

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Efecto de la incorporación de ceniza de hoja de eucalipto
en las propiedades mecánicas del concreto y físicas del
mortero Huancayo 2021**

Juleymy Shelo Giron Calderon
Jesica Mancha Caso
Le Alberth Romero Yacolca

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTOS

A mis padres: Irene y Mejico que siempre estuvieron conmigo y me apoyaron en mi formación académica. A mis hermanos: Freddy, Jhonny y Ciro por ser un ejemplo para mí y el apoyo incondicional durante mi formación profesional. También al Ing. Julián, por haberme apoyado en mi desarrollo profesional y brindarme sus conocimientos, quien desde el cielo no deja de bendecirme.

Mancha, J.

Agradezco a mis padres y hermana quienes a lo largo de toda mi vida me han apoyado y motivado en mi formación académica, creyendo siempre en mí y no dudaron de mis aptitudes y fortalezas. A mi tía Lina, que siempre estuve apoyándome desde lejos, y dándome motivación de seguir adelante, y fue una pieza fundamental e incondicional de mi formación académica. A mis maestros, a quienes les debo gran parte de mis conocimientos y enseñanzas. Finalmente, agradezco a esta prestigiosa universidad la cual abrió sus puertas a jóvenes como yo preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas.

Giron, J.

A las personas que dedicaron parte de su vida en ayudarme a lograr una de mis metas, dándome alcances de la vida, profesión y como persona como lo fueron mi padre Rubén, mi madre Enith, mi hermana Candy, mis mejores amigos, mi enamorada, los ingenieros Luis, David y Jorge. A mi tío Luciano desde el cielo, mi tía Dina y padrinos.

Romero, L.

DEDICATORIA

A Dios porque siempre ha estado conmigo en cada paso que doy, protegiéndome y dándome fortaleza para continuar. A mis padres y hermana, quienes a lo largo de mi vida han estado y velado por mi bienestar y educación siendo mi gran apoyo en todo momento. depositando su entera confianza en cada paso y reto, que se me presenta sin dudar ni un solo momento de mis capacidades. A mis abuelitos que siempre estuvieron brindando su apoyo y confianza. Por último, a tía que siempre estuvo conmigo depositando su confianza. Es por ellos que soy lo que soy ahora y por mis logros alcanzados.

Giron, J.

A mis amados padres y mis hermanos, por el constante apoyo y consejos que me brindan; por creer en mí y ayudarme a alcanzar mis metas.

Mancha, J.

A mi tío Luciano, una promesa que se cumple en la tierra y la hago llegar al cielo donde estás; a mis padres y hermana, pilares fundamentales de mi formación.

Romero, L.

Dedicamos este trabajo a nuestro asesor Ing. Huaroto Casquillas Enrique Eduardo, quien nos acompañó y encaminó en la elaboración en la presente investigación. A nuestros amigos y todas las personas que nos motivaron a seguir adelante.

Giron, J., Mancha, J. y Romero, L.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	I
AGRADECIMIENTOS	II
DEDICATORIA	III
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
RESUMEN	XV
ABSTRAC	XVI
INTRODUCCIÓN	XVII
CAPÍTULO I PLANEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	19
1.1 Planteamiento y formulación del problema	19
1.1.1 Problema general	21
1.1.2 Problema específico	22
1.2 Objetivos.....	22
1.2.1 Objetivo general	22
1.2.2 Objetivos específicos	22
1.3 Justificación e importancia	23
1.3.1 Justificación teórica	23
1.3.2 Justificación práctica.....	23
1.3.3 Justificación metodológica	24
1.3.4 Importancia.....	24
1.4 Delimitación	24
1.4.1. Delimitación conceptual.....	24
1.4.2. Delimitación espacial	25
1.4.3. Delimitación temporal	25
1.5. Hipótesis y descripción de variables	25
1.5.1. Hipótesis general.....	25
1.5.2. Hipótesis específicas	26
1.5.3. Variables	26

1.5.4. Operacionalización de variables	27
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	29
2.1 Antecedentes del problema	29
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	29
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	32
2.2 Bases teóricas	35
2.2.1 Ceniza de hoja de eucalipto.....	35
2.2.2. Concreto.....	43
2.2.3. Mortero	49
2.2.4. Método ACI	53
2.3. Definición de términos básicos	57
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....	59
3.1 Método, y alcance de la investigación.....	59
3.1.1 Método de la investigación	59
3.1.2 Alcances de la investigación.....	59
3.2 Diseño de la investigación	60
3.2.1 Tipo de diseño de la investigación	60
3.3 Población y muestra	61
3.3.1 Población.....	61
3.3.2 Muestra	61
3.3.3 Muestreo	63
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	64
3.4.1 Técnica.....	64
3.4.2 Instrumento de recolección de datos	64
3.5 Validez.....	65
3.6 Procedimiento de la investigación.....	66
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	82
4.1 Estudios previos	82
4.1.1 Estudios de laboratorio	82
4.2 Resultados de la investigación.....	83
4.2.1 Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión	83

4.2.2 Resultados del ensayo físico mesa de flujo para mortero	103
4.2.3 Resultados del ensayo físico contenido de aire para mortero	108
4.2.4 Resultados del ensayo físico tiempo de fragua para mortero.....	110
4.3 Análisis estadístico	120
4.3.1 Análisis descriptivo	120
4.3.2 Análisis de modelos	133
4.4 Discusiones de resultados	145
4.4.1 Discusión 1	145
4.4.2 Discusión 2	146
4.4.3 Discusión 3	146
4.4.4 Discusión 4	147
CONCLUSIONES	148
RECOMENDACIONES	150
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	151
ANEXOS	156

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales países en la producción mundial de cemento de 2010 a 2020	20
Tabla 2. Requisitos químicos Clase F	37
Tabla 3. Requisitos físicos Clase F	37
Tabla 4. Requisitos químicos Clase C.....	38
Tabla 5. Requisitos físicos Clase C.....	38
Tabla 6. Tipo de cemento de albañilería	39
Tabla 7. Composición química de la ceniza de hoja de eucalipto	40
Tabla 8. Porcentaje de tamiz.....	41
Tabla 9. Límites de sustancias orgánicas.....	42
Tabla 10. Agregado fino	43
Tabla 11. Límites granulométricos del agregado fino	46
Tabla 12. Consistencia, asentamiento y tolerancia del concreto fresco.....	47
Tabla 13. Uso del mortero.....	51
Tabla 14. Contenido de aire atrapado	55
Tabla 15. Relación agua - cemento por resistencia.....	55
Tabla 16. Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto	56
Tabla 17. Cuadro de resumen de ensayos elaborados para el concreto y mortero	63
Tabla 18: Validez de datos.....	65
Tabla 19. Ensayos mecánicos del concreto y ensayos físicos del mortero.....	67
Tabla 20. Dosificación de la ceniza de hoja de eucalipto	69
Tabla 21. Análisis químico de la ceniza de hoja de eucalipto	71
Tabla 22. Requisitos químicos para cenizas	71
Tabla 23. Resumen de peso materiales en reemplazo al cemento	73
Tabla 24. Resumen de peso materiales en reemplazo al agregado fino	74
Tabla 25. Ensayo de propiedad mecánica – Resistencia a la compresión concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	84

Tabla 26. Resultados del ensayo de resistencia a compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ patrón.....	84
Tabla 27. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento con 5% de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del cemento	85
Tabla 28. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento con 10% de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del cemento	87
Tabla 29. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento con 15% de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del cemento	88
Tabla 30. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento en 5 %, 10 % y 15 % de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del cemento a los 7 días de curado	90
Tabla 31. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento en 5 %, 10 % y 15% de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del cemento a los 14 días de curado	90
Tabla 32. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento en 5 %, 10 % y 15 % de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del cemento a los 28 días de curado.....	91
Tabla 33. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento con 5% de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del agregado fino	94
Tabla 34. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento con 10 % de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del agregado fino	95

Tabla 35. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento con 15% de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del agregado fino	97
Tabla 36:Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento en 5%, 10% y 15% de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del agregado fino a los 7 días de curado	98
Tabla 37. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento en 5 %, 10 % y 15 % de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del agregado fino a los 14 días de curado	99
Tabla 38. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento en 5 %, 10 % y 15 % de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del agregado fino a los 14 días de curado	99
Tabla 39. Resumen de resultados de resistencia a la compresión (concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$).....	102
Tabla 40. Ensayo físico del mortero	103
Tabla 41. Resultados del ensayo de mesa de flujo del mortero patrón	103
Tabla 42. Resultados del ensayo de mesa de flujo del mortero con adición de ceniza de hoja de eucalipto 5%	104
Tabla 43. Resultados del ensayo de mesa de flujo del mortero con adición de ceniza de hoja de eucalipto 10 %	105
Tabla 44. Resultados del ensayo de mesa de flujo del mortero con adición de ceniza de hoja de eucalipto 15%	106
Tabla 45. Resumen de fluidez del mortero para muestra con sustitución al peso del cemento con ceniza de hoja de eucalipto en 5%, 10% y 15%	107
Tabla 46. Resultados del ensayo de contenido de aire del mortero	109
Tabla 47. Resultados del ensayo de tiempo de fragua para el ensayo patrón	110

Tabla 48. Ensayo de tiempo de fragua, con una de adición de 5% de ceniza de hoja de eucalipto	112
Tabla 49. Ensayo de tiempo de fragua, con una de adición de 10% de ceniza de hoja de eucalipto	114
Tabla 50. Ensayo de tiempo de fragua, con una de adición de 15% de ceniza de hoja de eucalipto	116
Tabla 51. Resultado del ensayo de tiempo de fragua para el mortero con adición de (5 %, 10 % y15 %) de ceniza de hoja de eucalipto.....	117
Tabla 52. Resumen de prueba Skewness/Kurtosis de la resistencia a la compresión del concreto.....	122
Tabla 53. Test de normalidad - Shapiro-Wilk de la resistencia a la compresión del concreto.....	122
Tabla 54. Test - Shapiro-Francia de la resistencia a la compresión del concreto.....	122
Tabla 55. Resumen de prueba Skewness/Kurtosis para la resistencia a la compresión del concreto.....	124
Tabla 56. Test de normalidad - Shapiro-Wilk para la resistencia a la compresión del concreto.....	125
Tabla 57. Test - Shapiro-Francia para la resistencia a la compresión del concreto	125
Tabla 58. Resumen de prueba Skewness/Kurtosis para la manejabilidad del mortero	127
Tabla 59. Test de normalidad - Shapiro-Wilk para la manejabilidad del mortero	127
Tabla 60. Test - Shapiro-Francia para la manejabilidad del mortero	128
Tabla 61. Test - Shapiro-Wilk para contenido de aire del mortero	129
Tabla 62. Test de normalidad - Skewness/Kurtosis para contenido de aire del mortero	131
Tabla 63. Prueba de normalidad - Shapiro-Wilk para contenido de aire del mortero	132

Tabla 64. Prueba de normalidad - Shapiro-Francia para contenido de aire del mortero	132
Tabla 65. Prueba de regresión – Sustitución del cemento a 7 días para la resistencia a la compresión del concreto	134
Tabla 66. Prueba de regresión – Sustitución del cemento a 14 días para la resistencia a la compresión del concreto	135
Tabla 67. Prueba de regresión – Sustitución del cemento a 28 días para la resistencia a la compresión del concreto	136
Tabla 68. Prueba de regresión – Sustitución del agregado fino a 7 días para la resistencia a la compresión del concreto	137
Tabla 69. Prueba de regresión – Sustitución del agregado fino a 14 días	139
Tabla 70. Prueba de regresión – Sustitución del agregado fino a 28 días para la resistencia a la compresión del concreto	140
Tabla 71. Prueba de regresión para la manejabilidad en el mortero.....	141
Tabla 72. Prueba de regresión para el contenido de aire en el mortero	142
Tabla 73. Prueba de regresión para el tiempo de fragua en el mortero.....	144

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Delimitación espacial	25
Figura 2: Asentamiento recomendado para varios tipos de estructuras	54
Figura 3. Asentamiento	54
Figura 4. Resistencia a la compresión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ patrón.....	84
Figura 5. Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento.....	86
Figura 6. Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento en 10% (ceniza de hoja de eucalipto).....	87
Figura 7. Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento en 15% (ceniza de hoja de eucalipto).....	89
Figura 8. Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento en (5 %,10 % y 15%) a los 7 días de curado.....	91
Figura 9. Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento en (5 %,10 % y 15 %) a los 14 días de curado.....	92
Figura 10. Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento en (5 %, 10 % y 15 %) a los 28 días de curado.....	93
Figura 11. Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al agregado en 5 % (ceniza de hoja de eucalipto)	94
Figura 12. Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al agregado en 10% (ceniza de hoja de eucalipto)	96
Figura 13. Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al agregado en 15% (ceniza de hoja de eucalipto)	97
Figura 14: Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al agregado fino en (5 %, 10 % y 15%) a los 7 días de curado.....	100
Figura 15. Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al agregado fino en (5 %, 10 % y 15 %) a los 14 días de curado...	100
Figura 16. Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al agregado fino en (5%, 10% y 15%) a los 28 días de curado.....	101

Figura 17. Ensayo de resistencia al esfuerzo a compresión para muestra patrón, sustitución al cemento 5 %, 10 % y 15 %; sustitución al agregado fino 5 %, 10 % y 15 % a los 7, 14 y 28 días de curado	102
Figura 18. Ensayo, mesa de flujo del mortero patrón para el análisis del diámetro 4.....	104
Figura 19. Ensayo, mesa de flujo del mortero con adición de 5% de ceniza de hoja de eucalipto para el análisis del diámetro 1	105
Figura 20. Ensayo, mesa de flujo del mortero con adición de 10% de ceniza de hoja de eucalipto para el análisis del diámetro 1	106
Figura 21. Ensayo, mesa de flujo del mortero con adición de 15% de ceniza de hoja de eucalipto para el análisis del diámetro 3	107
Figura 22. Ensayo de fluidez de mortero con adición de ceniza de hoja de eucalipto	108
Figura 23. Contenido de aire promedio (%).....	109
Figura 24. Ensayo de tiempo de fragua para el ensayo patrón	111
Figura 25. Ensayo de tiempo de fragua, con una de adición de 5% de ceniza de hoja de eucalipto	113
Figura 26. Ensayo de tiempo de fragua, con una de adición de 10% de ceniza de hoja de eucalipto	115
Figura 27. Ensayo de tiempo de fragua, con una de adición de 15% de ceniza de hoja de eucalipto	117
Figura 28. Resultados del ensayo de tiempo de fragua para el mortero patrón y la adición de (5 %, 10 % y 15 %) de ceniza de hoja de eucalipto.....	119
Figura 29. Diagrama de cajas y bigotes de la resistencia a la compresión del concreto	120
Figura 30. Diagrama de normalidad de la resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	121
Figura 31. Diagrama de cajas y bigotes de resistencia a la compresión del concreto.....	123

Figura 32. Diagrama de normalidad	124
Figura 33. Diagrama de cajas de la manejabilidad del mortero	126
Figura 34. Diagrama de normalidad para la manejabilidad del mortero.....	126
Figura 35. Diagrama de cajas contenido de aire del mortero	128
Figura 36. Diagrama de normalidad para el contenido de aire del mortero	129
Figura 37. Diagrama de cajas del tiempo de fragua del mortero	130
Figura 38. Diagrama de normalidad – test Shapiro-Wilk W para contenido de aire del mortero	131

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar el efecto de la sustitución del cemento y agregado fino con ceniza de hoja de eucalipto en la propiedad mecánica de resistencia a la compresión en concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en uso constructivo y sustitución del cemento con ceniza de hoja de eucalipto en las propiedades físicas del mortero como: manejabilidad, contenido de aire y tiempo de fragua para asentamiento de unidades de albañilería.

La metodología utilizada para lograr los objetivos consistió en realizar probetas patrón y con sustitución al cemento y agregado fino con ceniza de hoja de eucalipto en los porcentajes de 5 %, 10 % y 15 % donde se analizó el efecto sobre la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días de curado. También, se elaboraron los ensayos de propiedades físicas para el mortero como: mesa de flujo, Olla de Washington y ensayo de Vicat con el reemplazo de peso del cemento con ceniza de hoja de eucalipto al 5%, 10% y 15%.

De los resultados obtenidos, se concluye que la resistencia a la compresión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/m}^2$ supera a la resistencia del concreto patrón con un 15 % de sustitución con ceniza al agregado fino a los 14 días de curado con respecto al ensayo de fluidez y contenido de aire en todos los porcentajes sustituidos superaron la muestra patrón, dentro del ensayo de tiempo de fragua se obtuvo un mejor tiempo al porcentaje del 5 % de sustitución del cemento con ceniza respecto a la muestra patrón.

Palabras clave: ceniza de hoja de eucalipto, concreto, mortero, resistencia a la compresión, propiedades mecánicas, propiedades físicas.

ABSTRAC

The present research aims to determine the effect of the substitution of cement and fine aggregate with eucalyptus leaf ash in the mechanical property of compressive strength in concrete $f'c=210$ kg/cm² in constructive use and replacement of cement with eucalyptus leaf ash in the physical properties of the mortar such as: Manageability, air content and forge time for settlement of masonry units.

The methodology used to achieve the objectives consisted of making standard specimens and replacing cement and fine aggregate with eucalyptus leaf ash in the percentages of 5%, 10% and 15% where the effect on the compressive strength of concrete was analyzed $f'c=210$ kg/cm² at 7, 14 and 28 days of curing. Also, the tests of physical properties for the mortar were elaborated as: flow table Washington pot and Vicat test with cement weight replacement with 5%, 10% and 15% eucalyptus leaf ash.

From the results obtained, it is concluded that the compressive strength of concrete $f'c= 210$ kg / m² exceeds the resistance of standard concrete pattern with 15% substitution with ash to fine aggregate at 14 days of curing, with respect to the test of fluidity and air content in all the percentages substituted exceeded the standard sample, within the forge time test, a better time was obtained at the percentage of 5% substitution of cement with ash with respect to the standard sample.

Keywords: eucalyptus leaf ash, concrete, mortar, compressive strength, mechanical properties, physical properties.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, es de preocupación mundial los altos rangos e índices de contaminación ambiental, ya que las emisiones de gases contaminantes son cada vez mayores, además el sector de la construcción no es ajeno a ello, ya que el material principal empleado que es el cemento para la elaboración del concreto y mortero es contaminante y pese a ello es producido en grandes cantidades a nivel mundial. Además, “la importancia del concreto en los proyectos de infraestructura radica en su versatilidad, desarrollo de tecnologías, usos y aplicaciones. Actualmente, es el material de construcción más ampliamente utilizado en el mundo con una producción mundial cercana a los 13,000 millones de m³ por año” (Ceballos Arana, 2016). Por ello, la búsqueda de materiales que puedan sustituir parcial o totalmente al cemento y que sean favorables para las propiedades mecánicas y físicas del concreto y mortero es cada vez es mayor.

La importancia de la influencia en las propiedades mecánicas y físicas, respectivamente, con el uso de las cenizas de hojas de eucalipto en la elaboración de un concreto $f'c=210$ kg/cm² y mortero es la razón principal del enfoque de estudio.

La presente investigación resuelve la interrogante ¿cuál es el efecto de la incorporación de ceniza de hoja de eucalipto en la propiedad mecánica del concreto $f'c=210$ kg/cm² en uso constructivo y propiedades físicas del mortero para asentamiento de unidades de albañilería? Para lo cual se planteó la siguiente hipótesis: la incorporación de ceniza de hoja de eucalipto es significativa en la propiedad mecánica del concreto $f'c$ 210 kg/cm² en uso constructivo y propiedades físicas del mortero para asentamiento de unidades de albañilería.

De acuerdo a ello, se planteó el objetivo general: determinar el efecto de la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto en la propiedad mecánica del

concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en uso constructivo y propiedades físicas del mortero para asentamiento de unidades de albañilería.

Para un mejor entendimiento de la presente tesis está conformada por los siguientes capítulos:

El Capítulo I desarrolla el problema de investigación considerando el planteamiento, formulación y objetivos del problema, justificación, delimitaciones, limitaciones, importancia, hipótesis y variables.

El Capítulo II se refiere al marco teórico mostrando los antecedentes nacionales e internacionales, bases teóricas, definición de términos básicos.

