en 2017 como C618-17a. DOI: 10.1520/C0618-19.

*Al final de este estándar, se proporcionan una sección de Recursos de cambios.

Copyright © ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, USA.



	Clase		
	N	F	C
Finura:			
Cantidad retenida después de tamizado en húmedo en un tamiz de 45 µm (No. 325), máx., % ^a	34	34	34
Índice de actividad de resistencia:^b			
Con cemento portland, a 7 días, mín., porcentaje de control	75 ^b	75 ^b	75 ^b
Con cemento portland, a 28 días, mín., porcentaje de control	75 ^b	75 ^b	75 ^b
Necesidades de agua, máx., porcentaje de control	115	105	105
Solidez:^c			
Expansión o contracción en autoclave, máx., %	0,8	0,8	0,8
Requisitos de homogeneidad:			
La densidad y finura de las muestras individuales no deberá variar respecto al promedio establecido por las diez pruebas anteriores, o por todas las pruebas anteriores si el número es menor que diez, por más de:			
Densidad, variación máxima respecto al promedio, %	5	5	5
Porcentaje retenido en 45 µm (No. 325), variación máx., puntos porcentuales respecto al promedio	5	5	5

^a El índice de actividad de resistencia con cemento portland no se considera una medida de la resistencia a la compresión del hormigón que contiene la ceniza volante o la puzolana natural. La masa de ceniza volante o puzolana natural especificada para la prueba para determinar el índice de actividad de resistencia con cemento portland no se considera que es la proporción recomendada para el hormigón que se utilizará en el trabajo. La cantidad óptima de ceniza volante o puzolana natural para cualquier proyecto específico se determina por las propiedades necesarias del hormigón y otros constituyentes del hormigón, y será establecido por las pruebas. El índice de actividad de resistencia con cemento portland es una medida de la reactividad con un cemento determinado y está sujeto a variaciones dependiendo del origen de la ceniza volante o la puzolana natural y el cemento.

^b Satisfacer el índice de actividad de resistencia a 7 días o a 28 días será una indicación de que cumple la especificación.

^c Si la ceniza volante o la puzolana natural constituyen más del 20 % en masa del material cementoso en la mezcla del proyecto, los especímenes de prueba para expansión en autoclave deberán contener ese porcentaje previsto. Una excesiva expansión en autoclave es altamente significativa en casos donde las proporciones de agua a material cementoso son bajas, por ejemplo, en hormigón para bloques u hormigón proyectado.

TABLA 3 Requisitos físicos opcionales complementarios

NOTA 1: Estos requisitos opcionales solo se aplican cuando se solicitan específicamente.

	Clase		
	N	F	C
Aumento de retracción por secado de barras de mortero a 28 días, máx., diferencia, en %, sobre el control ^a	0,03	0,03	0,03
Requisitos de homogeneidad:			
Además, cuando se especifica hormigón con contenido de aire, la cantidad de agente incorporador de aire necesaria para producir un contenido de aire de 18,0 % en volumen de mortero no deberá variar respecto al promedio establecido por las diez pruebas anteriores o por todas las pruebas anteriores si hay menos de diez, por más de, %	20	20	20
Eficacia para contribuir a la resistencia a sulfatos:^b			
Procedimiento A:			
Expansión de la mezcla de prueba:			
Para exposición moderada a sulfatos después de 6 meses de exposición, máx., %	0,10	0,10	0,10
Para exposición alta a sulfatos después de 6 meses de exposición, máx., %	0,05	0,05	0,05
Procedimiento B:			
Expansión de la mezcla de prueba como porcentaje de cemento de control de resistencia a sulfatos después de al menos 6 meses de exposición, máx., %	100	100	100

^a La determinación del cumplimiento o incumplimiento del requisito relativo al aumento de retracción por secado se hará solo a petición del comprador.

^b La ceniza volante o la puzolana natural se considerarán eficaces solo cuando la ceniza volante o la puzolana natural se utilicen en porcentajes, en masa, del total de material cementoso dentro del 2 % de los que tienen éxito en las mezclas de prueba o entre dos porcentajes que tienen éxito, y cuando el contenido de C₃A del cemento del proyecto sea igual o inferior al que se usaba en las mezclas de prueba. Consulte el apéndice X2 del Método de prueba C311/C311M.

1.2 Los valores indicados en unidades del Sistema Internacional (SI) deben considerarse como el estándar. No se incluyen otras unidades de medida en este estándar.

1.3 El texto de este estándar hace referencia a notas y notas al pie que proporcionan información explicativa. Esas notas y notas al pie (excluyendo las de las tablas y figuras) no se deben considerar requisitos del estándar.

1.4 Este estándar internacional fue desarrollado de conformidad con principios de estandarización reconocidos a nivel

internacional y establecidos en la Decisión sobre Principios para el Desarrollo de Estándares, Guías y Recomendaciones Internacionales (Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations) publicada por el Comité de Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio (Technical Barriers to Trade, TBT) de la Organización Mundial del Comercio.

2. Documentos de referencia

2.1 Estándares de ASTM:²

C125 Terminología relacionada con el hormigón y los agregados para hormigón

C311/C311M Métodos de prueba para el muestreo y pruebas de ceniza volante o puzolana natural para su uso en hormigón de cemento portland

C1778 Guía para reducir el riesgo de reacción deletérea álcali-agregado en hormigón

3. Terminología

3.1 Definiciones:

3.1.1 Para ver las definiciones de los términos utilizados en esta especificación, consulte la Terminología C125.

4. Clasificación

4.1 *Clase N:* Puzolanas naturales crudas o calcinadas que cumplen los requisitos aplicables para la clase definida aquí, tales como algunas tierras diatomeas; cherts y esquistos opalinos; tobas y cenizas volcánicas o pumitas, calcinadas o no calcinadas; y diversos materiales que requieren calcinación para inducir propiedades satisfactorias, como algunas arcillas y pizarras.

4.2 *Clase F:* Ceniza volante que cumple los requisitos aplicables de esta clase que figuran aquí. Esta clase de ceniza volante tiene propiedades puzolánicas.

4.3 *Clase C:* Ceniza volante que cumple los requisitos aplicables de esta clase que figuran aquí. Esta clase de ceniza volante, además de tener propiedades puzolánicas, tiene también algunas propiedades cementosas.

NOTA 2: La ceniza volante de la Clase F se produce normalmente durante la quema de antracita o carbón bituminoso, pero también puede producirse a partir del carbón subbituminoso y a partir de lignito. La ceniza volante de Clase C se produce normalmente durante la quema de lignito o carbón subbituminoso, y también puede producirse a partir de la antracita o carbón bituminoso.

5. Información para pedidos

5.1 El comprador deberá especificar cualquier requisito físico opcional complementario.

5.2 El comprador deberá indicar qué procedimiento, A o B, deberá utilizarse cuando se especifiquen requisitos para la eficacia en la contribución a la resistencia a sulfatos indicados en la Tabla 3.

6. Composición química

6.1 Las cenizas volantes y las puzolanas naturales deberán cumplir los requisitos en cuanto a la composición química prescrita en la Tabla 1.

NOTA 3: Las determinaciones de componentes químicos y las limitaciones impuestas en cada uno no predicen el desempeño de la ceniza volante o la puzolana natural con cemento hidráulico en hormigón, pero ayudan colectivamente a describir la composición y la homogeneidad del material.

7. Propiedades físicas

7.1 La ceniza volante y la puzolana natural deberán cumplir los requisitos físicos prescritos en la Tabla 2. Los requisitos físicos opcionales complementarios se muestran en la Tabla 3.

8. Métodos de muestreo y pruebas

² Para los estándares ASTM de referencia, visite el sitio web de ASTM, www.astm.org, o comuníquese con el Servicio al Cliente de ASTM por correo electrónico a service@astm.org. Para ver la información del volumen *Annual Book of ASTM Standards* (Libro Anual de Estándares de ASTM), consulte la página Document Summary (Resumen del Documento) correspondiente al estándar en el sitio web de ASTM.

8.1 Muestree y pruebe la ceniza volante o la puzolana natural de conformidad con los requisitos de los Métodos de prueba C311/C311M.

8.2 Utilice el cemento del tipo propuesto para uso en el trabajo y, si está disponible, desde la planta propuesta como origen del cemento, en todas las pruebas que requieran el uso de cemento hidráulico.

9. Almacenamiento e inspección

9.1 La ceniza volante o la puzolana natural deberán almacenarse de tal manera que permitan un fácil acceso para la inspección e identificación adecuada de cada envío.

9.2 La inspección del material deberá realizarse según lo acordado por el comprador y el vendedor como parte del contrato de compra.

10. Rechazo

10.1 El comprador tiene el derecho de rechazar el material que no cumple con los requisitos de esta especificación. El rechazo deberá comunicarse con prontitud y por escrito al productor o al proveedor.

10.2 El comprador tiene el derecho de rechazar paquetes cuyo peso varíe más del 5 % del peso declarado. El comprador también tiene el derecho de rechazar todo el envío si el peso promedio de los paquetes de un envío, de acuerdo a lo que indique el pesaje de 50 paquetes tomados al azar, es menor que el especificado.

10.3 El comprador tiene el derecho de exigir que se vuelva a probar el material almacenado antes del envío por un período superior a 6 meses después de las pruebas. El comprador tiene el derecho de rechazar ese material si no cumple los requisitos de finura.

11. Marcado de paquetes y embalaje

11.1 Cuando la ceniza volante o la puzolana natural se suministre en paquetes, la clase, el nombre y la marca del productor, y el peso de los materiales contenidos, deberán indicarse claramente en cada paquete. Se proporcionará igual información en las facturas de despacho que acompañan el envío del material envasado o a granel.

12. Certificación del proveedor

12.1 A petición del comprador en el contrato o pedido, deberá proporcionarse un informe del proveedor, indicando los resultados de las pruebas realizadas en muestras del material y certificando que el producto cumple los requisitos aplicables de esta especificación. Además, el informe deberá incluir los porcentajes de óxido de magnesio (MgO), óxido de sodio (Na₂O), óxido de potasio (K₂O) y óxido de calcio (CaO), todo determinado como se describe en los Métodos de prueba C311/C311M. El informe también deberá incluir el contenido total de álcali del material, expresado como porcentaje equivalente de óxido de sodio (Na₂Oe).

NOTA 4: En el Apéndice X1 se incluye una guía para preparar el informe del proveedor.

13. Palabras clave

13.1 ceniza volante; puzolana natural; puzolanas

ASTM C 109/109M - 20

ASTM Internacional ha autorizado la traducción de este estándar pero no se responsabiliza por la exactitud técnica o lingüística de la traducción. Solo la edición inglesa que ASTM publicó y protegió por la propiedad literaria debe ser considerada la versión oficial.

This Spanish standard is based on ASTM C109/C109M – 20, Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens), Copyright ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, USA. Translated and reprinted pursuant to license agreement with ASTM International.

Este estándar en español está basado en el estándar ASTM C109/ C109M – 20, Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens), este estándar está protegido por los derechos de autor de la ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, USA. Traducido y reimpresso según el acuerdo de licencia con ASTM International.



Designación: C109/C109M – 20

Método de prueba estándar para resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico (usando especímenes cúbicos de 2 in. o [50 mm])¹

Este estándar fue publicado con la designación fija C109/C109M; el número inmediatamente posterior a la designación indica el año de la adopción inicial o, en el caso de que sea una revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última aprobación. Una epsilon en superíndice (ε) indica un cambio editorial desde el momento de la última revisión o aprobación.

Este estándar ha sido aprobado para ser utilizado por agencias del Departamento de Defensa de los EE. UU. (U.S. Department of Defense).

1. Alcance *

1.1 Este método de prueba abarca la determinación de la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico utilizando especímenes cúbicos de 2 in. o [50 mm].

NOTA 1: El Método de prueba C349 proporciona un procedimiento alternativo para esta determinación (no debe utilizarse para pruebas de aceptación).

1.2 Este método de prueba abarca la aplicación de la prueba utilizando pulgadas-libra o unidades del Sistema Internacional (SI). Los valores indicados en unidades del Sistema Internacional (SI) o en pulgadas-libra se deben considerar como el estándar por separado. Dentro del texto, las unidades SI se muestran entre paréntesis. Los valores indicados en cada sistema pueden no ser equivalentes exactos entre sí; por lo tanto, cada sistema se deberá utilizar de forma independiente del otro. Combinar valores de los dos sistemas puede generar faltas de conformidad con el estándar.

1.3 Los valores en unidades SI se deberán obtener realizando mediciones en unidades SI o mediante conversiones apropiadas; para ello, se deben utilizar las Reglas para la conversión y el redondeo (Rules for Conversion and Rounding) de las mediciones hechas en otras unidades que se proporcionan en IEEE/ASTM SI-10.