El Capítulo III trata sobre la metodología, resaltando el método, tipo, nivel y diseño de investigación; asimismo, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

El Capítulo IV describe el análisis, los resultados y discusión en función a los objetivos planteados.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

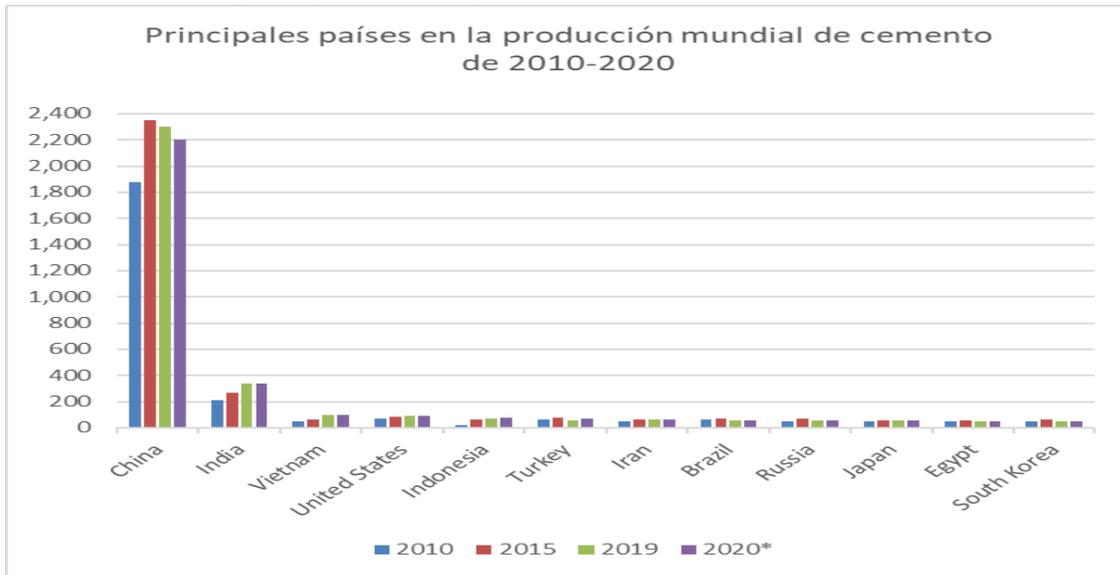
1.1 Planteamiento y formulación del problema

En las últimas décadas, el consumo del concreto en el sector construcción se ha incrementado considerablemente. Por ello, “el concreto es el material fabricado por el hombre más utilizado de la historia” (1) y tiene como principal insumo al cemento.

Según el reporte de Statista (2), emitido en febrero del 2021, menciona “la producción en millones de toneladas del cemento, siendo China el mayor productor en el año 2020 con 2 200 MT. Asimismo, en Latinoamérica Brasil es el 8vo productor con 57 MT; siendo este utilizado para la preparación del concreto y mortero. Por ende, se puede afirmar que el concreto es una de las alternativas más usadas en la construcción de elementos estructurales; asimismo, el mortero utilizado con fines de acabados arquitectónicos.

También, de la investigación de la Comisión Europea el 2018, se corrobora que la industria de cemento es responsable entre el 6 y el 7 % de las emisiones del CO₂, el cual procede de la reacción química de la materia prima del cemento, es decir al calentar la piedra caliza.

Tabla 1. Principales países en la producción mundial de cemento de 2010 a 2020



Tomado de Statista, 2020 (2)

Según el INEI (3), en la actualización hasta la fecha febrero del 2021, indica que el sector de la construcción en el Perú aumentó 14,32 %, mostrando un crecimiento positivo durante seis meses consecutivos, reflejado en el aumento del consumo interno de cemento (15,97 %) por una implementación continua de obras privadas y proyectos inmobiliarios. También, INEI informa que para el año 2007 se tuvo el 38.9 % (3 millones 47 mil 225) de viviendas que predominaban el concreto armado y para el 2017 se tuvo el 42.8 % (3 millones 298 mil 280), lo cual confirma la acentuación del concreto para las construcciones de la actualidad.

Pero, el incremento de producción según lo antes descrito respecto al cemento y concreto a nivel mundial y nacional va a la par de los efectos al clima que produce su fabricación. Para su reducción, igualmente, se viene buscando nuevas alternativas de aditivos que puedan ser compatibles en su mezclado y sobre todo que mantengan o superen las propiedades mecánicas y físicas del concreto y mortero.

En el Perú, se vienen elaborando diversas investigaciones con nuevas alternativas como las cenizas volantes, la micro sílice y las escorias de alto horno, además de puzolanas naturales como tobas zeolitizadas y cenizas volcánicas para la elaboración del concreto que permita la reducción de los materiales convencionales, los cuales serían reemplazados parcialmente o en su totalidad al cemento y al agregado de esta manera se contribuiría a la disminución del efecto invernadero producido por el CO₂, además de buscar nuevos elementos que mejoren las propiedades mecánicas del concreto y físicas del mortero, así como reducir los costos en su elaboración.

También, cabe mencionar que en el Perú no es muy común el uso de aditivos vegetales; sin embargo, muchos de estos abundan en la naturaleza tal es el caso de la hoja de eucalipto. Asimismo, en el departamento de Junín de las nueve provincias que lo conforman cuatro son las más reforestadas con *Eucalyptus globulus*: Jauja, Chupaca, Concepción y Huancayo, haciendo un total de 13 947,32 hectáreas al año 2018.

La presente investigación aborda una alternativa de concreto y mortero a fin de mejorar las propiedades mecánicas y físicas respectivamente con el uso de las cenizas de hojas de eucalipto en la elaboración de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en uso constructivo y propiedades físicas del mortero para asentamiento de unidades de albañilería.

1.1.1 Problema general

¿Cuál es el efecto de la incorporación de ceniza de hoja de eucalipto en la propiedad mecánica del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en uso constructivo y propiedades físicas del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021?

1.1.2 Problema específico

- ¿Cuál es el efecto de la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² en uso constructivo Huancayo 2021?
- ¿Cuál es el efecto de la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto en la manejabilidad del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021?
- ¿Cuál es el efecto de la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto en el contenido de aire del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021?
- ¿Cuál es el efecto de la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto en el tiempo de fragua del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Determinar el efecto de la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto en la propiedad mecánica del concreto $f'c=210$ kg/cm² en uso constructivo y propiedades físicas del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² en uso constructivo Huancayo 2021.
- Determinar el efecto de la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto en la manejabilidad del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021.

- Determinar el efecto de la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto en el contenido de aire del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021.
- Determinar el efecto de la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto en el tiempo de fragua del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021

1.3 Justificación e importancia

1.3.1 Justificación teórica

La información servirá como apoyo para futuras investigaciones dando un aporte dentro de la ingeniería de la construcción. Por ello, una construcción de una edificación haciendo como uso el análisis de una viga estructural en el que no solo se tome en cuenta los diseños estructurales sino también el análisis ambiental, económico y otros dentro del comportamiento del concreto en edificaciones. También, el mortero con ceniza de hoja de eucalipto es una investigación, el cual utiliza la hoja de eucalipto en reemplazo de un porcentaje de peso del cemento para posteriormente analizar su comportamiento físico.

El trabajo de investigación pretende satisfacer las necesidades dentro de las estructuras, así como económicas mediante una comparación que permitirá a constructores analizar las ventajas y desventajas de la adición de la ceniza de hoja de eucalipto dentro del comportamiento mecánico del concreto $f'c= 210$ kg/cm² y propiedades físicas del mortero como: manejabilidad, contenido de aire y tiempo de fragua.

1.3.2 Justificación práctica

El estudio determinará la utilización de las cenizas de hoja de eucalipto como reemplazo en porcentaje parcial del peso del cemento y agregado fino, dando así un requerimiento de cemento menor a lo convencional, dando como resultado una disminución de consumo excesivo de Clinker. Asimismo, se obtendrá

dosificaciones que permitirán la obtención de un óptimo porcentaje de hoja de eucalipto que será empleado en el concreto y mortero en reemplazo al cemento.

1.3.3 Justificación metodológica

La presente investigación plantea la metodología de empleo de cenizas de hoja de eucalipto para la elaboración de un concreto simple de diseño $f'c=210$ kg/cm² y mortero, en el cual se observa el efecto que tiene en la propiedad mecánica del concreto y propiedades físicas del mortero.

1.3.4 Importancia

El estudio realizado es de gran importancia, ya que se podrá obtener el comportamiento mecánico del concreto y físico del mortero reemplazando un porcentaje de cemento, lo cual conllevaría a disminuir el coste del concreto y mortero utilizando las hojas de eucalipto las cuales son extraídas en las cercanías de Huancayo.

1.4 Delimitación

1.4.1. Delimitación conceptual

Para la investigación tuvo como base la tecnología del concreto, consideraciones generales, propiedades mecánicas y físicas. Además, la resistencia del concreto en compresión, mediante el empleo del método de verificación de la calidad del concreto y su determinación se efectúa mediante el ensayo de probetas. También, la manejabilidad, contenido de aire y tiempo de fragua mediante el empleo de métodos de verificación con ensayos de mesa de flujo, ensayo de contenido de aire y ensayo de Vicat respectivamente determinando el cambio de estos al adicionar los distintos porcentajes de cenizas de hojas de eucalipto.

1.4.2. Delimitación espacial

Los ensayos para la presente investigación se realizaron en la región Junín, provincia de Huancayo y distrito de Huancayo

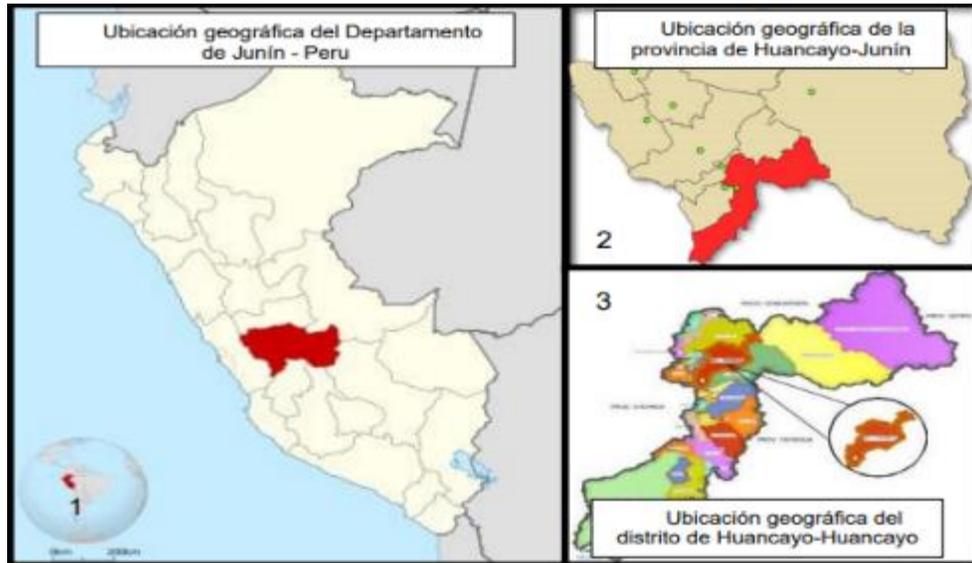


Figura 1. Delimitación espacial

1.4.3. Delimitación temporal

La investigación se realizará durante los meses comprendidos desde julio de 2021 a diciembre de 2021 teniendo en cuenta la temperatura del ambiente, humedad y velocidad del viento.

1.5. Hipótesis y descripción de variables

1.5.1. Hipótesis general

La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto es significativa en la propiedad mecánica del concreto $f'c$ 210 kg/cm² en uso constructivo y propiedades físicas del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021.

1.5.2. Hipótesis específicas

- La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto es significativa en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en uso constructivo Huancayo 2021.
- La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto es significativa en la manejabilidad del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021.
- La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto es significativa en el contenido de aire del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021.
- La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto es significativa en el tiempo de fragua del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021.

1.5.3. Variables

- Variable dependiente
 - Propiedad mecánica del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
 - Propiedades físicas del mortero
- Variable independiente
 - Ceniza de hoja de eucalipto

1.5.4. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
VI: Ceniza de hoja de eucalipto	Se define a la ceniza de hoja de eucalipto como “el residuo de fondo producto de la combustión de las hojas de eucalipto de edad madura” (ASTM C125, 2010)	Estudio de la ceniza del eucalipto	D1: Composición química	I1: Fluorecencia de rayos X	Investigación de laboratorio	NOMINAL
		La ceniza de eucalipto en diferentes proporciones con respecto al peso del cemento será incluida en la mezcla de concreto y mortero para luego medir las propiedades mecánicas y físicas.	D2: Granulometría	I1: Medio I2: Fino – Malla N°325	Investigación de laboratorio experimental	INTERVALO
		Propiedades del concreto con fibra obtenido del bagazo de caña de azúcar, para determinar la resistencia máxima de un material o su deformación ante un esfuerzo de a la tracción, flexión y compresión	D3: Dosificación	I1: Cantidad de ceniza de hoja de eucalipto del 5% I2: Cantidad de ceniza de hoja de eucalipto del 10% I3: Cantidad de ceniza de hoja de eucalipto del 15%	Investigación bibliográfica	INTERVALO
V2: Propiedad mecánica del concreto f'c 210 kg/cm2	Propiedades del concreto con fibra obtenido del bagazo de caña de azúcar, para determinar la resistencia máxima de un material o su deformación ante un esfuerzo de a la tracción, flexión y compresión	Propiedades y normativa del concreto Las propiedades mecánicas del concreto serán modificadas a partir de una mezcla patrón y la inclusión de las cenizas de hojas de eucalipto, sometida a ensayos de laboratorio.	D1: Resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2	I1: Resistencia a la compresión a 7 días de fraguado I2: Resistencia a la compresión a 14 días de fraguado I3: Resistencia a la compresión a 28 días de fraguado	Investigación de laboratorio experimental.	RAZÓN

<p>VD2: Propiedades físicas del mortero</p>	<p>“El mortero es una mezcla de aglutinante, cemento portland y otros cementantes, un material de relleno (agregado fino o grueso), agua de forma eventual aditivos, en la cual presenta propiedades químicas, físicas y mecánicas similares a las de concreto endurecido. Además, es utilizado para pegar piezas de albañilería en la construcción de muros o para recubrirlos” (Diego, 2000)</p>	<p>Propiedades físicas Del mortero Las propiedades físicas del mortero serán modificadas a partir de una mezcla patrón y la inclusión de las cenizas de hojas de eucalipto (CHDE), sometida a ensayos de laboratorio.</p>	<p>D1: Manejabilidad (Mesa de flujo)</p> <p>D2: Contenido de aire (Contenido de aire)</p> <p>D3: Tiempo de fragua (Aguja vicat)</p>	<p>I1: Fluidez del mortero de cemento patrón</p> <p>I2: Fluidez del mortero de cemento con 5% CHDE</p> <p>I3: Fluidez del mortero de cemento con 10% CHDE</p> <p>I4: Fluidez del mortero de cemento con 15% CHDE(%)</p> <p>I1: Ensayo de contenido de aire patrón</p> <p>I2: Ensayo de contenido de aire con CHDE 5%</p> <p>I3: Ensayo de contenido de aire con CHDE 10%</p> <p>I4: Ensayo de contenido de aire con CHDE 15%</p> <p>I1: Tiempo de fragua patrón</p> <p>I2: Tiempo de fragua del mortero de cemento con 5% CHDE</p> <p>I3: Tiempo de fragua del mortero de cemento con 10% CHDE</p>	<p>Investigación de laboratorio y experimental.</p> <p>RAZÓN</p> <p>RAZÓN</p> <p>RAZÓN</p>
---	--	---	---	--	---

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

2.1.1 Antecedentes internacionales

a) Artículo científico titulado: “*Evaluation of Mechanical Properties of Concrete Reinforced with Eucalyptus globulus Bark Fibres*”. El trabajo de investigación evaluó los efectos de la fibra de corteza de *Eucalyptus globulus* en las propiedades mecánicas tradicionales del hormigón como resistencia a la compresión y la flexión. En el cual se observó a medida que aumentaba la cantidad de fibras, disminuía la trabajabilidad de los compuestos. En la práctica, independientemente del tipo de cemento o del estado de las fibras (seco o saturado), una mezcla de 5% de fibras tiene el valor de compactación más bajo y una mezcla de 2% de fibras tiene un valor de compactación mayor, pero siempre menor que la muestra control. Además, se observó que las mezclas con fibras saturadas tienen valores de rendimiento ligeramente más altos que las fibras secas y que en condiciones de saturación las fibras eran incapaces de absorber agua. Por el contrario, cuando las fibras secas absorben agua, hay menos agua en la mezcla, lo que afecta la manipulación. Por ello se concluyó que solo hay una ligera reducción de la resistencia cuando se incluye un 0,5% de fibra de corteza de *E. globulus* (con respecto al peso del cemento). Además, uno de los resultados indica que la diferencia de fuerza no puede considerarse significativa ya que la reducción es menor que el error estándar. (4)

- b) Artículo científico titulado: “*Characterization and feasibility of using vegetable biomass ash in mortar*”. La investigación pretendió evaluar la incorporación de cenizas de biomasa vegetal, astillas de eucalipto (ECA), bagazo de caña de azúcar (CBCA) y cáscara de arroz (CDA), en morteros mixtos de cemento y cal, considerando sus propiedades y rendimiento mecánico. Una vez ejecutado los ensayos requeridos se obtuvo como resultado que para los pretratamientos (tamizado y triturado) y la adición de cal a la mezcla mejoraron la reactividad de las cenizas y se demostró un mejor desempeño para el mortero alternativo de 15 %, principalmente para aquellos frascos que contienen cascara de arroz (CDA). Por lo que se concluyó que reemplazo ideal es del 15% como sustituto al cemento, sin embargo, los sustitutos más altos pueden dar como resultado una lechada con menor resistencia o más porosidad. Para obtener un mejor resultado la ceniza debe ser tratada, triturada, tamizada y quemada a medida que se mejora su actividad puzolánica y se reducen los vacíos en el mortero. (5)
- c) Artículo científico titulado: “*Initial Study of Eucalyptus Wood Ash (EWA) as a mineral admixture in concrete*”. El trabajo presenta la posibilidad de utilizar las cenizas de madera de eucalipto como un aditivo para el concreto, dicha ceniza fue pasada por el tamiz N° 100 el cual se mezclará en 5, 10, 15 y 20% de la masa del cemento, se hizo un análisis físico y detectó que la ceniza de madera de eucalipto tiene una masa mayor que otros residuos de naturaleza orgánica y en cuanto al área superficial específica no es lo suficiente para mejorar en efectos filler y/o puzolánico, en su composición química presentó un porcentaje bajo de materia orgánica y un IAP menor a lo requerido en la norma brasileña, la cenizas de madera de eucalipto comprometió el rendimiento mecánico del concreto, en conclusión el procedimiento de tamizado no fue lo suficiente para utilizarlo como aditivo. (6)
- d) Monografía titulada: “*Análisis del efecto de la ceniza de biomasa como sustituto parcial del cemento en la elaboración de concreto simple*”. La

investigación tiene la finalidad de analizar el efecto de la ceniza de biomasa como un sustituto parcial en el cemento dentro de un concreto simple, para ello se realizaron los ensayos en laboratorio donde el resultado de la mezcla de las cenizas de cascarilla de arroz (RHA) con el hormigón reduce el efecto de la temperatura en la hidratación del cemento, adicional a ello mejora la trabajabilidad del hormigón, lo que aumenta el tiempo de fraguado inicial y final de las pastas de cemento, el reemplazo parcial del 12% y 15% con RHA puede ser suficiente para controlar la expansión tóxica que causa la reacción álcalis-sílice en el concreto. Por otro lado, para la ceniza de bagazo caña de azúcar (SCBA) se realizaron ensayos donde el reemplazo óptimo de cemento por SCBA en un 15% mejora el rendimiento ante la resistencia al impacto y durabilidad, sin embargo, al reemplazar un 30% de SCBA se tuvo una resistencia de 30MPa a los 28 días, por lo que se debe analizar más a detalle las proporciones que reemplacen al cemento. En cuanto a cenizas de paja de cebada al sustituir en 5% al cemento en el concreto a los 28 días aumenta la resistencia respecto a la muestra patrón. Con la adición de ceniza de mazorca de maíz (CCA) se determinó que, con una sustitución del 10% con respecto al cemento se reduce la absorción de agua de las muestras de concreto, con respecto a la resistencia de cubos de mortero ante ataques químicos donde el reemplazo óptimo es de 20% de CCA para la mejora de la resistencia hacia el cemento. Las cenizas de estiércol bovino (CMA) tiene la característica de aportar cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) en un 15.4% produciendo más silicato de cal hidratado a comparación con las cenizas antes mencionadas, se tienen resultados favorables para la resistencia a compresión con un reemplazo del 15% de CMA al cemento. Por lo que se concluyó que la ceniza de estiércol bovino (CMA) tiene mejores propiedades químicas y físicas teniendo un reemplazo del 15% del mismo con respecto al cemento en cuanto a resistencia a la compresión, con temperaturas de 500°C y 650°C se obtendrá las cenizas que garanticen un tamaño de partículas que mejoren las propiedades del concreto. (7)

e) Tesis titulada: “*Evaluación de la reactividad puzolánica de la ceniza de paja de arroz*”. La investigación pretendió evaluar la reactividad puzolánica de la ceniza de paja de arroz para su uso como adición en mezclas de cemento Portland, cuyos resultados obtenidos fueron satisfactorios para porcentajes de sustitución entre el 15 y 30%, dichos resultados son preliminares y crean un perfil de este material, como adición puzolánica en la posible utilización para la fabricación de morteros de cemento Portland, dentro de los ensayos realizados se verificó un residuo insoluble de la muestra fue del 63,08% y el contenido en sílice amorfa el 51,7%, esto se obtuvo mediante análisis químico que esta ceniza de paja de arroz contenía una gran cantidad de cloruros solubles, 4,7% Cl⁻ por gramo de muestra, que sobrepasan los límites establecidos en la normativa UNE EN 450-1. Debido a los cloruros solubles obtenidos la resistencia a la compresión del mortero de ceniza fue inicialmente ligeramente menor que la del mortero de control, pero con el tiempo superó la resistencia del mortero de control, especialmente a la edad de 90 días. (8)