1.4 Este estándar no pretende abordar todas las inquietudes de seguridad, en caso de existir alguna, relacionadas con su uso. Es responsabilidad del usuario de este estándar establecer las prácticas de salud, prácticas de seguridad y prácticas ambientales apropiadas, y determinar la aplicabilidad de las limitaciones normativas antes de su uso. (Advertencia: Las mezclas cementosas hidráulicas frescas son cáusticas y pueden provocar quemaduras químicas en la piel y en los tejidos si la exposición es prolongada²).

1.5 Este estándar internacional fue desarrollado de conformidad con principios de estandarización reconocidos a nivel internacional y establecidos en la Decisión sobre Principios para el Desarrollo de Estándares, Guías y Recomendaciones Internacionales (Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations) publicada por el Comité de Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio (Technical Barriers to Trade, TBT) de la Organización Mundial del Comercio.

¹ Este método de prueba se encuentra bajo la jurisdicción del Comité de ASTM C01 sobre Cemento, y es responsabilidad directa del Subcomité C01.27 sobre Resistencia.

Edición actual aprobada el 15 de enero de 2020. Publicada en febrero de 2020. Aprobada inicialmente en 1934. Última edición previa aprobada en 2016 como C109/C109M – 16a. DOI: 10.1520/C0109_C0109M-20.

² Consulte la sección dedicada a Seguridad, Manual de análisis de cemento (Manual of Cement Testing), Annual Book of ASTM Standards (Libro Anual de Estándares de ASTM), Vol. 04.01.

*Al final de este estándar, se proporciona una sección de Resúmenes de cambios.

Copyright © ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, USA.



5. Aparatos

5.1 *Pesos y dispositivos de pesaje*, deberán estar de conformidad con los requisitos de la Especificación C1005. Se deberá evaluar la precisión y la exactitud del dispositivo de pesaje a una carga total de 2000 g.

5.2 *Vasos graduados de vidrio*, con capacidades adecuadas (preferentemente, suficientemente grandes como para medir el agua de mezcla en una única operación) para proporcionar el volumen indicado a 20 °C. La variación admisible deberá ser de ± 2 ml. Esos vasos deberán subdividirse a por lo menos 5 ml, excepto que las líneas de graduación pueden omitirse para los 10 ml inferiores en los vasos de 250 ml y para los 25 ml inferiores en los vasos de 500 ml. Las líneas de graduación principales deberán ser círculos y deberán estar numeradas. Las graduaciones menores deberán extenderse por lo menos a un séptimo del contorno, y las graduaciones intermedias por lo menos a un quinto del contorno.

5.3 *Moldes de especímenes*, para los especímenes cúbicos de 2 in. o [50 mm]; deberán ser de ajuste hermético. Los moldes no deberán tener más de tres compartimientos cúbicos, y deberán poder separarse en no más de dos partes. Cuando se los ensambla, las partes de los moldes deberán mantenerse positivamente unidas. Los moldes deberán estar hechos de metal duro no atacado por el mortero de cemento. En el caso de moldes nuevos, el número de dureza Rockwell del metal no deberá ser menor a 55 HRB. Los lados de los moldes deberán ser lo suficientemente rígidos como para impedir la elongación o el pandeo. Las caras interiores de los moldes deberán ser superficies planas y deberán estar de conformidad con las tolerancias de la Tabla 1.

TABLA 1 Variaciones admisibles de los moldes de especímenes

Parámetro	Moldes cúbicos de 2 in.		Moldes cúbicos de [50 mm]	
	Nuevo	En uso	Nuevo	En uso
Planicidad de los lados	<0,001 in.	<0,002 in.	[<0,025 mm]	[<0,05 mm]
Distancia entre lados opuestos	2 \pm 0,005 in.	2 \pm 0,02 in.	[50 \pm 0,13 mm]	[50 mm \pm 0,50 mm]
Altura de cada compartimiento	2 + 0,01 in.	2 + 0,01 in.	[50 + 0,25 mm]	[50 + 0,25 mm]
	a - 0,005 in.	a - 0,015 in.	a - 0,13 mm]	a - 0,38 mm]
Ángulo entre caras adyacentes ^A	90 \pm 0,5°	90 \pm 0,5°	90 \pm 0,5°	90 \pm 0,5°

^A Medido en puntos ligeramente alejados de la intersección. Medido por separado para cada compartimiento entre todas las caras interiores y la cara adyacente, y entre las caras interiores y los planos superior e inferior del molde.

5.3.1 Los moldes cúbicos deberán inspeccionarse por lo menos cada 2^{1/2} años para determinar si cumplen con los requisitos sobre diseño y dimensiones de este método de prueba.

5.4 *Mezclador, bol y paletas*, mezclador mecánico accionado eléctricamente, equipado con paletas y bol mezclador, según lo especificado en la Práctica C305.

5.5 *Mesa hidrodinámica y molde de flujo*, que cumplan con los requisitos de la Especificación C230/C230M.

5.6 *Pisón*, de un material no absorbente, abrasivo ni quebradizo, como un compuesto de caucho que tenga una dureza medida por durómetro Shore, escala A, de 80 \pm 10, o madera de roble curada a la que se le dé carácter no absorbente mediante inmersión durante 15 min en parafina a aproximadamente 392 °F o [200 °C], con una sección transversal de 0,5 [\pm 0,06] x 1 in. (\pm 0,06) [13 (\pm 1,6) x 25 (\pm 1,6) mm] y una longitud de 5 a 6 in. o [de 120 a 150 mm]. La cara apisonadora deberá ser plana y estar a un ángulo de 90° con respecto al largo del pisón.

5.6.1 Los pisones deberán inspeccionarse por lo menos cada seis meses para determinar si cumplen con los requisitos de diseño y dimensiones de este método de prueba.

NOTA 2: Cada día que se utilice el pisón, una inspección visual deberá confirmar que el extremo esté plano y en un ángulo de 90° con respecto al eje largo del pisón. No se debe permitir el uso de pisones redondeados o descascarillados.

5.7 *Frutas*, con una hoja de acero de 4 a 6 in. [de 100 a 150 mm] de largo, con bordes rectos.

5.8 *Gabinete húmedo o sala húmeda*, de conformidad con los requisitos de la Especificación C511.

5.9 *Máquina de pruebas*, de tipo hidráulico o de tornillo, con una abertura suficiente entre las superficies de soporte superior e inferior de la máquina, para permitir el uso de aparatos verificadores. La carga aplicada al espécimen de prueba deberá indicarse con una precisión de $\pm 1,0$ %. Si la carga aplicada por la máquina de compresión se registra en un cuadrante, dicho cuadrante deberá estar provisto de una escala graduada que pueda leerse con una precisión de por lo menos el 0,1 % de la carga de escala completa (Nota 3). El cuadrante deberá ser legible con una precisión del 1 % de la carga indicada, a cualquier nivel de carga dentro del rango de carga. Bajo ninguna circunstancia se deberá considerar que el rango de carga del cuadrante incluya cargas inferiores a un valor que sea 100 veces el cambio de carga más pequeño que pueda leerse en la escala. La escala deberá estar provista de una línea de graduación equivalente a cero y así numerada. El puntero indicador del cuadrante deberá tener la suficiente longitud como para llegar a las marcas de graduación; el ancho del extremo del puntero no deberá ser mayor a la distancia libre entre las graduaciones menores. Cada cuadrante deberá estar equipado con un ajuste de



cero que sea fácilmente accesible desde el exterior de la caja del cuadrante, y con un dispositivo apropiado que en todo momento, hasta el reinicio, indique con un rango de precisión del 1 %, la carga máxima aplicada al espécimen.

5.9.1 Si la carga de la máquina de pruebas se indica de manera digital, la pantalla numérica deberá ser lo suficientemente grande como para leerla fácilmente. El incremento numérico debe ser igual o menor al 0,10 % de la carga de escala completa de un rango de carga dado. Bajo ninguna circunstancia el rango de carga verificado deberá incluir cargas menores al incremento numérico mínimo multiplicado por 100. La precisión de la carga indicada deberá estar dentro de un rango de 1,0 % para cualquier valor mostrado dentro del rango de carga verificado. Deben tomarse medidas para que el ajuste indique el cero verdadero a carga cero. Se deberá proporcionar un indicador de carga máxima que en todo momento, hasta el reinicio, indique la carga máxima aplicada al espécimen con una precisión del 1 %.

5.9.2 Las máquinas de compresión deberán verificarse de conformidad con las Prácticas E4 por lo menos una vez al año para determinar si las cargas indicadas, con y sin el indicador de carga máxima (cuando esté presente), son precisas dentro de un rango de $\pm 1,0$ %.

NOTA 3: Se considera que la mayor aproximación de lectura es $1/50$ in. o [0,5 mm] en todo el arco descrito por el extremo del puntero indicador. Además, la mitad del intervalo de escala es tan aproximado para la lectura como resulte razonablemente posible cuando la distancia en el mecanismo indicador de carga es de entre $1/25$ in. o [1 mm] y $1/16$ in. o [1,6 mm]. Cuando la distancia es de entre $1/16$ in. o [1,6 mm] y $1/8$ in. o [3,2 mm], un tercio del intervalo de escala puede leerse con razonable certeza. Cuando la distancia es de entre $1/8$ in. o [3,2 mm] o más, un cuarto del intervalo de escala puede leerse con razonable certeza.

5.9.3 La unidad de soporte superior deberá ser un bloque de metal endurecido de asiento esférico y firmemente sujeto al centro del cabezal superior de la máquina. El centro de la esfera deberá coincidir con la superficie de la cara de soporte dentro de una tolerancia de ± 5 % del radio de la esfera. A menos que el fabricante especifique otra cosa, la parte esférica del bloque de soporte y el asiento que sostiene esa porción deberán limpiarse y lubricarse con un aceite de tipo petróleo, como aceite para motores, por lo menos cada seis meses. El bloque deberá mantenerse firmemente unido a su asiento esférico, pero deberá tener libertad para inclinarse en cualquier dirección. Deberá utilizarse un bloque de soporte de metal endurecido debajo del espécimen para minimizar el desgaste de la platina inferior de la máquina. Para facilitar el centrado preciso del espécimen de prueba en la máquina de compresión, una de las dos superficies de los bloques de soporte deberán tener un diámetro o una diagonal de entre 2,83 in. [70,7 mm] (consulte la Nota 4) y 2,9 in. [73,7 mm]. Cuando la superficie de soporte del bloque superior cumpla con este requisito, la superficie de soporte del bloque inferior deberá ser mayor que 2,83 in. [70,7 mm]. Cuando la superficie de soporte del bloque inferior cumpla con este requisito, el diámetro o la diagonal de la superficie de soporte del bloque superior deberá ser de entre 2,83 y $3\frac{1}{8}$ in. [70,7 y 79,4 mm]. Cuando el bloque inferior sea el único bloque con un diámetro o una diagonal de entre 2,83 y 2,9 in. [70,7 y 73,7 mm], el bloque inferior deberá utilizarse para centrar el espécimen de prueba. En ese caso, se deberá centrar el bloque inferior con respecto al bloque de soporte superior y se lo deberá mantener en posición con algún medio adecuado. Las superficies de los bloques de soporte que vayan a entrar en contacto con el espécimen deberán tener un número de dureza Rockwell no menor a 60 HRC. Esas superficies no deberán apartarse de las superficies planas por más de 0,0005 in. [0,013 mm] cuando los bloques sean nuevos, y deberán mantenerse dentro de una variación admisible de 0,001 in. o [0,025 mm].

5.9.3.1 Se deberán inspeccionar los bloques de soporte de la máquina de compresión para comprobar su planicidad, de conformidad con este método de prueba, por lo menos una vez al año, utilizando una regla de nivelar y láminas de espesor, y se los deberá reacondicionar si se determina que están fuera de tolerancia.

NOTA 4: La diagonal de un cubo de 2 in. [50 mm] es 2,83 in. [70,7 mm].

6. Materiales

6.1 Arena estándar graduada:

6.1.1 La arena (Nota 5) que se utiliza para preparar especímenes de prueba deberá ser arena de sílice natural que cumpla con los requisitos de la arena estándar graduada de la Especificación C778.

NOTA 5: *Segregación de la arena graduada:* La arena estándar graduada debe manipularse de modo tal que impida la segregación, dado que las variaciones en la graduación de la arena generan variaciones en la homogeneidad del mortero. Al vaciar cubos o sacos, se debe tener cuidado para impedir la formación de montículos de arena o de cráteres en la arena, por cuyas pendientes rodarían las partículas más gruesas. Los cubos deberán ser de tamaño suficiente para permitir tomar estas precauciones. No deben utilizarse dispositivos para extraer la arena de los cubos mediante gravedad.

7. Temperatura o humedad

7.1 *Temperatura:* La temperatura del aire en las cercanías de la loseta de mezcla, los materiales secos, los moldes, las placas base y el bol mezclador deberá mantenerse entre $73,5 \pm 5,5$ °F o $[23,0 \pm 3,0$ °C]. La temperatura del agua de mezcla, de la sala húmeda o el gabinete húmedo y del agua del tanque de almacenamiento deberá configurarse a $73,5 \pm 3,5$ °F o $[23 \pm 2$ °C].