2.1.2 Antecedentes nacionales

a) Tesis titulada: “*Influencia de la ceniza de hoja de eucalipto en las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes*”. La investigación evaluó la influencia de la ceniza de hoja de eucalipto en las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes donde se realizaron ensayos comparativos tanto con diseño patrón y con la sustitución de distintas dosificaciones dentro de las propiedades en estado fresco del mortero para la fluidez donde a mayor cantidad de ceniza de hojas de eucalipto el asentamiento se ve reducido, en lo concerniente al tiempo de fragua hubo reducción en comparación al mortero convencional lo cual indica que es beneficioso puesto que el calor de hidratación se controla y asegura sus características de resistencia, por otro lado en cuanto al contenido de aire se incrementa en un 10% de acuerdo a la dosificación de ceniza y dentro de la retención de agua en el mortero con reemplazo de la ceniza por el cemento disminuye hasta en 18.09% en cuanto a la relación del mortero convencional. Finalmente, de acuerdo a lo ejecutado se observa que las cenizas de hoja de

eucalipto mejoran las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes, donde el mejor comportamiento se da con un 4 % de ceniza, reduciéndose el asentamiento y la retención de agua en 7.73 % y 6.87 %; mientras que la resistencia a compresión en mortero, a la compresión axial en pilas y a compresión diagonal incrementan en 4.49 %, 6.42 % y 11.13. (9)

b) Tesis titulada: “*Resistencia de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de 15% de cemento por cenizas de eucalipto de hornos artesanales*”. La investigación tiene la finalidad de determinar la resistencia de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de 15 % de cemento por cenizas de eucalipto a edades de 7, 14 y 28 días de curado. Para evidenciar lo mencionado se realizaron ensayos comparativos entre el concreto patrón y concreto con sustitución de ceniza de eucalipto lo cual el resultado final fue que al sustituir en un 15 % de cenizas de eucalipto al concreto la resistencia aumentó en un 0.2 % a los 7 días de curado, a los 14 días en un 1.2 % y a los 28 días en un 1.5 %, alcanzando un máximo de 215.2 Kg/cm²; al sustituir se pudo observar la presencia de silicato tricálcico, el cual se manifestó por la observación de una alta tasa de hidratación, con favorables características hidráulicas, produciéndose un rápido endurecimiento que contribuye en forma esencial en las resistencias iniciales en la sustitución de 15%, la presencia de silicatos dicálcico se pone de manifiesto en cuanto a la velocidad de hidratación, fraguado y endurecimiento es más lento donde se logró alcanzar resistencias superiores a partir de 7 días y se obtuvo el máximo valor a los 28 días. Por el ello, se concluyó que el producto con presencia de calcios, silicatos y aluminatos con sustitución del 15 % aumentó su resistencia a los 28 días en un 1.5 % respectivamente respecto de un patrón. (10)

c) Tesis titulada: “*Resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo al cemento en 4 % y 8 % por la ceniza de tronco de Eucalipto (*Eucaliptus Globulus*)*”. En la investigación se realizaron ensayos comparativos entre un concreto patrón que no contenía ninguna sustitución de ceniza y concreto con distinto porcentaje de sustitución de ceniza de eucalipto donde la sustitución

de cenizas de eucalipto superó la resistencia promedio al 106.19 %, y a mayor tiempo de curado incrementa la resistencia con un porcentaje de 8 % dando como conclusión se tiene la posibilidad de emplear a la ceniza de eucalipto como material en la elaboración de concreto para elementos estructurales por incrementar la resistencia a la compresión axial, dando un incremento más significativo en la sustitución del 8% al cemento con cenizas de eucalipto. (11)

d) Tesis titulada: “*Resistencia de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 10 % y 16 % de cemento por una combinación de cascara de huevo y ceniz de hoja de eucalipto*” pretendió analizar y determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 10 % (7.5 % de polvo de cáscara de huevo + 2.5 % ceniza de hoja de eucalipto) y 16 % (12 % de polvo de cáscara de huevo + 4 % de cenizas de hoja de eucalipto) del peso del cemento, para tal fin aplico un diseño experimental que consistió en medir la resistencia a la compresión , peso unitario, trabajabilidad y contenido de aire. En la investigación se realizaron ensayos comparativos entre el concreto patrón y el concreto con la sustitución en distintos porcentajes en reemplazo al cemento, resulto más eficiente a la sustitución al 16 % (12 % de polvo de cáscara de huevo + 4% de cenizas de hoja de eucalipto) con una resistencia a la compresión de 194.20 kg/cm^2 y ambos fueron mayores al espécimen patrón que resistió una compresión de 187.76 kg/cm^2 , y a mayor cantidad de días de curado es mayor la resistencia obtenida, dando como conclusión que es posible implementar a la cáscara de huevo y hojas de eucalipto como cenizas al concreto para obtener una resistencia mayor a la que se diseñó reemplazando hasta en 16 % (12 % de polvo de cáscara de huevo + 4 % de cenizas de hoja de eucalipto), así mismo se comprobó que utilizando las sustituciones de manera conjunta eleva la potencia de las propiedades en cuando a la resistencia del concreto..(12)

e) Tesis titulada: “*Sustitución del cemento por 8 % y 16 % en combinación del molusco *trachy cardium procerum* (pata de mula) y hoja de eucalipto en mortero y determinar su resistencia*”. La investigación analizó y determinó la

resistencia a la compresión del mortero con sustitución en 8 y 16% del cemento con la mezcla de pata de mula y hojas de eucalipto cuya metodología utilizada dentro de la investigación fue aplicada, explicativa y de enfoque cuantitativo, para evidenciar el resultado se realizó un análisis comparativo entre el molusco (pata de mula) y la hoja de eucalipto en la cual el resultado con la adición de pata de mula contiene un 99.01% de componente cementante, mientras que el resultado de la adición de hoja de eucalipto posee un 64.18% en cuando a los propiedades del concreto, como conclusión se tuvo resultados favorables para la sustitución al 8% (5% de pata de mula + 3% de ceniza de hoja de eucalipto) el cual es equivalente a los resultados que generó el espécimen patrón, mientras que los resultados para la sustitución al 16% (10% de pata de mula + 6% de hojas de eucalipto) dieron resultados por debajo del espécimen patrón. (13)

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Ceniza de hoja de eucalipto

Las cenizas forman parte del proceso de combustión de un material y/u organismo, el cual al llevarla a una temperatura determinada puede producir diversos efectos en el nuevo material, los cuales podrán ser destinadas para trabajar como adición y/o sustitución de materiales cementantes establecido por normas locales e internacionales, por ello se debe conocer las características físicas y químicas de la ceniza de hoja de eucalipto para que pueda esta pueda estar incluida dentro los parámetros establecidos.

Por tanto, se dará a conocer los diferentes tipos de cenizas que puedan ser utilizadas como material cementante que demuestren su composición, método de recolección y característica física.

Las propiedades que pueda aportar como material de agregado fino en la elaboración de concreto $F'C=210\text{kg/cm}^2$, para dicho estudio es descrito por la norma NTP 400.011.

2.2.1.1 Clasificación de ceniza para uso cementante

2.2.1.1.1 Cenizas volantes

Se define a la ceniza volante como “el residuo finamente dividido que resulta de la combustión de carbón molido o en polvo y que es transportado por gases de combustión” (14)

Son aquellas cenizas producto de la combustión del carbón a temperaturas semejantes a 1500°C, llegada a estas temperaturas se generan partículas pequeñas las cuales serán fácilmente trasladadas por gases de la misma combustión, es por ello que para la recolección de la misma se utiliza Precipitador Mecánico o Electrostático el cual está suspendido y así logra atrapar las partículas de las cenizas, debido al tipo de carbón serán las nuevas propiedades físicas, mecánicas y químicas de la ceniza volante, es por ello que el ASTM C-618 clasifica a las cenizas volantes en dos:

a) Cenizas volantes clase F

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 sub-bituminoso y a partir de lignito. (15)

Son aquellas cenizas que en su composición inicial (carbón) contenía antracitas o carbones bituminosos, este posee propiedades puzolánicas mejorando las características en estado fresco y endurecido, estas deben de tener requisitos limitados por el ASTM C-618 las cuales son:

El uso de puzolana de Clase F que contenga hasta un 12,0 % de pérdida en ignición puede ser aprobado por el usuario, si el usuario está disponible en el registro de desempeño aceptable o resultados de pruebas de laboratorio

Tabla 2. Requisitos químicos Clase F

Requisitos químicos	
Clase	F
Fuente más común	Carbones bituminosos y antracitas
CaO	Max. 18%
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +e ₂ O ₃	Min 50%
SO ₃	Min. 5%
Humedad	Máx 3%
Pérdida en Ignición	Máx. 6%

Tomado de ASTM C618, 2020 (15)

Tabla 3. Requisitos físicos Clase F

Requisitos físicos	
Clase	F
Fuente más común	Carbones bituminosos y antracitas
Cantidad de retención tamiz 45 um (N°325)	Max. 34%
Índice de actividad	Min 75% y 28 días
Necesidad de agua	Min. 0.8%
Densidad	Var. Máx. 5%
Porcentaje retenido en 45 um	Var. Máx. 5%

Tomado de ASTM C618, 2020 (15)

Si teniendo las cenizas volantes y tienen las características físicas y químicas antes mostradas, se clasificaría como cenizas volantes de clase F.

b) Ceniza volante clase C

La ceniza volante de Clase C se produce normalmente durante la quema de lignito o carbón sub-bituminoso, y también puede producirse a partir de la antracita o carbón bituminoso. (15)

Aquellas cenizas que fueron producto de combustión de lignito o carbón sub-bituminoso las cuales contienen entre 15 % y 30 % de cal, estas además de tener propiedades puzolánicas añade algunas propiedades cementosas.

Al igual que para las cenizas volantes de clase F, estas deben de tener un requerimiento de composición química y física las cuales se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 4. Requisitos químicos Clase C

Requisitos químicos	
Clase	Clase
Fuente más común	Carbones sub-bituminosos y antracitas
CaO	Max. 18%
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +e ₂ O ₃	Min 50%
SO ₃	Min. 5%
Humedad	Máx 3%
Pérdida en ignición	Máx. 6%

Tomado de ASTM C618, 2020 (15)

Tabla 5. Requisitos físicos Clase C

Requisitos físicos	
Clase	Clase
Fuente más común	Carbones bituminosos y antracitas
Cantidad de retención tamiz 45 um (N°325)	Max. 34%
Índice de actividad	Min 75% y 28 días
Necesidad de agua	Min. 0.8%
Densidad	Var. Máx. 5%
Porcentaje retenido en 45 um	Var. Máx. 5%

Tomado de ASTM C618, 2020 (15)

a) Cenizas clase N

Las cenizas de clase N son puzolanas crudas o calcinadas. (15). Las puzolanas son materiales silicios o silicios y aluminosos, que en sí mismos tienen muy poco o ningún valor cementante, sin embargo, están finamente divididas y ante la presencia de humedad, reaccionan químicamente con el hidróxido de calcio a la temperatura ambiente para formar compuestos que poseen propiedades cementantes. (15)

Las cenizas de origen puzolánico se forman a partir de la combustión de Biomásas, se sabe que estos elementos tienen como principal composición química al óxido de calcio (CaO), el cuál al contacto con agua tiene una reacción cementante. Para poder tener a cenizas puzolánicas como sustituyente de cemento se tiene que tener parámetros establecidos por la norma internacional ASTM C618 y local NTP 334.069 en las cuales restringen en cuanto a composición química y propiedades físicas.

Los requerimientos físicos que debe cumplir la ceniza para poder ser utilizada como material cementante según la norma NTP 334.069.

Tabla 6. Tipo de cemento de albañilería

TIPO DE CEMENTO DE ALBAÑILERÍA	N	S	M
Finura, residuo sobre malla de 45 µm (No. 325), Max %	24	24	24
Expansión en autoclave	1.0	1.0	1.0
Tiempo de fraguado, método Gillmore			
Fraguado inicial, minutos, no menos que	120	90	90
Fraguado inicial, minutos, no más que	1000	1000	1000
Resistencia a la compresión (promedio de 3 cubos):			
La resistencia a la compresión de un cubo de mortero,			
Compuesto de 1 parte de cemento y 3 partes de arena			
Mezclado (mitad de arena normalizada gradada y mitad de arena normalizada 20-30) en volumen preparado y ensayado de acuerdo con la especificación debiendo ser igual o superior a los valores especificados para las edades indicadas siguiente:			
<input type="checkbox"/> 7 días, Mpa (psi)	3.4 (500)	9.0 (1300)	12.4 (1800)
<input type="checkbox"/> 28 días, Mpa (psi)	6.9 (900)	14.5 (2100)	20.0 (2900)
Contenido de aire del mortero, preparado y ensayado de acuerdo con los requerimientos de esta norma:			
<input type="checkbox"/> Máx., volumen %	8	8	8
<input type="checkbox"/> Min, volumen %	21	19	19
Valor de retención de agua, Min % de flujo original	70	70	70

Tomado de ASTM C618, 2020 (15)

Finalmente, para poder saber la composición química y física se utilizará los conocimientos en los estudios realizados a la materia (cenizas de hojas de eucalipto), para esto damos a conocer la composición química producto de las cenizas de hojas de eucalipto.

Tabla 7. Composición química de la ceniza de hoja de eucalipto

Composición química	Resultado (%)
Oxido de potasio (K ₂ O)	31.26
Oxido de magnesio (MgO)	28.75
Oxido de calcio (CaO)	20.24
Trióxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	6.53
Dióxido de silicio (SiO ₂)	5.63
Pentóxido de fósforo (P ₂ O ₅)	3.74
Trióxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	2.79
Oxido de mangneso (MnO)	0.36
Trióxido de azufre (SO ₃)	0.25
Cloruro (Cl)	0.23
Dióxido de titanio (TiO ₂)	0.15
Oxido de zinc (ZnO)	0.04
Dióxido de zirconio (ZrO ₂)	0.03
Bromuro (Br)	0.02

Tomado de Carrillo, 2018 (13)

2.2.1.2. Clasificación de cenizas para uso como agregado

Cabe mencionar que no se cuenta con una norma o parámetro establecido para la ceniza como parte de agregado para la elaboración de concreto, por ello que se analiza la NTP 400.011 (AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones), NTP 400.037 (AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto) como análisis de los parámetros que deba tener en cuenta un material y considerarlo como agregado para utilización en la formación del concreto, el cual “es un conjunto de partículas, de origen natural o artificial, que pueden ser tratadas o elaboradas y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.037 (NTP 400.037). Con ello se nos limita a tener parámetros tanto en agregado fino y agregado grueso, nuestra investigación se enfoca a utilizar a la

ceniza de hoja de eucalipto como agregado fino, es por ello que se estudiará los límites contemplados en la NTP 400.037 direccionados a agregado fino.

- Agregado fino

Agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9.5 mm (3/8 in) y queda retenido en el tamiz normalizado 74 μ m (N°200). (16)

Los parámetros establecidos por la norma peruana se muestran a continuación:

- ✓ Gradación

Se tiene límites de tamaños de partículas en porcentajes por cada tamiz, esto resulta como las mejores combinaciones de partículas en el desarrollo del concreto, los porcentajes por cada tamiz se muestra a continuación.

Adicional a ello se restringe la obtención del 45% del total en dos mallas consecutivas, el módulo de fineza estará comprendido entre 2.3 y 3.1.

Tabla 8. Porcentaje de tamiz

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 μ m (No. 30)	25 a 60
300 μ m (No. 50)	05 a 30
150 μ m (No. 100)	0 a 10

Tomado de NTC 400.037, 2014 (16)

- ✓ Sustancias deletéreas

Deberá estar libre de cantidades significativas de impurezas orgánicas, si se tiene un color oscuro deberá ser comprobado por la presencia de pequeñas cantidades de carbón, lignito o partículas similares. Los límites de sustancias orgánicas se presentan a continuación.

Tabla 9. Límites de sustancias orgánicas

Ensayo	Porcentaje del total de la muestra (máx.)
Terrones de arcilla y partículas friables	3,0
Materiales más finos que la malla normalizada 75 µm (No. 200): Concreto sujeto a abrasión Otros concretos	3,0 ^λ 5,0 ^λ
Carbón y lignito	
Cuando la apariencia de la superficie del concreto es importante	0,5
Otros concretos	1,0
Impurezas orgánicas	El agregado fino que no demuestre presencia nociva de materia orgánica, cuando se determine conforme NTP 400.013, se deberá considerar satisfactorio. El agregado fino que no cumple con el ensayo anterior, podrá ser utilizado si al determinar el efecto de las impurezas orgánicas sobre la resistencia de morteros (NTP 400.024) la resistencia relativa a los 7 días no es menor del 95%
En el caso de arena manufacturada los porcentajes de material más fino que la malla normalizada 75 µm (No. 200) pueden aumentarse a 5,0% y 7% respectivamente, siempre que estén libres de arcillas o limos. Para la caracterización de esos finos, existen diversos métodos disponibles, dentro de ellos el de Equivalente de Arena de la norma ASTM D 2419.	

Tomado de NTC400.037, 2014 (16)

✓ Inalterabilidad

Cuando el agregado utilizado para la creación del concreto estará sujeta a ambientes de deshielo y congelación se tendrá límites permisibles en pérdida por sulfatos mostrados a continuación.

Tabla 10. Agregado fino
AGREGADO FINO

Si utiliza solución de sulfato de sodio	Si utiliza solución de sulfato de magnesio
10%	15%

Tomado de NTC 400.037, 2014 (16)

2.2.1.3. Porcentajes a utilizar

Se tiene referencias de trabajos de investigación de adición de cenizas al concreto como sustituyente y/o adición en las cuales se observa la mejora de estos en porcentajes del 5 al 30 %. “Concluyó que es variable la utilización hasta un 20% de cenizas, si previamente las cenizas han sido tratadas para obtener un tamaño máximo de 0.15 mm”. (17)

El mejor comportamiento para concreto simple para morteros en muros no portantes se da con sustitución de ceniza en 4 % con el cemento. (9)

Entonces, se ampliará la visibilidad experimental obteniendo 5 %, 10 % y 15 % la sustitución del cemento con cenizas de hojas de eucalipto.

2.2.2. Concreto

Según la Norma Técnica de Edificación E.060 el concreto es una mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

2.2.2.1. Tipos de concreto

a) Concreto simple

“Es una mezcla de cemento portland, agregado fino, agregado grueso y agua. En la mezcla el agregado grueso deberá estar totalmente envuelto por la pasta

de cemento, el agregado fino deberá rellenar los espacios entre el agregado grueso y a la vez estar recubierto por la misma pasta”. (18)

b) Concreto armado

“Se denomina así al concreto simple cuando este lleva armaduras de acero como refuerzo y que está diseñado bajo la hipótesis de que los dos materiales trabajan conjuntamente, actuando la armadura para soportar los esfuerzos de tracción o incrementar la resistencia a la compresión del concreto” (18)

c) Concreto prefabricado

Elemento de concreto simple o armado fabricado en una ubicación diferente a su posición final en la estructura.

d) Concreto ciclópeo

Es el concreto simple en cuya masa se incorporan grandes piedras o bloques y que no contienen armadura.

e) Concreto de cascote

Es el constituido por cemento, agregado fino, cascote de ladrillo y agua.

f) Concreto premezclado

Es el concreto que se dosifica en planta, el cual puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es trasladado a obra. NTP 339.114:2012.

g) Concreto bombeado

Concreto que es impulsado por bombeo a través de tuberías hacia su ubicación final.