7.2 *Humedad:* La humedad relativa del laboratorio no deberá ser menor al 50 %. La sala húmeda o el gabinete húmedo deberán cumplir con los requisitos de la Especificación C511.

8. Especímenes de prueba

8.1 Prepare dos o tres especímenes a partir de un lote de mortero para cada período de prueba o edad de prueba.

9. Preparación de moldes para especímenes

9.1 Aplique una capa delgada de agente para desmoldar a las caras interiores del molde y a las placas base no absorbentes. Aplique aceites y grasas con un paño impregnado u otro medio apropiado. De ser necesario, limpie las caras del molde y la placa base con un paño para eliminar cualquier exceso de agente para desmoldar y para lograr un recubrimiento delgado y uniforme en las superficies interiores. Cuando utilice un lubricante en aerosol, rocíe el agente para desmoldar directamente sobre las caras del molde y la placa base desde una distancia de 6 a 8 in. o [de 150 a 200 mm] para lograr una cobertura completa. Después de rociar, limpie la superficie con un paño, de ser necesario, para eliminar cualquier exceso de lubricante en aerosol. El recubrimiento residual debe ser suficiente como para permitir que quede una huella digital definida luego de aplicar una ligera presión con el dedo (Nota 6).

9.2 Selle las superficies donde se unen las mitades del molde aplicando una capa de grasa consistente liviana, como petrolato. La cantidad debe ser suficiente como para extruirse ligeramente cuando se juntan y ajustan las dos mitades. Elimine cualquier exceso de grasa con un paño.

9.3 Selle los moldes a sus placas base con un sellador hermético. Utilice cera microcristalina o una mezcla de tres partes de cera de parafina y cinco partes de colofonia en masa. Se permite la cera de parafina como sellador en los moldes que se sujetan con abrazadera a la placa base. Licúe la cera calentándola hasta una temperatura de entre 230 y 248 °F o [110 y 120 °C]. Prepare un sello hermético aplicando el sellador licuado en las líneas de contacto exteriores entre el molde y su placa base (Nota 7).

9.4 Opcionalmente, es admisible utilizar un sellador hermético de vaselina para los moldes que se sujetan con abrazadera. Aplique una pequeña cantidad de vaselina a toda la superficie de la cara del molde que estará en contacto con la placa base. Sujete con abrazadera el molde a la placa base y limpie cualquier exceso de sellador del interior del molde y de la placa base.

NOTA 6: Dado que los lubricantes en aerosol se evaporan, inmediatamente antes del uso, se deben inspeccionar los moldes para ver si la capa de lubricante es suficiente. Si ha pasado un tiempo prolongado desde el tratamiento, es posible que sea necesario un nuevo tratamiento.

NOTA 7: *Moldes herméticos:* La mezcla de cera de parafina y colofonia especificada para sellar las uniones entre los moldes y las placas base puede resultar difícil de eliminar cuando se limpian los moldes. El uso de cera de parafina pura es admisible para proteger una unión hermética, pero debido a la baja resistencia de la cera de parafina, se la debe utilizar únicamente cuando el molde no se sujeta a la placa base solo con cera de parafina. Cuando se protejan moldes sujetos por abrazaderas con cera de parafina, se puede mejorar el sellado calentando ligeramente el molde y la placa base antes de aplicar la cera. Se debe permitir que los moldes así tratados vuelvan a temperatura ambiente antes del uso.

10. Procedimiento

10.1 *Composición de los morteros:*

10.1.1 Las proporciones de los materiales del mortero estándar deberán ser una parte de cemento y 2,75 partes de arena estándar graduada en peso. Utilice una proporción agua-cemento de 0,485 para todos los cementos Portland, y de 0,460 para todos los cementos Portland con incorporación de aire. La cantidad de agua de mezcla para otros cementos que no sean cemento Portland y cemento Portland con incorporación de aire deberá ser tal que genere un caudal de 110 ± 5 , determinado de conformidad con el punto 10.3, y deberá expresarse como porcentaje en peso de cemento.

10.1.2 Las cantidades de materiales a mezclar de una sola vez en el lote de mortero para preparar seis, nueve y doce especímenes de prueba deberán ser las siguientes:



Cantidad de especímenes	6	9	12
Cemento, g	500	740	1060
Arena, g	1375	2035	2915
Agua, ml			
Portland (0,485)	242	359	514
Portland con incorporación de aire	230	340	488
Otro (hasta caudal de 110 ± 5)

10.2 Preparación del mortero:

10.2.1 Mezcle mecánicamente de conformidad con el procedimiento proporcionado en la Práctica C305.

10.3 Determinación de caudal:

10.3.1 Determine el caudal de acuerdo con el procedimiento proporcionado en el Método de prueba C1437.

10.3.2 En el caso de los cementos Portland y Portland con incorporación de aire, registre meramente el caudal.

10.3.3 En el caso de otros cementos que no sean cemento Portland o cemento Portland con incorporación de aire, prepare morteros de prueba con diversos porcentajes de agua hasta obtener el caudal especificado. Haga cada prueba con un mortero nuevo.

10.3.4 Inmediatamente después de finalizar la prueba de caudal, lleve el mortero de la mesa hidrodinámica al bol mezclador. Raspe rápidamente los lados del bol y traspase al lote el mortero que pueda haberse acumulado en los lados del bol, y luego vuelva a mezclar todo el lote 15 segundos a velocidad media. Una vez finalizada la mezcla, se deberá sacudir la paleta mezcladora para eliminar el exceso de mortero en el bol mezclador.

10.3.5 Cuando se vaya a preparar un lote duplicado inmediatamente para especímenes adicionales, podrá omitirse la prueba de caudal y se podrá dejar que el mortero repose en el bol mezclador 90 segundos sin cubrirlo. Durante los últimos 15 segundos de este intervalo, raspe rápidamente los lados del bol y traspase al lote el mortero que pueda haberse acumulado en los lados del bol. Luego vuelva a mezclar durante 15 segundos a velocidad media.

10.4 Moldeo de los especímenes de prueba:

10.4.1 Complete la consolidación del mortero en los moldes apisonando a mano o mediante un método alternativo calificado. Algunos métodos alternativos son el uso de una mesa vibradora o dispositivos mecánicos.

10.4.2 *Apisonado a mano:* Empiece a moldear los especímenes dentro de un tiempo no mayor a 2 min y 30 s, luego de la finalización del mezclado original del lote de mortero. Coloque una capa de mortero de aproximadamente 1 in. o [25 mm] (aproximadamente la mitad de la profundidad del molde) en todos los compartimientos cúbicos. Apisone el mortero de cada compartimiento cúbico 32 veces en aproximadamente 10 s en 4 vueltas, cada vuelta debe estar en ángulo recto con respecto a la otra y debe consistir de ocho golpes colindantes sobre la superficie del espécimen, como se ilustra en la Fig. 1. La presión del apisonamiento deberá ser suficiente para asegurar el llenado uniforme de los moldes. Las 4 vueltas de apisonamiento (32 golpes) del mortero deberán completarse en un cubo antes de pasar al siguiente. Cuando finalice el apisonamiento de la primera capa de todos los compartimientos cúbicos, llene los compartimientos con el mortero restante y luego apisone como se especificó para la primera capa. Durante el apisonamiento de la segunda capa, meta el mortero que salió por encima de la superficie de los moldes después de cada vuelta de apisonamiento utilizando los dedos enguantados y el pisón, tras la finalización de cada vuelta de apisonamiento y antes de comenzar la siguiente. Al finalizar el apisonamiento, las superficies de todos los cubos deben extenderse ligeramente sobre las superficies de los moldes. Con un fratás, meta el mortero que salió por encima de la superficie de los moldes y alise los cubos pasando el lado plano del fratás (con el borde delantero ligeramente levantado), una vez por la superficie de cada cubo en ángulo recto con respecto a la longitud del molde. Luego, para nivelar el mortero y hacer que el mortero que sobresale por encima de la superficie del molde tenga un espesor más uniforme, pase el lado plano del fratás (con el borde delantero ligeramente levantado) ligeramente una vez todo a lo largo del molde. Pasando el borde recto del fratás (sostenido de manera casi perpendicular al molde) y haciendo un movimiento de sierra todo a lo largo del molde, corte el mortero hasta lograr una superficie plana alineada con la parte superior del molde.

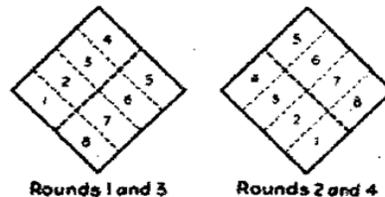


FIG. 1 Orden de apisonamiento en el moldeo de especímenes de prueba



10.4.3 *Métodos alternativos:* Puede utilizarse cualquier método de consolidación que cumpla con los requisitos de calificación de esta sección. El método de consolidación consiste en un procedimiento, equipo y dispositivo de consolidación específicos que son seleccionados y utilizados de manera sistemática por un laboratorio específico. Se puede modificar el tamaño del lote de mortero para adaptarlo al aparato, siempre y cuando se mantengan las mismas proporciones indicadas en 10.1.2.

10.4.3.1 Se requieren calificaciones separadas para las siguientes clasificaciones:

Clase A, *Cementos sin incorporación de aire*, para uso en hormigón, como los que se venden de acuerdo con las Especificaciones C150/C150M, C595/C595M y C1157/C1157M.

Clase B, *Cementos con incorporación de aire*, para uso en hormigón, como los que se venden de acuerdo con las Especificaciones C150/C150M, C595/C595M y C1157/C1157M.

Clase C, *Cementos de albañilería, mortero y estuco*, como los que se venden de acuerdo con las Especificaciones C91/C91M, C1328/C1328M y C1329/C1329M.

10.4.3.2 Se puede utilizar un método alternativo únicamente para analizar los tipos de cementos indicados antes en 10.4.3.1, para los cuales dicho método haya sido calificado.

10.4.3.3 También se lo puede utilizar para determinaciones del Índice de actividad de resistencia (Strength Activity Index, SAI) para ceniza volante y escoria, como las que se venden de acuerdo con las Especificaciones C618 y C989/C989M, siempre y cuando el método alternativo haya calificado tanto para cementos de Clase A como de Clase C.

10.4.4 *Procedimiento de calificación:* Póngase en contacto con CCRL para adquirir muestras de cemento que hayan sido utilizadas en el Programa de muestras de aptitud (Proficiency Sample Program, PSP). Para completar una única calificación, se requerirán cuatro muestras (de 5 kg cada una) de la clase a calificar (consulte la Nota 8).

10.4.4.1 En un día, prepare lotes replicados de 6 o 9 cubos utilizando uno de los cementos, y efectúe el colado de un mínimo de 36 cubos. Complete una ronda de pruebas de cada cemento en diferentes días. Almacene y haga pruebas a todos los especímenes, como se indica en las secciones a continuación. Analice todos los cubos a la edad de 7 días.

10.4.4.2 Tabule los datos sobre resistencia a la compresión y complete los análisis matemáticos, según se indica en el Anexo A1.

10.4.5 *Recalificación del método de compactación alternativo:*

10.4.5.1 Se requerirá una recalificación del método si se produce alguno de estos casos:

(1) Evidencia de que el método puede no estar proporcionando datos de conformidad con los requisitos de la Tabla 2.

This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.



Designation: C185 - 20

American Association of State Highway and Transportation Officials Standard
AASHTO No.: T137

Standard Test Method for Air Content of Hydraulic Cement Mortar¹

This standard is issued under the fixed designation C185; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the U.S. Department of Defense.

1. Scope*

1.1 This test method covers the determination of the air content of hydraulic cement mortar under the conditions hereinafter specified.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as standard. No other units of measurement are included in this standard.

1.3 Values in SI shall be obtained by measurement in SI units or by appropriate conversion, using the Rules for Conversion and Rounding in IEEE/ASTM SI 10, of measurements made in other units.

1.4 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety, health, and environmental practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

1.5 **Warning**—Fresh hydraulic cementitious mixtures are caustic and may cause chemical burns to skin and tissue upon prolonged exposure.²

1.6 *This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.*

2. Referenced Documents

- 2.1 *ASTM Standards*:³
C91/C91M Specification for Masonry Cement

- C109/C109M Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens)
C150/C150M Specification for Portland Cement
C183/C183M Practice for Sampling and the Amount of Testing of Hydraulic Cement
C219 Terminology Relating to Hydraulic and Other Inorganic Cements
C230/C230M Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement
C305 Practice for Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency
C511 Specification for Mixing Rooms, Moist Cabinets, Moist Rooms, and Water Storage Tanks Used in the Testing of Hydraulic Cements and Concretes
C595/C595M Specification for Blended Hydraulic Cements
C778 Specification for Standard Sand
C1005 Specification for Reference Masses and Devices for Determining Mass and Volume for Use in the Physical Testing of Hydraulic Cements
C1157/C1157M Performance Specification for Hydraulic Cement
C1328/C1328M Specification for Plastic (Stucco) Cement
C1329/C1329M Specification for Mortar Cement
E438 Specification for Glasses in Laboratory Apparatus
E694 Specification for Laboratory Glass Volumetric Apparatus
IEEE/ASTM SI 10 American National Standard for Use of the International System of Units (SI): The Modern Metric System

3. Terminology

3.1 Definitions:

3.1.1 The terms in this test method are defined in Terminology C219.

4. Summary of Test Method

4.1 Prepare a mortar with standard sand and the cement to be tested, using a water content sufficient to give a required flow. Compact the mortar into a measure of known volume and determine mass. Calculate the air content from the measured

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C01 on Cement and is the direct responsibility of Subcommittee C01.21 on Air Entrainment.