2.2.2.2. Componentes del concreto

a) El cemento

El cemento es el componente más activo del concreto y, generalmente, tiene el mayor costo unitario. Por ello, y considerando que las propiedades del concreto dependen tanto de la cantidad como de la calidad de sus componentes, la selección y uso adecuado del cemento son fundamentales para obtener en forma económica las propiedades deseadas para una mezcla dada. (19)

En el mercado existe gran variedad de cementos que pueden ser empleados indistintamente la cual estos tipos de cemento que proporcionan adecuados niveles de resistencia y durabilidad en obras civiles.

✓ Tipos de cemento

“La totalidad de los cementos empleados en el Perú son cementos portland tal como los especifica la Norma ASTM C 150; o cementos combinados, de acuerdo a lo indicado en la Norma ASTM C 595” (19)

b) Los agregados

El cemento está compuesto por una pasta de cemento y agua, así como también se encuentran partículas de algún material conocido como agregado, este agregado constituye en el porcentaje más alto que interviene en la mezcla por metro cúbico (19)

El agregado proveniente para la mezcla puede ser natural que es producto de la intemperie y con la acción del viento, así como también artificial que es producto de la trituración de rocas.

✓ Agregados finos

“Se considera como agregados finos a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan el tamiz 9.5 mm (3/8”) y que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037”. (19)

La arena proveniente de la desintegración natural de las rocas que son arrastradas por corrientes aéreas o fluviales se acumulan en lugares determinados.

- **Granulometría:**

La granulometría es la distribución por tamaños de las partículas de arena. La distribución del tamaño de partículas se determina por separación con una serie de mallas normalizadas. Las mallas normalizadas utilizadas para el agregado fino son las N°4, 8, 16, 30, 50 y 100. (19)

Tabla 11. Límites granulométricos del agregado fino

Tamiz		Porcentaje que pasa (en masa)
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)	10 a 30*
150 µm	(No. 100)	2 a 10**

Tomado de ASTM C33-033, 2015

- ✓ **Agregados gruesos**

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz ITUNTEC 4.75 mm (N°4) proveniente por descomposición natural o mecánica de las rocas y sujeto a los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037. el agregado grueso puede ser grava, piedra chancada, etc. (19)

- ✓ **El agua**

El agua como elemento del concreto es usado para la obtención de la hidratación del cemento, lubricación y trabajabilidad de la mezcla. “El agua empleada en la preparación y el curado del concreto deberá de cumplir con los requisitos de la norma NTP 339.088 y ser de preferencia, potable”. (19)

2.2.2.3. Propiedades del concreto

a) Propiedades físicas

✓ Trabajabilidad

Esta propiedad se define como la mayor o menor dificultad en la mezcla, transporte, colocación y compactación del hormigón, esta propiedad está fuertemente influenciada por la pasta de cemento, por la relación agua-cemento elegida en el diseño de la mezcla, por el equilibrio entre los agregados gruesos. bien entonces. El método utilizado para determinar esto es la prueba de asentamiento (Slump) que se mide con el cono de Abrams. (20)

✓ Consistencia

La consistencia del concreto es una propiedad que define la humedad de la mezcla en función de su grado de fluidez; lo que significa que cuanto más húmeda sea la mezcla, más fácil será que el hormigón fluya durante su instalación. (21)

Tabla 12. Consistencia, asentamiento y tolerancia del concreto fresco

Consistencia	Asentamiento(cm)	Tolerancia(cm)
Seca	0-2	0
Plástica	3-5	±1
Blanda	6-9	±2
Fluida	10-15	±3

Tomado de Bernal, 2014 (36)

✓ **Segregación**

Consiste en la separación de los materiales de la mezcla de hormigón, se presenta en dos formas:

- Separación entre agregados gruesos y finos: ya sean por que se amontonan o por que se van al fondo de los elementos por acción de la gravedad, esto produce cangrejas. (22)
- Por la separación entre la pasta y los agregados: Se presenta por exceso de humedad. (22)

✓ **Exudación**

Propiedad por la cual parte del agua se mezcla, se separa de la masa y asciende a la superficie del concreto. La exudación ocurre inevitablemente en el concreto, no controlarla puede tener efectos negativos en el concreto, una forma de controlarla es realizar pruebas estándar administradas por la Norma ASTM C-232. (21)

b) Propiedades mecánicas

✓ **Resistencia**

La resistencia es una propiedad muy importante ya que nos mide el máximo esfuerzo que soporta un elemento sin ser fracturado.

✓ **Elasticidad**

Es la capacidad del hormigón de deformarse bajo carga sin que se produzca ninguna deformación unitaria. Estrictamente hablando, el hormigón no es un material resiliente ya que no presenta ningún comportamiento lineal en ninguna parte de las gráficas de carga versus deformación bajo compresión. Sin embargo, es común definir un módulo de elasticidad estático del hormigón mediante una recta tangente a la parte inicial del diagrama, o una recta secante

que une el origen del diagrama con un punto generalmente establecido es a % el esfuerzo último. (21)

✓ **Durabilidad**

Se define al concreto durable a aquel que puede resistir, en grado satisfactorio, los efectos de las condiciones de servicio a las cuales él está sometido.

✓ **Permeabilidad**

La permeabilidad en el hormigón se da determinando la cantidad de agua que se fuerza a fluir hacia una muestra durante un intervalo de tiempo dado, o bien por la determinación la cantidad de agua que se drena de la superficie opuesta expuesta al aire en un cierto intervalo de tiempo. (22)

2.2.3. Mortero

El mortero es una mezcla de aglutinante, cemento portland y otros cementantes, un material de relleno (agregado fino o grueso), agua de forma eventual aditivos, en la cual se presentan las propiedades mecánicas, propiedades físicas y también químicas parecidas al concreto endurecido. Además, se usa en la albañilería para unir piezas de muros o para tarrajeo.

También, es considerada como mezcla o unión uniforme de agregado fino, agua y finalmente cemento; asimismo, se puede añadir algún tipo de aditivo.

2.2.3.1. Tipos de morteros

a) Mortero de yeso

Es un producto industrial que se prepara con agua y yeso hidratado, el cual varia su porcentaje de agua de acuerdo a la calidad, cocción y grado de finura del yeso. El mortero debe ser preparada de acuerdo a la necesidad, ya que su fraguado es rápido en un tiempo de 5 minutos aproximadamente y culmina en un cuarto de hora. También, su resistencia es menor al resto de morteros; sin embargo, endurece muy rápido.

Los morteros de cal y arena se usan para:

- Para revestir los paramentos de las viviendas y sustituyen al mortero de barro.
- Sirven como aglomerantes para piezas de mampostería.
- Sirven para cubrir las juntas de muros.

b) Mortero de cemento y cal

El mortero de cemento, arena y cal las cuales une las cualidades de todos, esta al aumentar más cantidad de cemento que cal tendrá como resultado mayor resistencia y caso contrario sucede si se aumenta más cal será más flexible.

c) Mortero de cemento portland

Es una mezcla de cemento, arena y agua, el cual posee gran resistencia y asimismo rapidez en secarse y endurecerse. Sin embargo, es escasamente flexible y puede agrietarse con facilidad. Además, se emplean arenas con ligeros contenidos de limo o arcilla para brindarle mayor trabajabilidad al mortero, sin embargo, los morteros elaborados con este tipo de arena no son muy resistentes.

Los usos de los morteros son los siguientes:

- Morteros para mantener los elementos en la posición deseada.
- Morteros con alta resistencia a cargas de compresión o abrasión.
- Morteros para relleno (reparación de elementos).
- Morteros para revestimientos (pañetes).

2.2.3.2. Usos de los morteros

Los morteros pueden tener diferentes usos en construcción de elementos estructurales o en la mampostería estructural. Así mismo, existen otros morteros que no tienen función estructural y son recubrimiento en pañetes. (23)

a) Morteros de pega

Las cualidades que debe tener este tipo de morteros son especiales, ya que estas estarán sometidas a esfuerzos de tensión y compresión.

b) Mortero de relleno

Este mortero debe tener una resistencia adecuada, debido a que son utilizadas para llenar las celdas de los elementos de mampostería.

c) Mortero de recubrimiento

El mortero de recubrimiento tiene como función proporcionar el embellecimiento de superficies para luego aplicar la pintura, además la plasticidad en estos morteros es importante; sin embargo, no necesitan tener una resistencia determinada.

Tabla 13. Uso del mortero

Mortero	Usos
1:1	Apto para impermeabilizaciones y rellenos.
1:2	Impermeabilización, pañetes de tanques subterráneos y rellenos.
1:3	Impermeabilizaciones menores y pisos.
1:4	Pega para ladrillos en muros y baldosines, además de pañetes finos.
1:5	Pañetes exteriores, pega de ladrillos y baldosines, pañetes.
1:6 Y 1:7	mampostería en general y pañetes no muy finos.
1:8 Y 1:9	Pegas para construcciones de demoliciones pronta y estabilización de taludes en cimentaciones.

Tomado de Tecnología del concreto y del mortero (24)

También, se tiene de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) (MVCS, 2010), el mortero destinado a la albañilería debe cumplir con la NTP 399.607 Y NTP 399.610.

2.2.3.3. Propiedades del mortero

a) Propiedades físicas

✓ Manejabilidad

Esta propiedad es importante para los morteros de relleno de celdas, ya que dependerán del contenido de agua, el uso de aditivos, la forma y textura de los agregados empleados y finura del cemento. Cabe mencionar, que es evaluado

el ensayo de mesa de flujo o método de penetración (La tecnología de los morteros, 2001).

✓ **Retención de agua**

Esta refiere a la capacidad del mortero de mantener su plasticidad cuando queda en contacto con la superficie sobre la que va a ser colocado. Por ejemplo, un ladrillo y debe ser alta, para evitar agrietamientos perdidas de resistencias, los cuales se logran con el uso de cal o aditivos.

La retención de agua influye en la velocidad de endurecimiento y en la resistencia final, ya que un mortero que no retenga el agua no permite la hidratación del cemento. Por último, para poder mejorar la retención de agua se puede agregar cal, o aumentar el contenido de finos en la arena o emplear aditivos plastificantes o incorporadores de aire. (25)

✓ **Contenido de aire**

Este ensayo es aplicado para poder evaluar si el cemento cumple o no con los requerimientos de inclusión de aire de la especificación pertinente de cemento. (26) Además, este método de prueba cubre la determinación del contenido de aire del mortero de cemento hidráulico en las condiciones que se especifican a continuación. (28)

También, es el volumen de aire que se encuentra de manera variable en cantidad, forma y tamaño de burbujas, sin embargo, de encontrarse burbujas de un diámetro menos a 1 mm, estas otorgaran al concreto mayor durabilidad y trabajabilidad. Además, el incremento del contenido de aire se da por mezclas pobres de cemento, mayor cantidad de arena, agregados con tamaño máximo menor, operaciones de mezclado más fuertes o inclusiones de aditivos incorporadores de aire. (23)

Por último, la NTP 399.610 (27) establece los valores máximos de contenido de aire para morteros, el cual se muestra en la siguiente tabla.

✓ **Tiempo de fragua**

El tiempo de fraguado es aquel tiempo necesario para el endurecimiento y pérdida de plasticidad por completo del mortero de cemento, el cual es producido principalmente por la desecación y la re cristalización de los hidróxidos metálicos debido a las reacciones químicas producidas con el agua de amasado. (29)

El método utilizado en la (NTP 334.006:2003) y en las normas de los diferentes países para obtener el tiempo de fraguado del cemento son la aguja de Vicat. Se ha probado desde un punto de vista experimental, que cuando se mezcla un cemento con una cantidad apropiada de agua, de tal modo que se obtenga una consistencia definida (consistencia normal), se obtiene una masa plástica que conserva su plasticidad durante un tiempo determinado; a continuación se produce un aumento brusco de su viscosidad, a la vez que un incremento de la temperatura de la pasta, que se pone de manifiesto por la resistencia que la masa ejerce a la penetración de la aguja (principio de fraguado), a partir de ese momento la masa va adquiriendo mayor rigidez y su resistencia a la penetración va aumentando, hasta que cesa su deformabilidad (final de fraguado) (Materiales de Construcción, 2014).

2.2.4. Método ACI

El método ACI se basa en que los agregados que se utilizan deban cumplir con los requisitos físicos y granulométricos establecidos por ASTM C-33, determina el agua de manera empírica en función del tamaño máximos de la piedra y del módulo de fineza de la arena, correlacionando la relación agua/cemento en peso para una determinada resistencia a la compresión. (30)

Se tiene un procedimiento establecido con tablas de acuerdo a la caracterización de los agregados, pesos y volúmenes; a continuación, se muestra las tablas y procedimiento establecido por el ACI.

- Determinar el asentamiento (Slump)

ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA VARIOS TIPOS DE ESTRUCTURAS		
TIPO DE ESTRUCTURAS	ASENTAMIENTOS EN PULGADAS	
	MÁXIMO	MÍNIMO
Zapatas y muros de cimentación reforzados.	3	1
Cimentaciones simples, cajas y sub estructuras de muro.	3	1
Vigas y muros armados.	4	1
Columnas de edificios.	4	1
Losas y pavimentos.	3	1
Concreto ciclópeo.	2	1

El asentamiento puede incrementarse en 1" si se emplea un método de consolidación diferente a la vibración.

Consistencia	Asentamiento	Trabajabilidad
Seca	0" a 2"	Poco trabajable ó rígida
Plástica	3" a 4"	Trabajable ó móvil
Húmeda	5"	Muy trabajable ó colado

Figura 2: Asentamiento recomendado para varios tipos de estructuras

- Volumen unitario del agua

Se determina relacionando el asentamiento establecido con el tamaño máximo de la piedra, con el conocimiento de incorporar aire o no.

Asentamiento	Agua, en 1/m ³ , para los tamaños más nominales de agregado grueso y consistencia indicados.							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
Concretos con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154

Esta tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

- Los valores de esta tabla se emplearán en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corresponden a agregado grueso de perfil angular y granulometría comprendida dentro de los límites de la Norma ASTM C 33.
- Si el valor del tamaño máximo del agregado grueso es mayor de 1 1/2", el asentamiento se determinará después de retirar, por cernido, las partículas mayores de 1 1/2".

Figura 3. Asentamiento Tomado de Pasquel (30)

- Contenido de aire

Se considera el aire atrapado según el tamaño máximo nominal de la piedra.

Tabla 14. Contenido de aire atrapado

Tamaño máximo nominal	Aire atrapado
3/8"	3.0 %
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Tomado de Pasquel (30)

- Relación agua – cemento por resistencia

Se determina el a/c mediante el F'CR (resistencia promedio requerida) que se desea a los 28 días de fraguado el concreto, esto se calcula agregando un valor de seguridad a la resistencia proyectada, con el conocimiento si se incorporará aire o no; si en caso no se observa el valor a una determinada resistencia, se procederá a hacer una interpolación entre los valores inmediato superior e inferior. Obtenido el a/c y el peso de agua, se puede obtener el peso del cemento, y al tener el peso específico del cemento y agua, se puede conseguir el volumen de cada uno.

Tabla 15. Relación agua - cemento por resistencia

1 ER (28 días)	Relación agua – cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43
450	0.38

Tomado de Pasquel (30)

- Volumen remanente

Se suma todos los volúmenes de los insumos del concreto calculado hasta el momento y los cuales son el cemento, agua, aire; y a esto se le determina que volumen de agregados se tendrá que adicionar.

- Peso de agregado grueso

Se procede a calcular el peso del agregado grueso de acuerdo al tamaño máximo nominal y al módulo de fineza del agregado fino, el cual se multiplicará por el peso específico de la piedra, obteniendo el volumen de la piedra.

Tabla 16. Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos adultos de fineza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
½"	0.59	0.57	0.55	0.53
¾"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 ½"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Tomado de Pasquel (30)

- Volumen del agregado fino

Una vez obtenida el volumen del agregado grueso, se puede obtener el volumen del agregado fino restando al volumen remanente sumado el volumen del agregado grueso, al tener el volumen y conociendo el peso específico del agregado fino, se conocerá el peso del agregado fino

- Corrección por humedad de agregados

Se determinará el peso del agregado fino y grueso con el porcentaje de humedad de cada uno, esto se obtiene multiplicando al peso seco calculado anteriormente por el porcentaje de humedad adicionado la unidad.

- Aporte del agua

Se determina el aporte del agua de los agregados en el diseño de mezcla, se multiplicará al agregado por la diferencia del porcentaje de humedad menos el porcentaje de absorción todo dividido entre 100.

- Agua efectiva

El agua efectiva será la sustracción al agua calculado en el diseño en seco menos la suma de ambos aportes de agua del agregado fino y grueso.

- Diseño corregido

Con esto ya se tiene la proporción de agua, cemento, agregado grueso y agregado fino para 1 metro cúbico.

2.3. Definición de términos básicos

- ✓ Aditivo. Sustancia química, generalmente dosificada por debajo del 5% de la masa del cemento, distinta del agua, los agregados, el cemento y los refuerzos de fibra, que se emplea como ingrediente de la pasta, del mortero o del concreto, y se agrega al conjunto antes o durante el proceso de mezclado, con el fin de modificar alguna o algunas de sus propiedades físicas, de tal manera que el material se adapte de una mejor forma a las características de la obra o las necesidades del constructor. (31)
- ✓ Cal libre. "Compuesto químico (Cao) que normalmente se encuentra en baja proporción en el Clinker. En concentraciones mayores, superiores probablemente a un 2%, puede ser peligrosa porque provoca expansiones en el concreto ya endurecido". (32)

- ✓ Concreto. “Es una mezcla de cemento como un medio aglutinador, agregados finos (arenas), agregados gruesos (gravas) y agua”. (32)
- ✓ Durabilidad. “Capacidad que tiene la obra para resistir la acción del clima, el ataque químico, abrasión y otras condiciones, a que está expuesta”. (32)
- ✓ Puzolana. “Material natural o artificial amorfo, silicio capaz de reaccionar con la cal que libera el cemento durante su hidratación para mejorar las propiedades del concreto. La puzolana más popular es la piedra poma”. (32)
- ✓ Resistencia mecánica. “Es la capacidad máxima de los materiales para soportar cargas o tensiones sin llegar a su límite de destrucción”. (32)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Método, y alcance de la investigación

3.1.1 Método de la investigación

El método de la investigación es científico, ya que es “un procedimiento reflexivo, sistemático, controlado y crítico que tiene por finalidad descubrir o interpretar los hechos y fenómenos de un determinado ámbito de la realidad”.

(33) Gomez

El método científico consiste en comprobar y medir las variaciones o efectos que sufre una situación cuando en ellas se introduce una nueva causa. En los experimentos controlados, se cambian uno o más factores bajo condiciones que permitan evaluar los efectos del cambio, si lo hay.

La investigación empleó un enfoque cuantitativo, debido a que es secuencial y probatorio.

3.1.2 Alcances de la investigación

3.1.2.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada, porque se pone en práctica los conocimientos adquiridos para el beneficio de una determinada población. (34)

Es una investigación experimental, debido a que estudia las relaciones de causalidad utilizando la metodología experimental con la finalidad de controlar los fenómenos. Conforme a la teoría revisada el trabajo de investigación se clasifica del tipo aplicada.

3.1.2.2 Nivel de la investigación

El nivel de investigación mide dos o más variables, estableciendo su grado de correlación, pero sin pretender dar una explicación completa (de causa y efecto) al fenómeno investigado, sólo investiga grados de correlación, dimensiona las variables. (34)

Es explicativo, puesto que va más allá de la descripción de conceptos, fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales, su interés se centra en explicar porque ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables.

Las investigaciones explicativas son más estructuradas que los estudios con los demás alcances y, de hecho, implican los propósitos de estos (exploración, descripción y correlación o asociación); además de que proporcionan un sentido de entendimiento del fenómeno a que hacen referencia.

Conforme a la teoría revisada el trabajo de investigación se clasifica de nivel explicativo.