Current edition approved April 1, 2020. Published April 2020. Originally approved in 1944. Last previous edition approved in 2019 as C185-19. DOI: 10.1520/C0185-20.

² Refer to the section on Safety Precautions, "Manual of Cement Testing," *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 04.01.

³ For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For *Annual Book of ASTM Standards* volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

*A Summary of Changes section appears at the end of this standard

Copyright © ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States

Copyright by ASTM Int'l (all rights reserved); Thu May 14 10:51:52 EDT 2020

Downloaded/printed by

Arizona Univ (Arizona Univ) pursuant to License Agreement. No further reproductions authorized.

density of the mortar, the known densities of the constituents, and the mixture proportions.

5. Significance and Use

5.1 The purpose of this test method is to determine whether or not the hydraulic cement under test meets the air-entraining or non-air-entraining requirements of the applicable hydraulic cement specification for which the test is being made. The air content of concrete is influenced by many factors other than the potential of the cement for air entrainment.

6. Apparatus

6.1 *Flow Table, Flow Mold, and Caliper* shall conform to Specification C230/C230M.

6.2 *Measure*—A cylindrical measure having an inside diameter of 76 ± 2 mm and a depth (approximately 88 mm) adjusted by standardization with water to contain 400 ± 1 mL at 23.0 ± 2.0 °C. For the purposes of this test, the capacity of the measure in millilitres is the mass of the water content of the measure, in grams, divided by 0.9976, no correction in mass being made for the buoyant effect of air. The measure shall have a uniform wall thickness. The thickness of the wall and bottom shall not be less than 2.9 mm. The total mass of the empty measure shall not be more than 900 g. The measure shall be made of a metal not attacked by the cement mortar.

6.3 *Verification*—Verify the volume of the 400 mL measure by filling with distilled water at 23.0 ± 2.0 °C to a point where the meniscus extends appreciably above the top of the measure, placing a clean piece of plate glass on the top of the measure, and allowing the excess water to be squeezed out. The absence of air bubbles as seen through the glass ensures that the measure is completely full. Care shall be taken that the excess water is wiped from the sides of the container before weighing. Perform the verification at least every 2½ years.

6.4 *Mixer, Bowl, and Paddle*, shall conform to the apparatus section of Practice C305.

6.5 *Straightedge*—A steel straightedge not less than 200 mm long and not less than 1.5 mm nor more than 3.5 mm in thickness. Its edge shall not depart from a plane surface by more than 1 mm within any 150 mm segment of its length.

6.6 *Trowel*, having a steel blade 100 to 150 mm in length, with straight edges. Its edges shall not depart from a plane surface by more than 1 mm in the edge's entire length.

6.7 *Weights and Weighing Devices*, shall conform to Specification C1005. Evaluate the weighing device for precision and accuracy at a total load of 2 kg.

6.8 *Glass Graduates*—Glass graduates of 250 mL capacity, conforming to the requirements of Specifications E438 and E694.

6.9 *Tamper*, conforming to the requirements of Test Method C109/C109M. The tamping face of the tamper shall be flat and at right angles to the length of the tamper.

6.10 *Tapping Stick*, a piece of hard wood having a diameter of approximately 16 mm and a length of approximately 152 mm.

6.11 *Spoon*—A metal restaurant-type serving spoon not less than 230 mm in length and with a bowl approximately 100 mm in length.

7. Temperature and Humidity

7.1 Maintain the temperature of the dry materials at 23.0 ± 4.0 °C. Maintain the temperature and the humidity of the mixing room and the temperature of the mixing water in accordance with Specification C511 (Section Requirements for Cement Mixing Rooms).

8. Standard Sand

8.1 Use sand conforming to the requirements of Specification C778 for 20–30 sand.

9. Sampling

9.1 Sample the cement in accordance with Practice C183/C183M.

NOTE 1—Polyvinyl chloride (PVC) sample containers, upon occasion, have been found to affect the air-entraining potential of a cement sample. The same problem might be experienced with containers made from other plastics.

10. Procedure

10.1 *Batch*—Proportion the standard mortar using 350 g cement to 1400 g 20–30 standard sand and sufficient water to give a flow of $87\frac{1}{2} \pm 7\frac{1}{2}$ % when determined in accordance with 10.3.

NOTE 2—Test Method C185 refers to hydraulic cements that comply under Specifications C150/C150M, C595/C595M, and C1157/C1157M. Masonry cements (see Specification C91/C91M), mortar cements (see Specification C1329/C1329M), and plastic cements (see Specification C1328/C1328M) require different sand, mass, and flow. Refer to the applicable specification.

10.2 *Mixing of Mortar*—Mix the mortar in accordance with Practice C305.

10.3 *Flow Determination*—Carefully wipe dry the flow-table top and place the flow mold at the center of it. Using the spoon, place a layer of mortar about 25 mm in thickness in the mold and tamp 20 times with the tamper. The tamping pressure shall be just sufficient to ensure uniform filling of the mold. Overfill the top of the mold approximately 20 mm with mortar and tamp as specified for the first layer. Then cut off the mortar to a plane surface, flush with the top of the mold, by drawing the straightedge or the edge of the trowel with a sawing motion across the top of the mold. Wipe the flow table top clean and dry, being especially careful to remove any water from around the edge of the mold. Lift the mold away from the mortar 1 min after completing the mixing operation. Immediately drop the table ten times in accordance with Specification C230/C230M. The flow is the resulting increase in average diameter of the mortar mass, as determined with the calipers, measured on at least four diameters at approximately equispaced intervals, expressed as a percentage of the original diameter. Make trial mortars with varying percentages of water until the specified flow is obtained. Make each trial with fresh mortar.