3.2 Diseño de la investigación

3.2.1 Tipo de diseño de la investigación

El diseño de la investigación del tipo experimental por que se manipula las variables para observar los efectos de la variable independiente sobre la dependiente.

Los experimentos manipulan tratamientos, estímulo a influencias o intervenciones (denominadas variables independientes) para observar sus efectos sobre variables (las dependientes) en una situación de control. (35)

El diseño experimental establece las condiciones de las comparaciones que exigen las hipótesis y permite al investigador interpretar los datos a través del análisis estadístico.

Conforme a la teoría revisada el trabajo de investigación se clasifica en tipo de diseño experimental.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

Esta investigación tiene como población probetas de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y morteros de albañilería adicionando cenizas de hojas de eucalipto (en reemplazo al peso del cemento en 5 %, 10 % y 15 %).

Los porcentajes utilizados en la presente investigación es orientada a los antecedentes tal y cual menciona (11) en un rango de 4 % al 12 % teniendo poca información al 4% al igual que (10) describe un ámbito amplio sobre en la sustitución del 15%, es por ello que se toma un rango más amplio del 5 %, 10 % y 15 %.

3.3.2 Muestra

❖ Propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Se trabajará con probetas de concreto de 4"x8"

✓ Grupo control: 9 probetas de concreto 4"x8", sin el uso de ceniza de hoja de eucalipto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de los cuales 3 se ensayarán a los 7 días, 3 a los 14 días y 3 a los 28 días.

✓ Grupo experimental: 9 probetas de concreto 4"x8", con el uso de ceniza de hoja de eucalipto en un porcentaje de (5%) con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con remplazo

al cemento de los cuales 3 se ensayarán a los 7 días, 3 a los 14 días y 3 a los 28 días.

- ✓ Grupo experimental: 9 probetas de concreto 4"x8", con el uso de ceniza de hoja de eucalipto en un porcentaje de (10%) con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con remplazo al cemento de los cuales 3 se ensayarán a los 7 días, 3 a los 14 días y 3 a los 28 días.

- ✓ Grupo experimental: 9 probetas de concreto 4"x8", con el uso de ceniza de hoja de eucalipto en un porcentaje de (15%) con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con remplazo al cemento de los cuales 3 se ensayarán a los 7 días, 3 a los 14 días y 3 a los 28 días.

- ✓ Grupo experimental: 9 probetas de concreto 4"x8", con el uso de ceniza de hoja de eucalipto en un porcentaje de (5%) con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con remplazo al agregado de los cuales 3 se ensayarán a los 7 días, 3 a los 14 días y 3 a los 28 días.

- ✓ Grupo experimental: 9 probetas de concreto 4"x8", con el uso de ceniza de hoja de eucalipto en un porcentaje de (10%) con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con remplazo al agregado de los cuales 3 se ensayarán a los 7 días, 3 a los 14 días y 3 a los 28 días.

- ✓ Grupo experimental: 9 probetas de concreto 4"x8", con el uso de ceniza de hoja de eucalipto en un porcentaje de (15%) con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con remplazo al agregado de los cuales 3 se ensayarán a los 7 días, 3 a los 14 días y 3 a los 28 días.

❖ Propiedades físicas del mortero

Se trabajará con ejemplares de mortero para diferentes ensayos de laboratorio.

- ✓ Grupo control: 3 ejemplares para ensayo de mesa de flujo sin adición de cenizas de hojas de eucalipto, 3 ejemplares para ensayo de tiempo de fragua sin adición de cenizas de hojas de eucalipto, 1 ejemplar para ensayo de contenido de aire sin adición de cenizas de hojas de eucalipto.
- ✓ Grupo experimental: 9 ejemplar para ensayo de mesa de flujo con adición de cenizas de hojas de eucalipto al 5 %, 10 % y 15 %; 9 ejemplares para ensayo de tiempo de fragua con adición de cenizas de hojas de eucalipto al 5 %, 10 % y 15 %; 3 ejemplares para ensayo de contenido de aire con adición de cenizas de hojas de eucalipto al 5 %, 10 % y 15 %.

Tabla 17. Cuadro de resumen de ensayos elaborados para el concreto y mortero

	MADUREZ	GRUPO CONTROL				GRUPO EXPERIMENTAL			TOTAL	
		GRUPO CONTROL	EXPERIMENTAL SUSTITUYENTE AL CEMENTO				EXPERIMENTAL SUSTITUYE AL AGREGADO FINO			
DOSIS		0%	5%	10%	15%	5%	10%	15%		
CONCRET O F´C=210 KG/CM2	Resistencia a la compresión	7 14 28	3	3	3	3	3	3	3	21 21 21
MORTERO PARA ASENTADO DE LADRILLO EN MUROS NO PORTANTES	Mesa de flujo Tiempo de fragua Contenido de aire	- - -	3	3	3	3	0	0	0	12 12 4

3.3.3 Muestreo

Después de tener los datos del tamaño muestra, se utilizó el tipo de muestreo probabilístico estratificado proporcional. ya que se trabajará manipulando la muestra

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnica

La técnica utilizada para la presente investigación será la observación y experimentación, para diseños de mezcla con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, variando el diseño por el uso la ceniza de hoja de eucalipto por clasificación, granulometría y dosificación; para ello se elaborarán testigos de concreto que nos permitirán conocer el comportamiento mecánico del concreto a los (7d,14d y 28d), y las propiedades físicas del mortero mediante el ensayo manejabilidad, contenido de aire y tiempo de fragua para asentados de ladrillos en muros no portantes.

3.4.2 Instrumento de recolección de datos

a) Observación directa:

La finalidad de la técnica de observación directa fue obtener una perspectiva total del comportamiento de las variables estudiadas. Por ejemplo, la edad, el color y tipo de hoja de eucalipto, los cuales no fueron considerados en el estudio, pero fueron referentes para determinar los procedimientos adecuados de ejecución.

b) Análisis de documentos

El análisis de documentos nos permitió, recopilar los datos e información pre y post ejecución de los ensayos de laboratorio, así mismo, se pudo definir y establecer los ensayos correctos a desarrollar en la presente investigación. Por último, se evaluó y verificó que se encuentren reglamentadas las propiedades y ensayos a trabajar.

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos en la ejecución de la presente investigación serán los siguientes:

- Normativa vigente (NTP y ASTM), en las cuales se encuentran los procedimientos para elaborar los diferentes ensayos de concreto y mortero.
- Formato de diseño de mezcla
- Formato de control slump
- Formato de ensayo de mesa de flujo

- Formato de ensayo de contenido de aire
- Formato de tiempo de fragua
- Formato de granulometría
- Formato de peso unitario
- Formato de control de resistencia mecánica

3.5 Validez

La validez consiste en que es un concepto propio de la lógica, la cual es una ciencia que nos enseña cuales son las condiciones de validez de los razonamientos, de las inferencias de las proposiciones. Por lo cual ésta es la mejor aproximación posible a la verdad que puede tener una proposición, una inferencia o conclusión. (36)

La validez del contenido se determina generalmente mediante el juicio de expertos. Para esto se presenta la tabla: 18

Tabla 18: Validez de datos

0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Tomado de Bernal, 2010 (36)

De acuerdo a los expertos se determinó lo siguiente:

Experto 1

Apellidos y nombres:	Tejeda Quispe Sindy Fiorela
Profesión	Ingeniera Civil
Registro CIP No:	N° 200808
Email:	Fiorelatq24@gmail.com
Teléfono:	932234173

De acuerdo al experto 1, por tanto, el resultado del instrumento de investigación es de 0.75, lo cual nos indica una excelente validez.

Experto 2

Apellidos y nombres:	Raez Saavedra Claudia Luz
Profesión	Ingeniera Civil
Registro CIP No:	N° 64051
Email:	claudialbrs@hotmail.com
Teléfono:	963290953

De acuerdo al experto 2, por tanto, el resultado del instrumento de investigación es de 0.75, lo cual nos indica una excelente validez.

Experto 3

Apellidos y nombres:	Flores Peña Jakelyn
Profesión	Ingeniera Civil
Registro CIP No:	N° 109102
Email:	
Teléfono:	965997711

De acuerdo al experto 3, por tanto, el resultado del instrumento de investigación es de 0.775, lo cual nos indica una excelente validez.

El resultado de validez del análisis del instrumento de investigación a nivel de los tres expertos es de 0.758. que al comprobar en la tabla 18 se interpreta como una excelente validez.

3.6 Procedimiento de la investigación

a. Diagrama de flujo de investigación

Tabla 19. Ensayos mecánicos del concreto y ensayos físicos del mortero

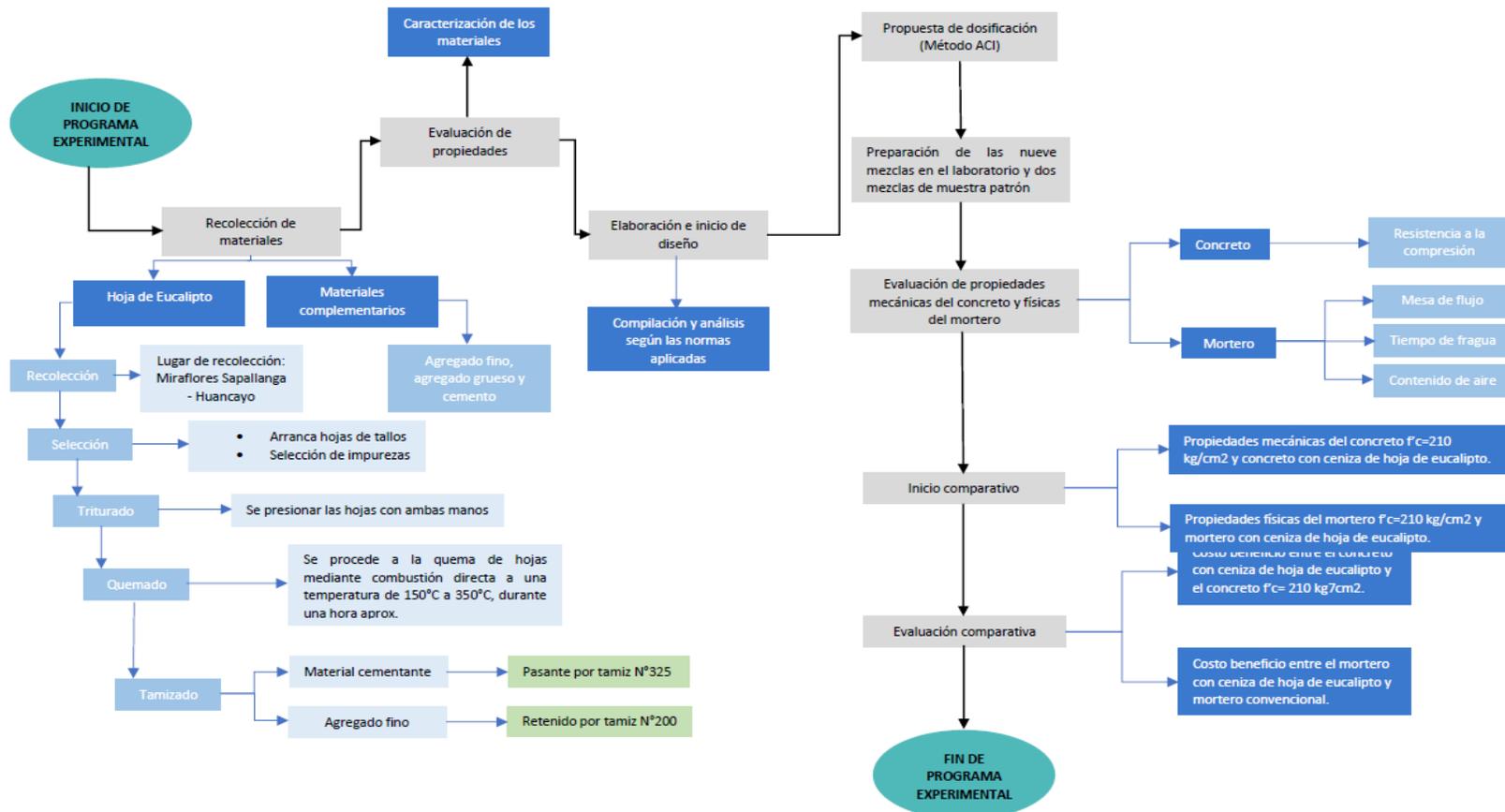


Diagrama 1: Flujo de investigación

ENSAYO	DESCRIPCIÓN	NORMA		Unid
		ASTM	NTP	
PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO	Este ensayo determinará los valores de densidad aparente para las proporciones para mezclas de concreto	ASTM C29	NTP 400.017	kg/cm ³
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO	Este método determina el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas de sumergido en agua de agregados gruesos.	ASTM C127	NTP 400.021	adimensional - %
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO	Este método determina el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas de sumergido en agua de agregados finos.	ASTM C128	NTP 400.022	adimensional - %
MÓDULO DE FINURA	Es el factor que se obtiene por la suma de los porcentajes acumulados de material de una muestra de agregado en cada uno de los tamices de la serie específica y dividido por 100	ASTM C136	NTP 400.011	adimensional
CONTENIDO DE HUMEDAD	Medirá la humedad en la muestra de ensayo en forma más confiable que lo que representaría en la muestra el suministro de agregados	ASTM C566	NTP 400.010	%
GRANULOMETRÍA	Este método determina la clasificación de los materiales propuestos para su uso como agregados.	ASTM C136	NTP 400.012	huso
ENSAYOS MECANICOS DEL CONCRETO				
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Este método trata de determinar la resistencia a compresión de especímenes cilíndricos de concreto.	ASTM C39/C39M-17	NTP 339.034	kg/cm ²
ENSAYOS FISICOS DEL MORTERO				
MANEJABILIDAD	Este ensayo se utiliza para determinar el flujo de los morteros de cemento hidráulico y pastas de cemento	ASTM C230	NTP 334.003	mm
CONTENIDO DE AIRE	Este ensayo es aplicado para poder evaluar si el cemento cumple o no con los requerimientos de inclusión de aire de las especificaciones pertinente del cemento.	ASTM C185-20 / ASTM C231	NTP 399.610	%
TIEMPO DE FRAGUA	Este ensayo establece el procedimiento para determinar el tiempo de fraguado del cemento hidráulico mediante la aguja de vicat.	ASTM C191	NTP 334.006	minutos

Tabla 20. Dosificación de la ceniza de hoja de eucalipto

DOSIFICACIONES PROPUESTAS

		madurez	M	MERC	MERC	MERC	MERA	MERA	MERA	tota
		P	1	2	3	1	2	3	l	
Dosis		0								
		días	%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	
CONCRETO F'c=210 kg/cm ²	<i>Resistencia a la compresión</i>	7	3	3	3	3	3	3	3	21
		14	3	3	3	3	3	3	3	21
		28	3	3	3	3	3	3	3	21
MORTERO PARA	Mesa de flujo		3	3	3	3	0	0	0	12
MURO NO	Tiempo de fragua mortero		1	1	1	1	0	0	0	4
PORTANTE	Contenido de aire		3	3	3	3	0	0	0	12

NOTA:

MP: Muestra patrón

MERC1: Muestra experimental reemplazo al cemento

MERA1: Muestra experimental reemplazo al agregado

b. Extracción y selección de la ceniza de hoja de eucalipto

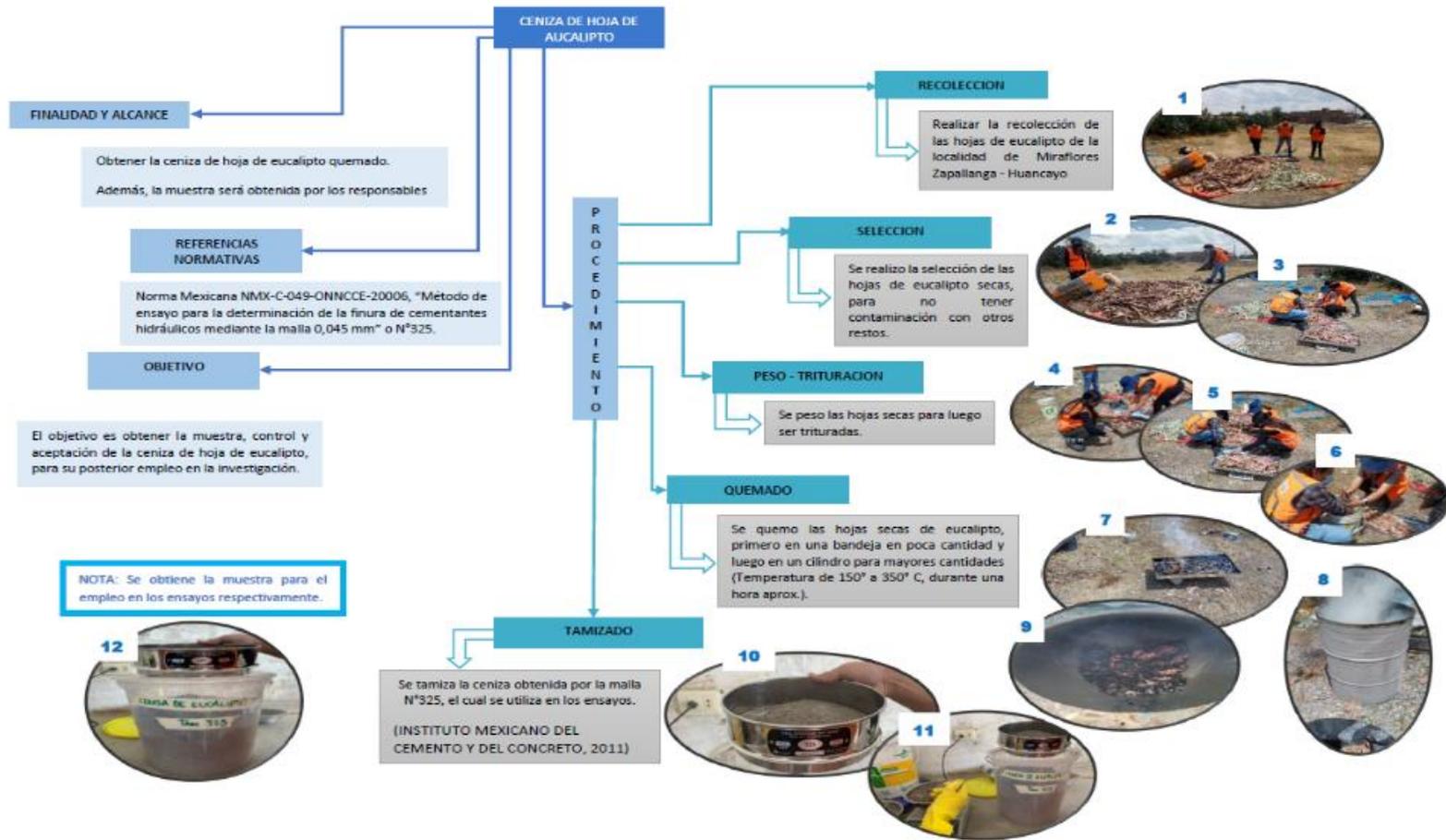


Diagrama 2: Obtención de la ceniza de hoja de eucalipto

a) Análisis químico

El análisis químico de la ceniza de hoja de eucalipto se realizó en la ciudad de Huancayo, en el Laboratorio SLAB (Sistema de Servicios y Análisis Químico S.A.C.), cuyos resultados fueron los siguientes:

Tabla 21. Análisis químico de la ceniza de hoja de eucalipto

Código de laboratorio	Composición química	Unidad	Resultado
S-2620	Determinación de óxido de calcio, CaO	%	65.12
	Determinación de dióxido de silicio, DiO2	%	14.91
	Determinación de trióxido de azufre, SO2	%	9.43
	Determinación de óxido de magnesio, MgO	%	4.97
	Determinación de óxido de manganesio, MnO	%	1.88
	Determinación de trióxido de aluminio, Al2O3	%	1.28
	Determinación de pentóxido de fósforo, P2O5	%	1.22
	Determinación de trióxido de hierro, Fe2O3	%	0.86
	Determinación de óxido de bario, BaO	%	0.28
	Determinación de óxido de zinc, ZnO	%	0.03
	Determinación de óxido de cobre, CuO	%	0.01
	Determinación de óxido de cromo, CrO3	%	0.01

Tomado de certificado de análisis del laboratorio SLAB

Tabla 22. Requisitos químicos para cenizas

	Clase		
	N	G	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 máx,	<18,0
Trióxido de azufre (SO ₃), max, %	4,0	5,0	5,0

Tomado de ASTM C618-19,2020

En síntesis, se puede apreciar que los requisitos químicos de la ceniza de hoja de eucalipto como material a utilizar en el concreto, no cumple con los parámetros establecidos en la norma ASTM C618 para ser un material puzolanico.

b) Preparación del concreto

En la presente investigación para la elaboración de concreto se tuvo que considerar las propiedades físicas de los agregados, los cuales fueron analizados y realizados en el laboratorio QA/QC.