10.4 *Mass per 400 mL of Mortar*—When the quantity of mixing water has been found that produces a flow of $87\frac{1}{2} \pm$

7½ %, immediately determine the mass per 400 mL of mortar, using the mortar remaining in the mixing bowl after the flow has been determined. In the determination of the mass per 400 mL, do not use the portion of the mortar used in the flow determination. Using the spoon, place the mortar gently into the 400 mL measure in three equal layers. Tamp each layer 20 times around the inner surface of the measure. For the final layer of mortar, overfill the 400 mL measure approximately 20 mm. The position of the tamper shall be that: the broad side of the tamper is parallel to the radius and is perpendicular to the inner surface of the measure. Each layer is tamped in one complete revolution (rotation) with only sufficient pressure to adequately fill the measure and eliminate voids within the mortar. After the measure has been filled and tamped in the above prescribed manner, tap the sides of the measure lightly with the side of the tapping stick, one each at five different points at approximately equal spacing around the outside of the measure, in order to preclude entrapment of extraneous air (Note 3). No obvious space shall be left between the mortar and the inner surface of the measure as a result of the tamping operation. Then cut the mortar off to a plane surface, flush with the top of the measure, by drawing the straightedge with a sawing motion across the top of the measure, making two passes over the entire surface, the second pass being made at right angles to the first. If, in the striking-off operation, loose sand grains cause the straightedge to ride above the top surface of the measure, these grains shall be removed, and the operation repeated. Complete the entire operation of filling and striking off the measure within 1½ min. Wipe off all mortar and water adhering to the outside of the measure. Determine the mass of the measure and its contents. Subtract the mass of the container, and record the mass of the mortar in grams.

NOTE 3—This operation may be facilitated by placing the measure on a steady flat-surfaced support of lesser diameter than the measure while filling and wiping.

11. Calculation

11.1 Calculate the air content of the mortar from the following formula which is based on the batch proportions given in 10.1, taking the specific gravity of portland cement as 3.15 and of 20–30 standard sand as 2.65. When the hydraulic cement is other than portland, the appropriate value for its specific gravity shall be substituted for the value of 3.15 and the formula rederived accordingly:

$$\text{Air content, volume \%} = 100 - W[(182.7 + P)/(2000 + 4P)] \quad (1)$$

where:

W = mass of 400 mL of mortar, g, and

P = percentage of mixing water, based on mass of cement used.

NOTE 4—This formula is derived as follows:

$$\text{Air content, volume \%} = 100[1 - (W_a/W_c)] \quad (2)$$

where:

W_a = actual mass per unit of volume as determined by this test method,

$$\begin{aligned} &= W/400 \text{ g/mL, where } W \text{ is the mass in grams of the specified 400 mL of mortar (10.4),} \\ W_c &= \text{theoretical mass per unit of volume, calculated on an air-free basis as follows and using the values for quantities of materials and specific gravities as given in 10.1 and 11.1,} \\ &= \frac{350 + 1400 + 350 \times P \times 0.01}{\frac{350}{3.15} + \frac{1400}{2.65} + \frac{350 \times P \times 0.01}{1}} \\ &= \frac{(5 + 0.01P)}{(1.827 + 0.01P)} \text{ and} \end{aligned}$$

P = percentage of mixing water, based on mass of cement.

Substituting for W_a and W_c we have:

$$\text{Air content, volume \%} = 100 \left(1 - \frac{W}{400} \times \frac{1.827 + 0.01P}{5 + 0.01P} \right)$$

$$\text{Air content, volume \%} = 100 - \frac{W}{4} \times \frac{(1.827 + 0.01P)}{(5 + 0.01P)}$$

$$\text{Air content, volume \%} = 100 - 2.5W \frac{(182.7 + P)}{(5000 + 10P)}$$

$$\text{Air content, volume \%} = 100 - W \frac{(182.7 + P)}{(2000 + 4P)}$$

11.2 Make only one determination of air content on a batch.

NOTE 5—Difficulty has occasionally been experienced with this test method by some persons. These difficulties usually have taken the form of values for air content that are abnormally high and that may be greater than the specified maxima in specifications for hydraulic cement. The air-entraining potential of the sand may be reduced by washing in the laboratory with potable water by decantation until a clear, colorless supernatant liquid is obtained. In case of dispute, such freshly washed sand shall be used.

12. Report

12.1 When this test method is used for specific action in compliance testing, report the value for the air content to the nearest 1 %.

13. Precision and Bias

13.1 The single-operator, within-laboratory, standard deviation has been found to be 0.56 % air content throughout the range of 8 to 19 % air. Therefore, results of two properly conducted tests by the same operator on similar batches should not differ by more than 1.6 % air.

13.2 The multilaboratory standard deviation has been found to be 1.0 % air content throughout the range from 8 to 19 % air. Therefore, results of two different laboratories on similar batches should not differ from each other by more than 2.8 % air.

14. Keywords

14.1 air content; hydraulic cement mortar

For additional useful information on details of cement tests methods, references may be made to the "Manual of Cement Testing," which appears in the *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 04.01.

SUMMARY OF CHANGES

Committee C01 has identified the location of selected changes to this standard since the last issue (C185 – 19) that may impact the use of this standard. (Approved April 1, 2020.)

(1) Revised subsections 6.5, 6.6, and 10.3.

(2) Removed previous Note 1.

Committee C01 has identified the location of selected changes to this standard since the last issue (C185 – 15) that may impact the use of this standard. (Approved Dec. 1, 2019.)

(1) Added Specification C511 and Terminology C219 to Section 2 (Referenced Documents).

(3) Revised 7. Removed 7.2 and 7.3.

(2) Added new Section 3 (Terminology). Renumbered subsequent sections accordingly.

ASTM International takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org). Permission rights to photocopy the standard may also be secured from the Copyright Clearance Center, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, Tel: (978) 646-2600; <http://www.copyright.com/>



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DIAZ HUIZA LUIS HUMBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "APLICACIÓN DE CENIZA DE MAÍZ EN EL MORTERO PARA EL DISEÑO DE MUROS PORTANTES EN LA VIVIENDA UNIFAMILIAR, CARAPONGO - 2020", cuyos autores son DE LOS SANTOS VARGAS JUAN NICOLAS, TELLO LOARTE EVELI YASMEN, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 21 de Diciembre del 2020

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DIAZ HUIZA LUIS HUMBERTO DNI: 08196873 ORCID 00000000313045008	Firmado digitalmente por: LHDIAZH el 21-12-2020 18:48:28

Código documento Trilce: TRI - 0090231