Asimismo, el método empleado para la elaboración del diseño del concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y especímenes fue el método ACI, en el cual se empleó y desarrolló procedimientos de diseño de mezcla basadas en tablas, los cuales permitieron obtener los valores de los materiales que se utilizaron en un metro cúbico de concreto. Para ello, se tuvo que estimar las cantidades de acuerdo a las cantidades de probetas realizadas.

- ❖ Dosificación del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para el reemplazo del cemento con ceniza de hoja de eucalipto

De acuerdo a diversas recomendaciones e investigaciones existen diversos porcentajes en el uso de puzolanas, sin embargo, en esta investigación se consideró los siguientes porcentajes:

- ✓ 5 % de reemplazo del peso de cemento con ceniza de hoja de eucalipto
- ✓ 10 % de reemplazo del peso de cemento con ceniza de hoja de eucalipto
- ✓ 15 % de reemplazo del peso de cemento con ceniza de hoja de eucalipto

Para determinar el peso de la ceniza de hoja de eucalipto se empleó la siguiente fórmula:

$$PCE = PR * PC$$

PCE: Peso de ceniza de hoja de eucalipto

PR: Porcentaje de reemplazo (5 %, 10 % y 15 %)

PC: Peso de cemento

Tabla 23. Resumen de peso materiales en reemplazo al cemento

Descripción	Peso kg por tanda			
	Patrón	5%	10%	15%
Cemento	10.33	9.82	9.302	8.785
Agua	6.715	6.72	6.72	6.717
Agregado fino	22.165	22.17	22.17	22.17
Agregado grueso	26.75	26.52	26.52	26.52
Ceniza de hoja de eucalipto	0.00	0.517	1.034	1.55
Relación (a/c)	0.526	0.526	0.526	0.526

❖ Dosificación del concreto $F'_{C}=210 \text{ kg/cm}^2$ para el reemplazo del agregado con ceniza de hoja de eucalipto

Para una visión más amplia del estudio del concreto se tuvo la necesidad de considerar el reemplazo en porcentaje del peso de la arena fina pasante por la malla N°100 con ceniza de hoja de eucalipto, en esta investigación se considerará los siguientes porcentajes:

- ✓ 5% de reemplazo del peso de agregado fino con ceniza de hoja de eucalipto
- ✓ 10% de reemplazo del peso de agregado fino con ceniza de hoja de eucalipto
- ✓ 15% de reemplazo del peso de agregado fino con ceniza de hoja de eucalipto

Para determinar el peso de la ceniza de hoja de eucalipto se empleó la siguiente fórmula:

$$PCE = x\% * PAF$$

PCE: Peso de ceniza de hoja de eucalipto

x%: Porcentaje de reemplazo (5 %, 10 % y 15 %)

PAF: Peso de agregado fino pasante por la malla N°100

Tabla 24. Resumen de peso materiales en reemplazo al agregado fino

Descripción	Peso kg por tanda			
	Patrón	5%	10%	15%
Cemento	10.33	10.34	10.34	10.34
Agua	6.715	6.72	6.72	6.72
Agregado fino	22.165	22.11	22.054	21.99
Agregado grueso	26.75	26.76	26.755	26.755
Ceniza de hoja de eucalipto	0.00	0.055	0.111	0.166
Relación a/c	0.526	0.526	0.526	0.526

Además, cabe mencionar que se empleó el método ACI estándar con un factor de seguridad de los cuales se obtuvo los resultados finales para un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y se procedió a reemplazar en porcentaje al peso del cemento y agregado fino pasante por la malla N°100 con ceniza de hoja de eucalipto.

❖ Elaboración de testigos

En la presente investigación se utilizó probetas de dimensiones de 4" x8", las cuales fueron almacenadas y curadas respectivamente a los 7, 14 y 28 días.

c. Elaboración de concreto patrón

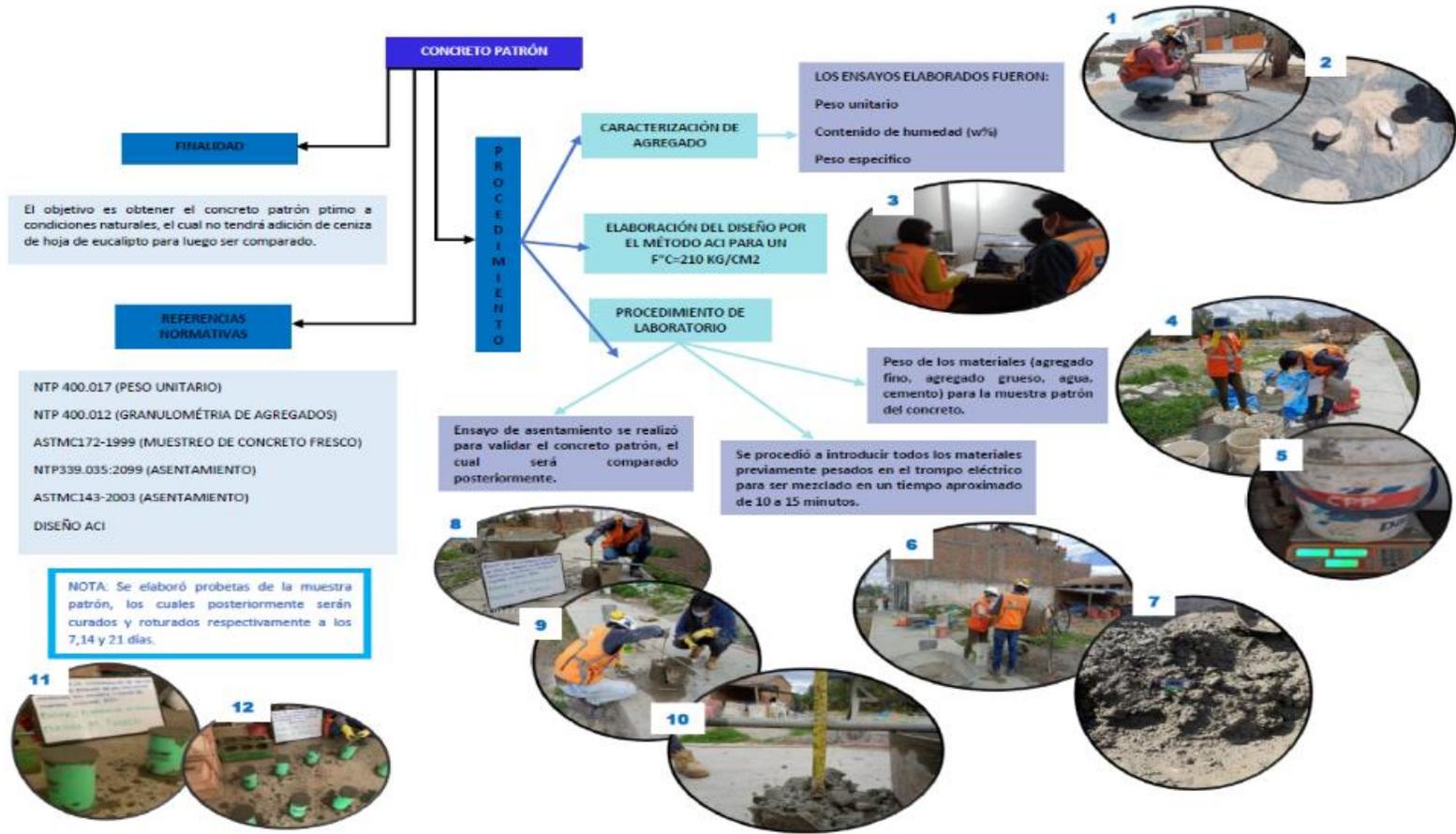


Diagrama 3: Elaboración del concreto patrón

d. Elaboración de testigos de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con ceniza de hoja de eucalipto 5%, 10% y 15% en reemplazo al cemento

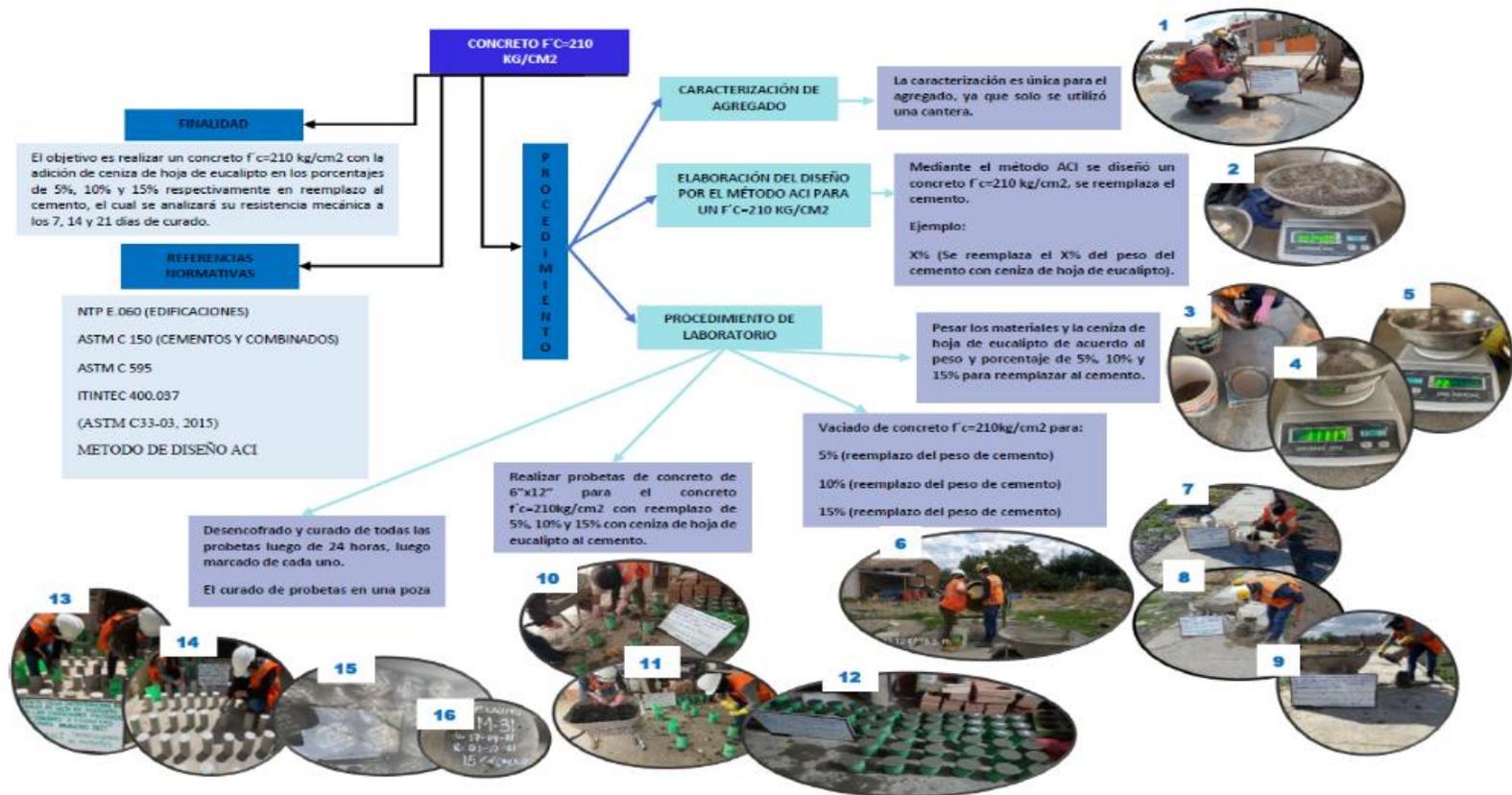


Diagrama 4: Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 5%, 10% y 15% de ceniza de hoja de eucalipto – cemento

e. Elaboración del concreto con ceniza de eucalipto 5 %, 10 % y 15 % en reemplazo al agregado fino

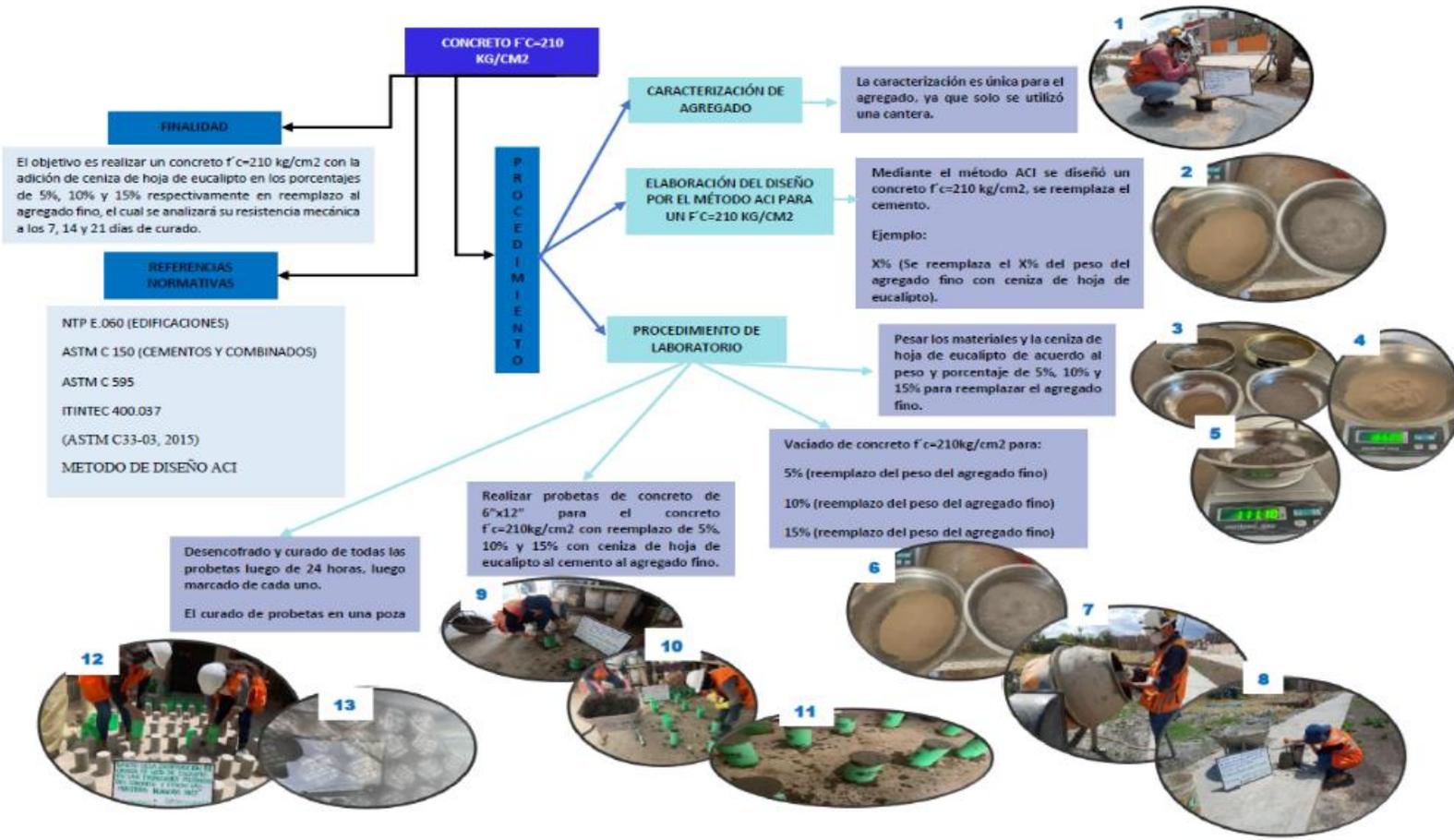


Diagrama 5: Concreto f'c=210 kg/cm² con 5%, 10% y 15% de ceniza de hoja de eucalipto – agregado fino

f. Elaboración del ensayo mesa de flujo (MORTERO)

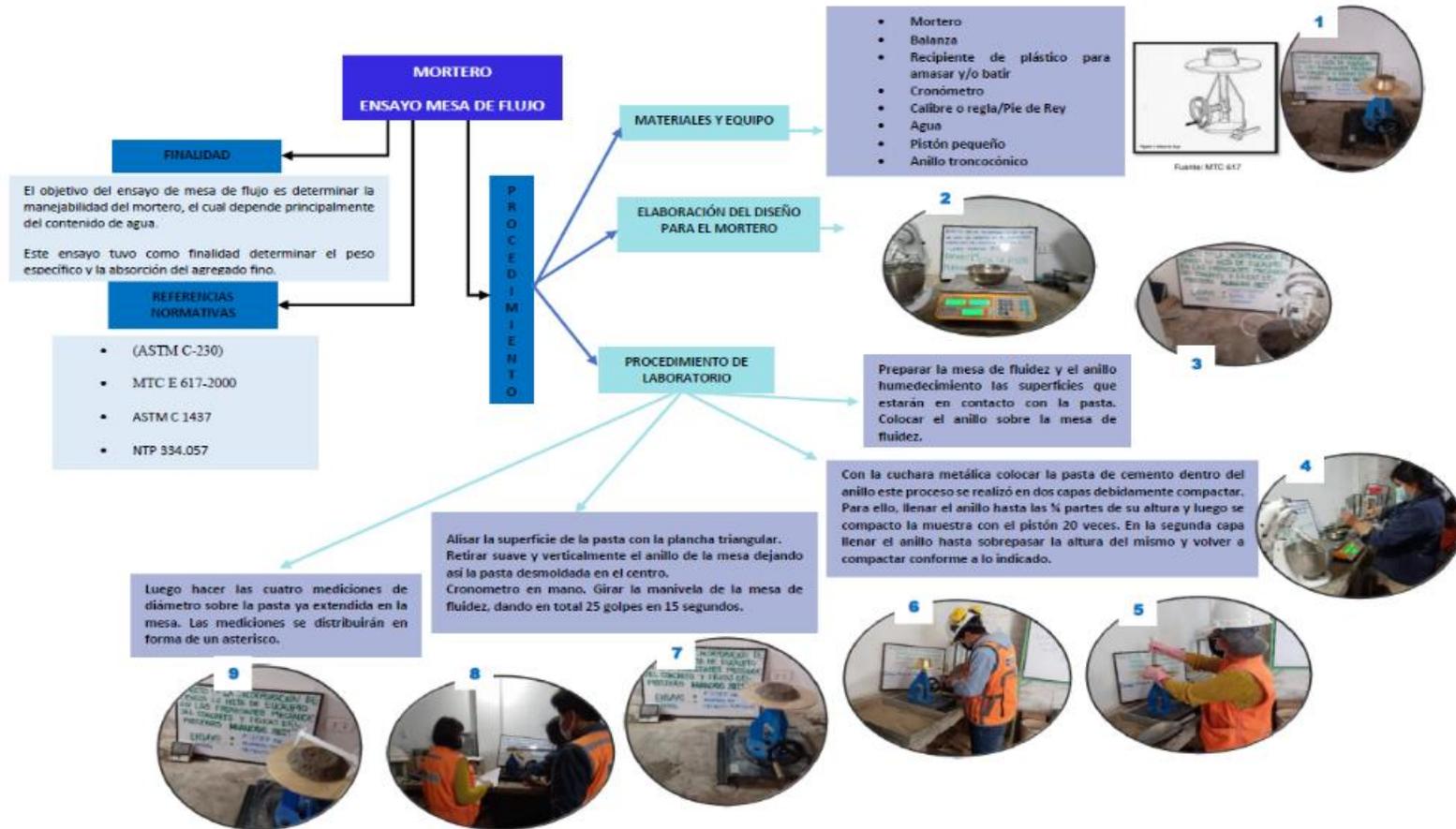


Diagrama 6: Mesa de flujo

h. Elaboración del ensayo de tiempo de fragua (MORTERO)

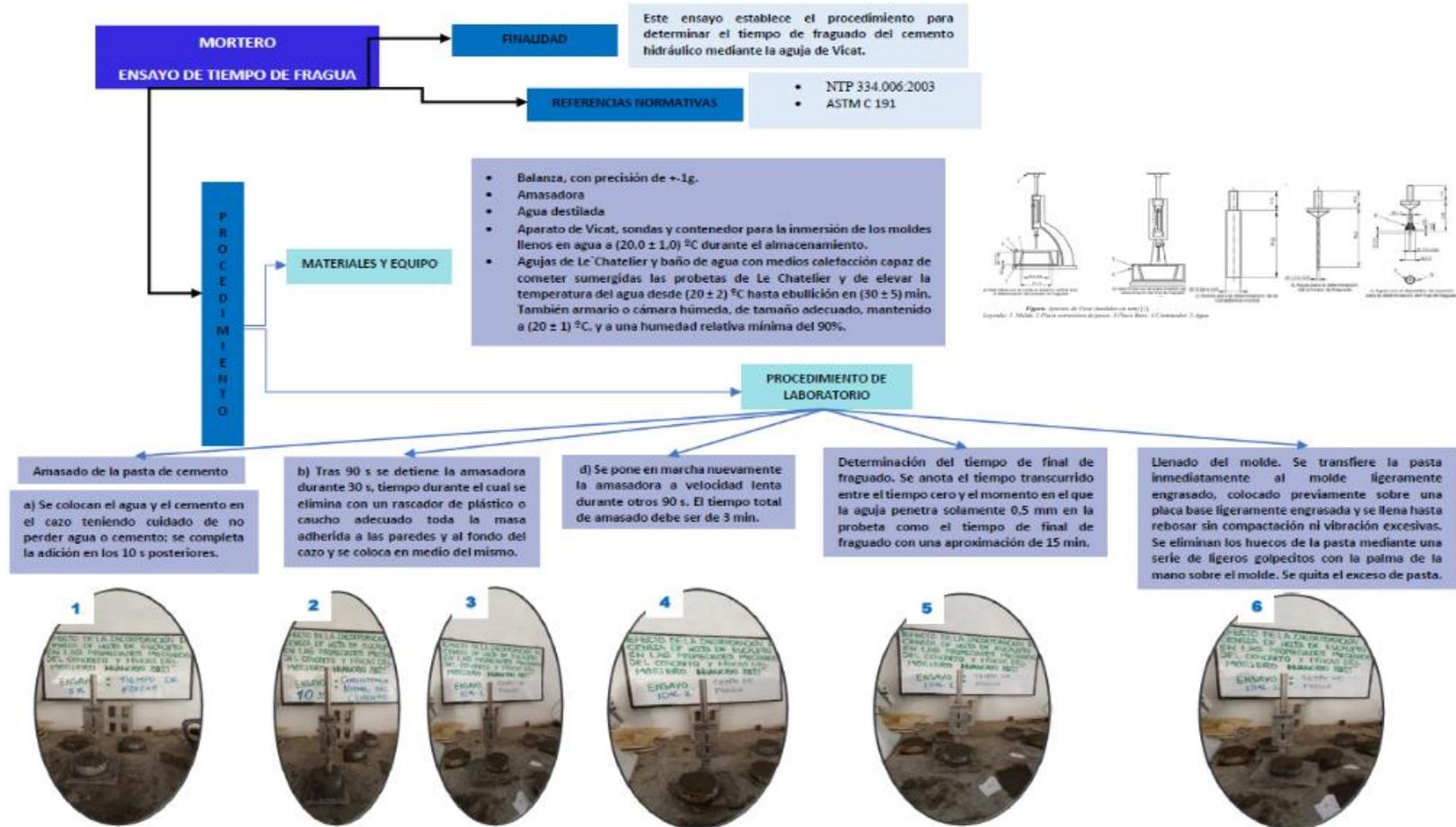


Diagrama 8: Tiempo de fragua del mortero

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Estudios previos

4.1.1 Estudios de laboratorio

Se realizó ensayos de laboratorio para dar constancia a los datos recaudados ver anexo 4 (ensayos de laboratorio suelos y concreto), donde se encuentra los certificados de calidad de los ensayos realizados.

American Concrete Institute (ACI)

- ✓ Caracterización de los agregados : NTP 400.037
- ✓ Ensayo granulométrico de los agregados : NTP 400.012
- ✓ Asentamiento del concreto : NTP 339.035
- ✓ Peso unitario del agregado : NTP 339.046
- ✓ Contenido de humedad del agregado : NTP 339.046
- ✓ Peso específico del agregado : NTP 400.022
- ✓ Tiempo de fragua del mortero (Aguja de vicat): NTP 334.006
- ✓ Diseño de mezcla método ACI : NTP 400.012
- ✓ Resistencia de compresión del concreto : NTP 339.034
- ✓ Mesa de flujo (Manejabilidad) : NTP 334.003

4.2 Resultados de la investigación

4.2.1 Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión

La máquina empleada para realizar el fallo de los cilindros a compresión fue la prensa hidráulica para rotura de concreto, una vez introducido el cilindro dentro de la prensa esta comienza a aplicar carga a compresión hasta que el testigo falla. De esta manera, se determinó la carga última y con esta los esfuerzos. (37)

El cálculo del esfuerzo de compresión en las briquetas fue a través de la siguiente formula:

- Ecuación 1: Esfuerzo de compresión en cilindros

$$\sigma = \frac{p}{a} = \frac{p}{\pi * r^2}$$

- r =radio del cilindro
 - P=carga ultima soportada por el cilindro
 - σ = esfuerzo ultimo de compresión
- ✓ Para determinar los resultados en esta investigación fue necesario conocer las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con diseño del método ACI, sin adición de ceniza de hoja de eucalipto (Diseño patrón) y el concreto adicionado con ceniza de hoja de eucalipto para un concreto $f'c=210$ kg/cm² respectivamente.

Este ensayo consistió en determinar la resistencia del hormigón a las deformaciones cuando actúa sobre este un esfuerzo de compresión. La normativa aplicada para dicho ensayo se muestra a continuación.

Tabla 25. Ensayo de propiedad mecánica – Resistencia a la compresión concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Ensayos mecánicos del concreto						
Propiedad mecánica	Descripción			Normatividad		unidad de medida
Resistencia a la compresión	Este consistió en determinar la resistencia al esfuerzo de compresión de especímenes cilíndricos de concreto.			ASTM C39/C39M-17	NTP 339.034	kg/cm^2

Tabla 26. Resultados del ensayo de resistencia a compresión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ patrón

$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ sin adición de ceniza de hoja de eucalipto					
7 días de rotura	Promedio	14 días de rotura	Promedio	28 días de rotura	Promedio
$f'c$	Promedio $f'c$	$f'c$	Promedio $f'c$	$f'c$	Promedio $f'c$
259 kg/cm^2	256.67 kg/cm^2	296 kg/cm^2	295.67 kg/cm^2	359 kg/cm^2	358.33 kg/cm^2
257 kg/cm^2		293 kg/cm^2		357 kg/cm^2	
254 kg/cm^2		298 kg/cm^2		359 kg/cm^2	

A partir de la tabla 26, se observa la resistencia a la compresión del concreto patrón a los 7 días, 14 días y 28 días de rotura y se puede proyectar el siguiente gráfico, el cual se considera el inicio de los ensayos patrones, los cuales no tiene adición de ninguna dosificación de ceniza de hoja de eucalipto.



Figura 4. Resistencia a la compresión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ patrón

De la figura N°04, la resistencia a la compresión de las probetas patrón aumenta a mayores días de curado con el mismo diseño de concreto $f'c=210$ kg/cm². Además, se generó un aumento en 39,16 % respecto de 7 a 14 días y un 21.23 % de 14 a 28 días. Por último, un 39.72 % de 7 a 28 días respecto a la resistencia de a compresión de las probetas patrón.

Para el desarrollo de los resultados se ha considerado un diseño de mezcla con $f'c= 210$ kg/cm² tanto para el concreto con adición de ceniza de hoja de eucalipto en las dosificaciones del 5 %, 10 % y 15 % en reemplazo al peso del cemento y agregado fino pasante por la malla N°100 de acuerdo al método del ACI 211; este concreto ha sido evaluado en estado endurecido en los períodos de 7, 14 y 28 días respectivamente.

Tabla 27. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento con 5% de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del cemento

Reemplazo de cemento con ceniza de hoja de eucalipto						
	7 días de rotura	Promedio	14 días de rotura	Promedio	28 días de rotura	Promedio
	$f'c$	Promedio $f'c$	$f'c$	Promedio $f'c$	$f'c$	Promedio $f'c$
Patrón	259 kg/cm ²	256.67	296	295.67	359	358.33
		kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
	257 kg/cm ²		293		357	
			kg/cm ²		kg/cm ²	
	254 kg/cm ²		298		359	
			kg/cm ²		kg/cm ²	
5% C	226 kg/cm ²	224.67	270	264 kg/cm ²	312	302.67
		kg/cm ²	kg/cm ²		kg/cm ²	kg/cm ²
	222 kg/cm ²		259		298	
			kg/cm ²		kg/cm ²	
	226 kg/cm ²		263		298	
			kg/cm ²		kg/cm ²	

De los resultados obtenidos respecto a la dosificación del 5% de incorporación de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del cemento se puede realizar

la siguiente gráfica y considerando el ensayo patrón sin adición de ninguna dosificación de ceniza.

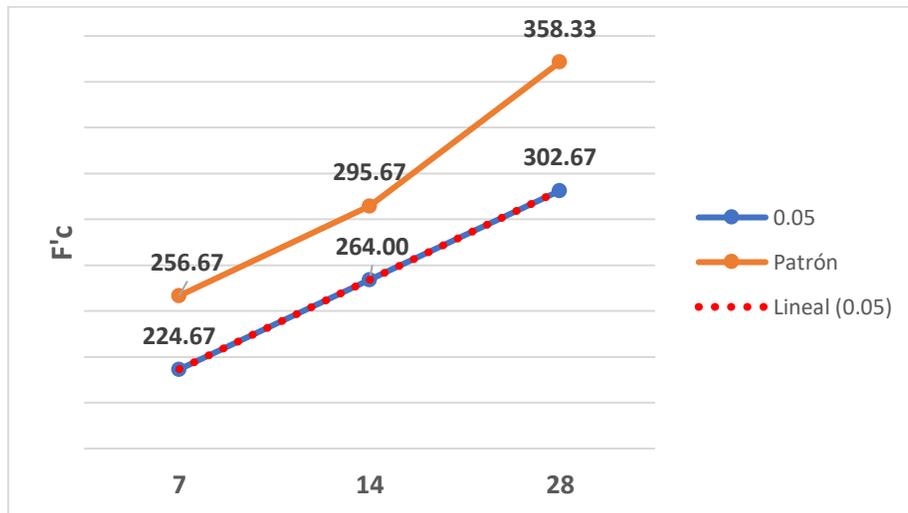


Figura 5. Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento en 5% de ceniza de hoja de eucalipto la relación al peso del cemento

El esfuerzo último de compresión sube conforme a más días de curado en el concreto con adición del 5 % de ceniza de hoja de eucalipto en reemplazo al cemento. De acuerdo, a la tabla N°44 y figura 9 se observa que los promedios obtenidos de los resultados del concreto con adición al 5 % con ceniza no logró alcanzar ni superar los valores obtenidos del concreto patrón en el ensayo de resistencia última a la compresión en los 7, 14 y 28 días de curado respectivamente.

De la figura N°05, se observa que se generó un aumento de resistencia a los 14 días en un porcentaje de 17.51 % respecto a la resistencia de 7 días, un aumento de resistencia a los 28 días en un porcentaje de 14.65 % respecto a la resistencia de 14 días y un aumento de resistencia a los 28 días en un porcentaje de 34.72 % respecto a la resistencia de 7 días. Por ello, se observa un comportamiento lineal al 0.05.

Tabla 28. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento con 10% de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del cemento

Reemplazo de cemento con ceniza de hoja de eucalipto						
	7 días de rotura	Promedio	14 días de rotura	Promedio	28 días de rotura	Promedio
	f'c	Promedio f'c	f'c	Promedio f'c	f'c	Promedio f'c
Patrón	259 kg/cm ²	256.67	296 kg/cm ²	295.67	359 kg/cm ²	358.33
	257 kg/cm ²	kg/cm ²	293 kg/cm ²	kg/cm ²	357 kg/cm ²	kg/cm ²
	254 kg/cm ²		298 kg/cm ²		359 kg/cm ²	
10% C	222 kg/cm ²	221.67	237 kg/cm ²	234.67	288 kg/cm ²	286.67
	220 kg/cm ²	kg/cm ²	235 kg/cm ²	kg/cm ²	286 kg/cm ²	kg/cm ²
	223 kg/cm ²		232 kg/cm ²		286 kg/cm ²	

De los resultados obtenidos respecto a la dosificación del 10% de incorporación de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del cemento se puede realizar la siguiente gráfica y considerando el ensayo patrón sin adición de ninguna dosificación de ceniza.

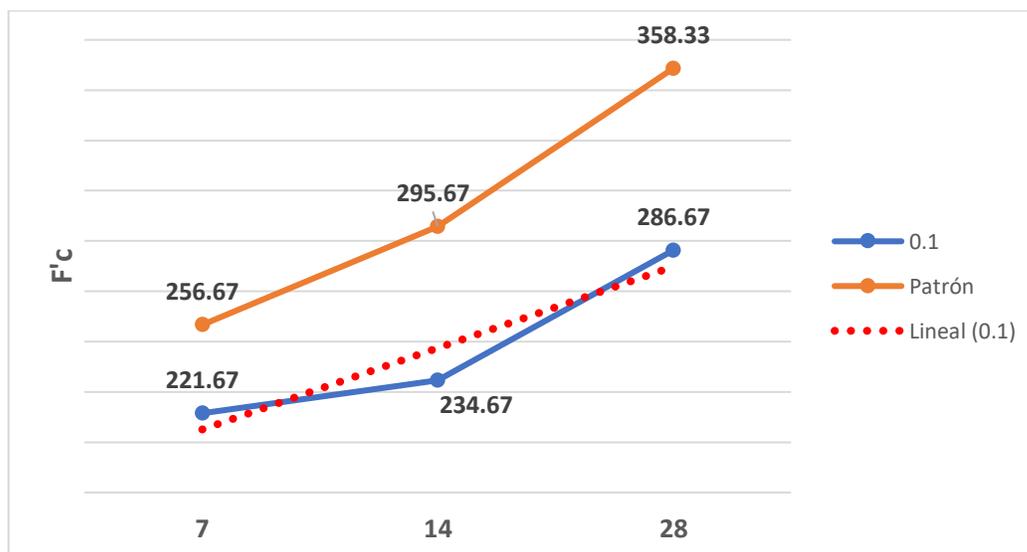


Figura 6. Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento en 10% (ceniza de hoja de eucalipto)

El esfuerzo último de compresión sube conforme a más días de curado en el concreto con adición del 10 % de ceniza de hoja de eucalipto en reemplazo al cemento. De acuerdo, a la tabla N°28 y figura 6 se observa que los promedios obtenidos de los resultados del concreto con adición al 10% con ceniza no logró alcanzar ni superar los valores obtenidos del concreto patrón en el ensayo de resistencia última a la compresión en los 7, 14 y 28 días de curado respectivamente.

De la figura N°6, se observa que se generó un aumento de resistencia a los 14 días en un porcentaje de 5.86 % respecto a la resistencia de 7 días, un aumento de resistencia a los 28 días en un porcentaje de 22.16 % respecto a la resistencia de 14 días y un aumento de resistencia a los 28 días en un porcentaje de 29.32 % respecto a la resistencia de 7 días. Por ello, se observa un comportamiento lineal al 0.1.

Tabla 29. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento con 15% de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del cemento

Reemplazo de cemento con ceniza de hoja de eucalipto						
	7 días de rotura	Promedio	14 días de rotura	Promedio	28 días de rotura	Promedio
	f'c	Promedio f'c	f'c	Promedio f'c	f'c	Promedio f'c
Patrón	259	256.67	296	295.67	359	358.33
	kg/cm ²					
	257		293		357	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	
	254		298		359	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	
15% C	197	197.67	209	213.67	273	274 kg/cm ²
	kg/cm ²					
	198		218		274	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	
	198		214		275	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	

De los resultados obtenidos respecto a la dosificación del 15 % de incorporación de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del cemento se puede realizar la siguiente gráfica y considerando el ensayo patrón sin adición de ninguna dosificación de ceniza.

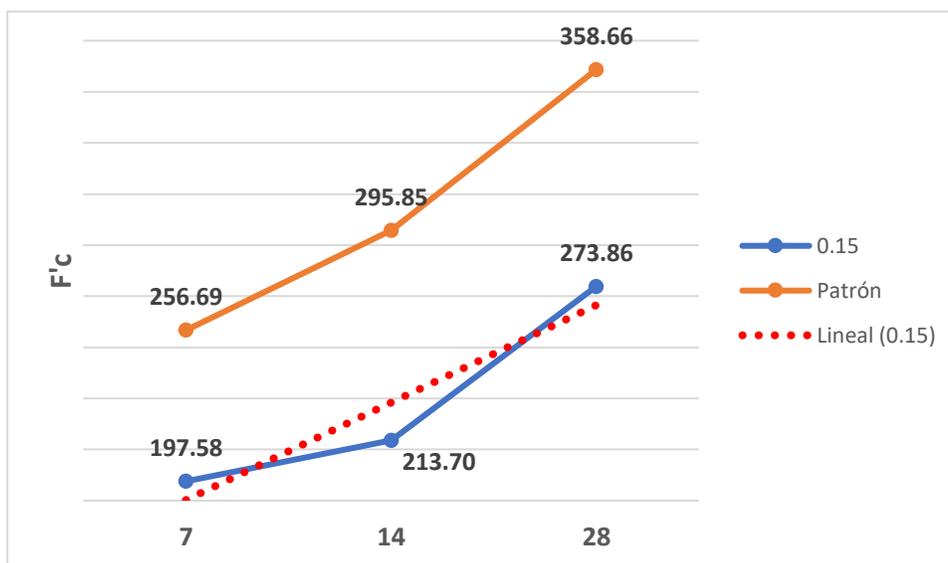


Figura 7. Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento en 15% (ceniza de hoja de eucalipto)

El esfuerzo último de compresión sube conforme a más días de curado en el concreto con adición del 15 % de ceniza de hoja de eucalipto en reemplazo al cemento. De acuerdo, a la tabla N°29 y figura 11 se observa que los promedios obtenidos de los resultados del concreto con adición al 15 % con ceniza no logró alcanzar ni superar los valores obtenidos del concreto patrón en el ensayo de resistencia última a la compresión en los 7, 14 y 28 días de curado respectivamente.

De la figura N°7, se observa que se generó un aumento de resistencia a los 14 días en un porcentaje de 8.16% respecto a la resistencia de 7 días, un aumento de resistencia a los 28 días en un porcentaje de 28.15 % respecto a la resistencia de 14 días y un aumento de resistencia a los 28 días en un porcentaje de 38.61% respecto a la resistencia de 7 días. Por ello, se observa un comportamiento lineal al 0.15.

Tabla 30. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento en 5 %, 10 % y 15 % de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del cemento a los 7 días de curado

Reemplazo de cemento con ceniza de hoja de eucalipto						
	5% de ceniza de hoja de eucalipto		10% de ceniza de hoja de eucalipto		15% de ceniza de hoja de eucalipto	
	f'c	Promedio	f'c	Promedio	f'c	Promedio
		f'c		f'c		f'c
Patrón	259	256.67	259	256.67	259	256.67 kg/cm ²
	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	
	257		257		257	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	
7 días de curado	226	224.67	222	221.67	197	197.67 kg/cm ²
	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	
	222		220		198	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	
	226		223		198	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	

Tabla 31. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento en 5 %, 10 % y 15% de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del cemento a los 14 días de curado

Reemplazo de cemento con ceniza de hoja de eucalipto						
	5% de ceniza de hoja de eucalipto		10% de ceniza de hoja de eucalipto		15% de ceniza de hoja de eucalipto	
	f'c	Promedio	f'c	Promedio	f'c	Promedio
		f'c		f'c		f'c
Patrón	296	295.67	296	295.67	296	295.67
	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
	293		293		293	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	
14 días de curado	270	264 kg/cm ²	237	234.67	209	213.67
	kg/cm ²		kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
	259		235		218	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	
	263		232		214	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	

Tabla 32. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento en 5 %, 10 % y 15 % de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del cemento a los 28 días de curado

Reemplazo de cemento con ceniza de hoja de eucalipto						
	5% de ceniza de hoja de eucalipto		10% de ceniza de hoja de eucalipto		15% de ceniza de hoja de eucalipto	
	f'c	Promedio f'c	f'c	Promedio f'c	f'c	Promedio f'c
Patrón	359 kg/cm ²	358.33 kg/cm ²	359 kg/cm ²	358.33 kg/cm ²	359 kg/cm ²	358.33 kg/cm ²
	357 kg/cm ²		357 kg/cm ²		357 kg/cm ²	
	359 kg/cm ²		359 kg/cm ²		359 kg/cm ²	
28 días de curado	312 kg/cm ²	302.67 kg/cm ²	288 kg/cm ²	286.67 kg/cm ²	273 kg/cm ²	274.00 kg/cm ²
	298 kg/cm ²		286 kg/cm ²		274 kg/cm ²	
	298 kg/cm ²		286 kg/cm ²		275 kg/cm ²	

De los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión de las dosificaciones del 5 %, 10 % y 15 % de incorporación de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del cemento roturados a los 7 días de curado se pueden realizar las siguientes gráficas y considerando el ensayo patrón sin adición de ninguna dosificación de ceniza.

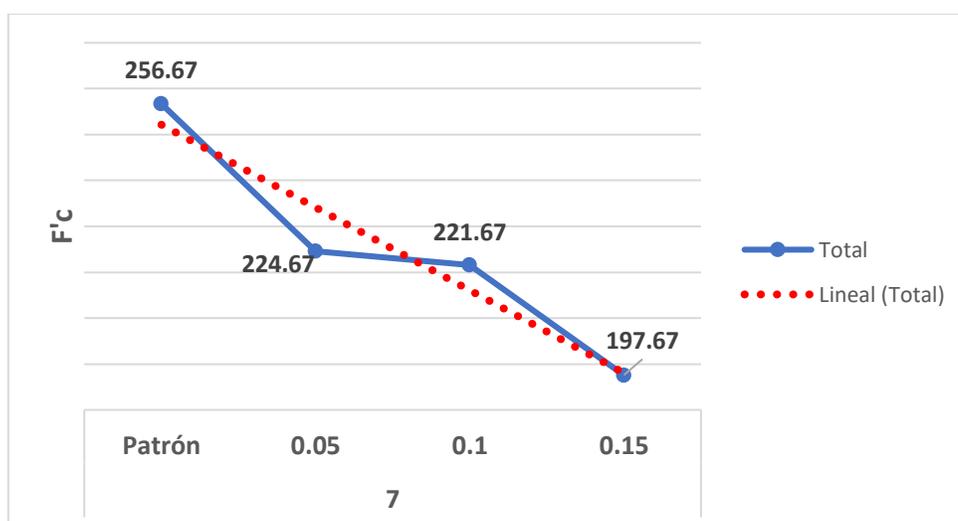


Figura 8. Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento en (5 %, 10 % y 15 %) a los 7 días de curado

De la gráfica N°8, se observa el comportamiento del concreto patrón con 0 % de sustitución, del concreto con sustitución del cemento al 5 %, del concreto con sustitución del cemento al 10 % y del concreto con sustitución del cemento al 15 % a 7 días de fraguado el concreto, demostrando una tendencia inversamente proporcional al aumentar el porcentaje de sustitución del cemento con cenizas de hoja de eucalipto, valores cada vez más desfavorables en cuanto a la resistencia a la compresión en forma escalonada.

Utilizando el cálculo de regla simple, se obtiene una disminución de resistencia a los 7 días de curado en relación al concreto patrón, es así que en un 5% de adición de ceniza disminuye en 12.47 % en relación al concreto patrón, con adición de 10% de ceniza en -13.64 % y con adición de 15% de ceniza en -22.99 % de resistencia a la compresión.

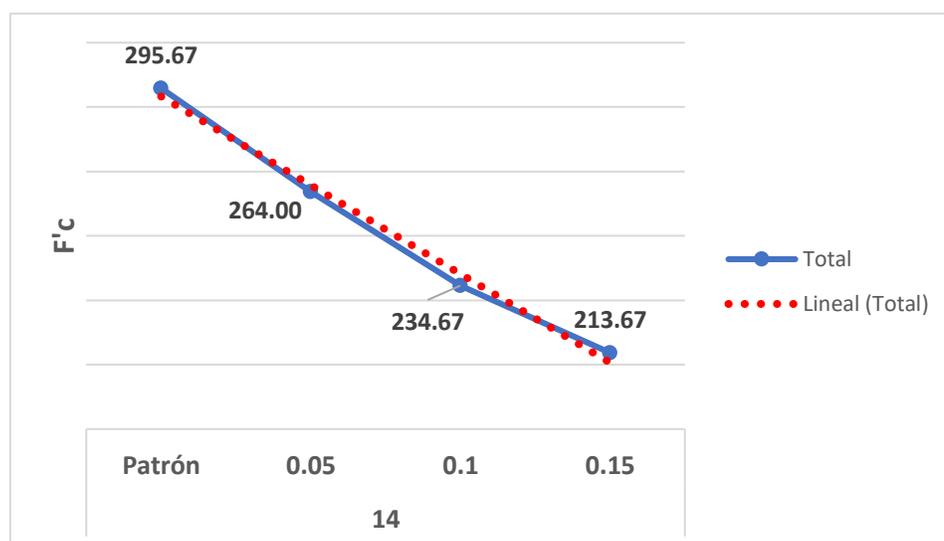


Figura 9. Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento en (5 %, 10 % y 15 %) a los 14 días de curado

De la gráfica N°9, se observa el comportamiento del concreto patrón con 0 % de sustitución, del concreto con sustitución del cemento al 5 %, del concreto con sustitución del cemento al 10 % y del concreto con sustitución del cemento al 15 % a 14 días de fraguado, demostrando una tendencia inversamente proporcional al aumentar el porcentaje de sustitución del cemento con cenizas

de hoja de eucalipto, valores cada vez más desfavorables en cuanto a la resistencia a la compresión en forma escalonada.

Utilizando el cálculo de regla simple, se obtiene una disminución de resistencia a 14 días de curado en relación al concreto patrón, es así que en un 5% de adición de ceniza disminuye en 10.71 % en relación al concreto patrón, con adición de 10% de ceniza en -20.63 % y con adición de 15 % de ceniza en -27.73 % de resistencia a la compresión.

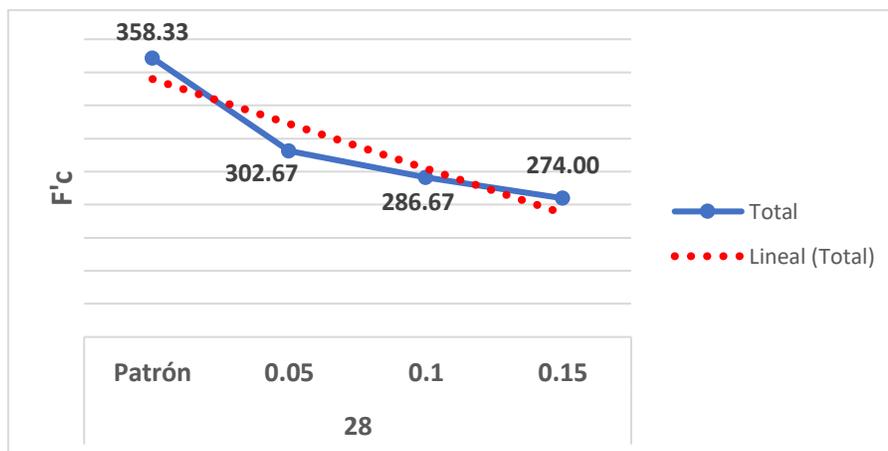


Figura 10. Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento en (5 %, 10 % y 15 %) a los 28 días de curado

De la gráfica N°10, se observa el comportamiento del concreto patrón con 0 % de sustitución, del concreto con sustitución del cemento al 5 %, del concreto con sustitución del cemento al 10 % y del concreto con sustitución del cemento al 15 % a 28 días de fraguado, demostrando una tendencia inversamente proporcional al aumentar el porcentaje de sustitución del cemento con cenizas de hoja de eucalipto, valores cada vez más desfavorables en cuanto a la resistencia a la compresión en forma escalonada.

Utilizando el cálculo de regla simple, se obtiene una disminución de resistencia a 28 días de curado en relación al concreto patrón, es así que en un 5% de adición de ceniza disminuye en 15.53 % en relación al concreto patrón, con adición de 10% de ceniza en -19.99 % y con adición de 15 % de ceniza en -23.53 % de resistencia a la compresión.

Tabla 33. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento con 5% de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del agregado fino

Reemplazo del agregado fino con ceniza de hoja de eucalipto							
	7días de rotura f'c	Promedio Promedio f'c	14días de rotura f'c	Promedio Promedio f'c	28días de rotura f'c	Promedio Promedio f'c	
Patrón	259	256.67	296	295.67	359	358.33	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²
	257		293		357		
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²		
5% AG	254	268.67	298	277.67	359	316.33	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²
	267		277		319		
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²		
	272		278		314		
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²		
	267		278		316		
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²		

De los resultados obtenidos respecto a la dosificación del 5% de incorporación de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del agregado fino pasante por la malla N°100, se puede realizar la siguiente gráfica y considerando el ensayo patrón sin adición de ninguna dosificación de ceniza.

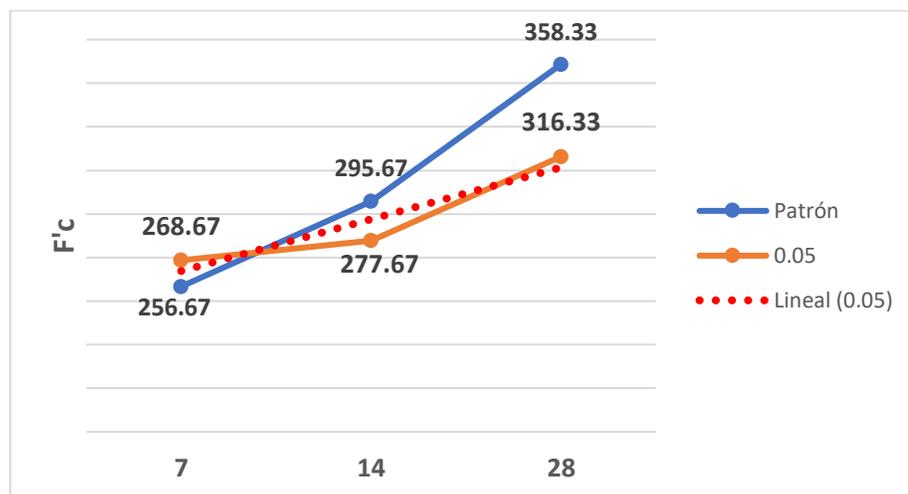


Figura 11. Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al agregado en 5 % (ceniza de hoja de eucalipto)

El esfuerzo último de compresión sube conforme a más días de curado en el concreto con adición del 5 % de ceniza de hoja de eucalipto en reemplazo al peso del agregado fino pasante por la malla N°100. De acuerdo, a la tabla N°33 y figura 11 se observa que los promedios obtenidos de los resultados del concreto con adición al 5 % con ceniza no logró alcanzar ni superar los valores obtenidos del concreto patrón en el ensayo de resistencia última a la compresión en los 14 y 28 días, sin embargo; a los 7 días de curado el valor supera en resistencia última al concreto patrón.

De la figura N°11, se observa que se generó un aumento de resistencia a los 14 días en un porcentaje de 9.0 % respecto a la resistencia de 7 días, un aumento de resistencia a los 28 días en un porcentaje de 13.92 % respecto a la resistencia de 14 días y un aumento de resistencia a los 28 días en un porcentaje de 22.21 % respecto a la resistencia de 7 días. Por ello, se observa un comportamiento lineal al 0.05

Tabla 34. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento con 10 % de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del agregado fino

Reemplazo del agregado fino con ceniza de hoja de eucalipto						
	7 días de rotura	Promedio	14 días de rotura	Promedio	28 días de rotura	Promedio
	f'c	Promedio f'c	f'c	Promedio f'c	f'c	Promedio f'c
Patrón	259	256.67	296	295.67	359	358.33
	kg/cm ²					
	257		293		357	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	
	253		298		359	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	
10%	224	224.33	269	268.33	324	323.33
AG	kg/cm ²					
	229		270		323	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	
	220		266		323	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	

De los resultados obtenidos respecto a la dosificación del 10% de incorporación de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del agregado

fino pasante por la malla N°100, se puede realizar la siguiente gráfica y considerando el ensayo patrón sin adición de ninguna dosificación de ceniza.

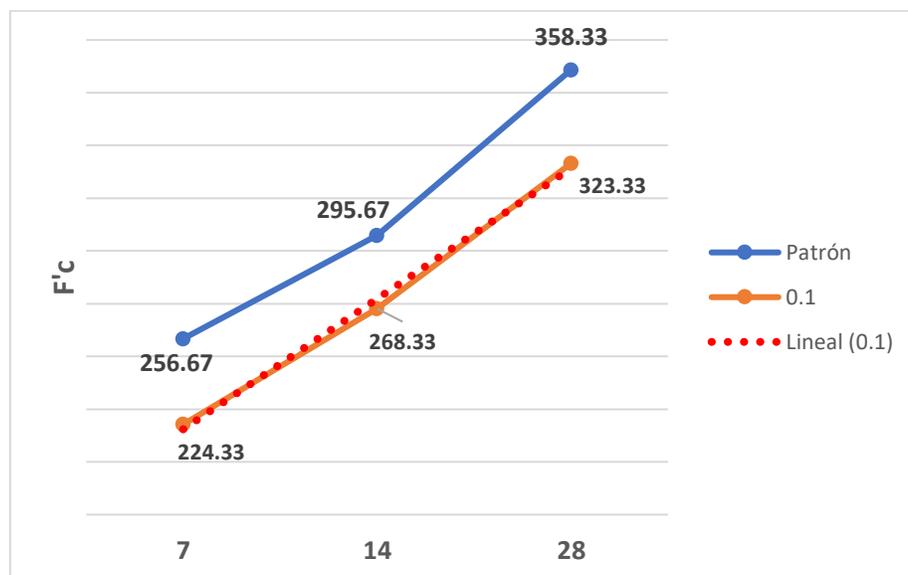


Figura 12. Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al agregado en 10% (ceniza de hoja de eucalipto)

El esfuerzo último de compresión sube conforme a más días de curado en el concreto con adición del 10 % de ceniza de hoja de eucalipto en reemplazo al peso del agregado fino pasante por la malla N°100. De acuerdo, a la tabla N°34 y figura 12 se observa que los promedios obtenidos de los resultados del concreto con adición al 10 % con ceniza no logró alcanzar ni superar los valores obtenidos del concreto patrón en el ensayo de resistencia última a la compresión en los 7, 14 y 28 de resistencia ultima al concreto patrón.

De la figura N°12, se observa que se generó un aumento de resistencia a los 14 días en un porcentaje de 19.61 % respecto a la resistencia de 7 días, un aumento de resistencia a los 28 días en un porcentaje de 20.50 % respecto a la resistencia de 14 días y un aumento de resistencia a los 28 días en un porcentaje de 44.13 % respecto a la resistencia de 7 días. Por ello, se observa un comportamiento lineal al 0.1.

Tabla 35. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento con 15% de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del agregado fino

Reemplazo del agregado fino con ceniza de hoja de eucalipto						
	7 días de rotura	Promedio	14 días de rotura	Promedio	28 días de rotura	Promedio
	f'c	Promedio f'c	f'c	Promedio f'c	F'c	Promedio f'c
Patrón	259	256.67	296	295.67	359	358.33
	kg/cm ²					
	257		293		357	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	
	253		298		359	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	
15% AG	267	265.33	308	300.33	341	341.67
	kg/cm ²					
	262		294		341	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	
	267		299		343	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	

De los resultados obtenidos respecto a la dosificación del 15% de incorporación de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del agregado fino pasante por la malla N°100, se puede realizar la siguiente gráfica y considerando el ensayo patrón sin adición de ninguna dosificación de ceniza.

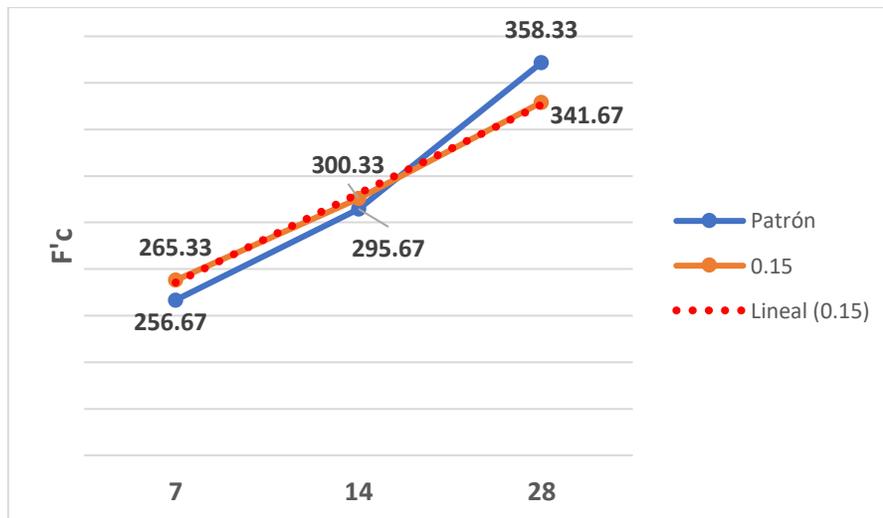


Figura 13. Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al agregado en 15% (ceniza de hoja de eucalipto)

El esfuerzo último de compresión sube conforme a más días de curado en el concreto con adición del 15 % de ceniza de hoja de eucalipto en reemplazo al peso del agregado fino pasante por la malla N°100. De acuerdo, a la tabla N°35 y figura 13 se observa que los promedios obtenidos de los resultados del concreto con adición al 15 % con ceniza no logró alcanzar a superar los valores obtenidos del concreto patrón en el ensayo de resistencia última a la compresión en los 7 y 14 días, sin embargo; a los 7 días de curado el valor no supera en resistencia ultima al concreto patrón.

De la figura N°13, se observa que se generó un aumento de resistencia a los 14 días en un porcentaje de 13.19 % respecto a la resistencia de 7 días, un aumento de resistencia a los 28 días en un porcentaje de 13.76 % respecto a la resistencia de 14 días y un aumento de resistencia a los 28 días en un porcentaje de 28.77 % respecto a la resistencia de 7 días. Por ello, se observa un comportamiento lineal al 0.15.

Tabla 36: Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento en 5%, 10% y 15% de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del agregado fino a los 7 días de curado

Reemplazo del agregado fino con ceniza de hoja de eucalipto						
	5% de ceniza de hoja de eucalipto		10% de ceniza de hoja de eucalipto		15% de ceniza de hoja de eucalipto	
	f'c	Promedio f'c	f'c	Promedio f'c	F'c	Promedio f'c
Patrón	259	256.67	259	256.67	259	256.67
	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
	257		257		257	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	
	253		253		253	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	
7 días de curado	267	268.67	224	224.33	267	265.33
	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
	272		229		262	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	
	267		220		267	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	

Tabla 37. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento en 5 %, 10 % y 15 % de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del agregado fino a los 14 días de curado

Reemplazo del agregado fino con ceniza de hoja de eucalipto						
	5% de ceniza de hoja de eucalipto		10% de ceniza de hoja de eucalipto		15% de ceniza de hoja de eucalipto	
	f'c	Promedio f'c	f'c	Promedio f'c	f'c	Promedio f'c
Patrón	296	295.67	296	295.67	296	295.67
	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
	293		293		293	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	
	298		298		298	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	
14 días de curado	277	277.67	269	268.33	308	300.33
	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
	278		270		294	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	
	278		266		299	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	

Tabla 38. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al cemento en 5 %, 10 % y 15 % de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del agregado fino a los 14 días de curado

Reemplazo del agregado fino con ceniza de hoja de eucalipto						
	5% de ceniza de hoja de eucalipto		10% de ceniza de hoja de eucalipto		15% de ceniza de hoja de eucalipto	
	f'c	Promedio f'c	f'c	Promedio f'c	f'c	Promedio f'c
Patrón	359	358.33	359	358.33	359	358.33
	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
	357		357		357	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	
	359		359		359	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	
28 días de curado	319	316.33	324	323.33	341	341.67
	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
	314		323		341	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	
	316		323		343	
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	

De los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión de las dosificaciones del 5%, 10% y 15% de incorporación de ceniza de hoja de eucalipto en relación al peso del agregado fino pasante por la malla N°100

roturados a los 7, 14 y 28 días de curado se pueden realizar las siguientes gráficas y considerando el ensayo patrón sin adición de ninguna dosificación de ceniza.

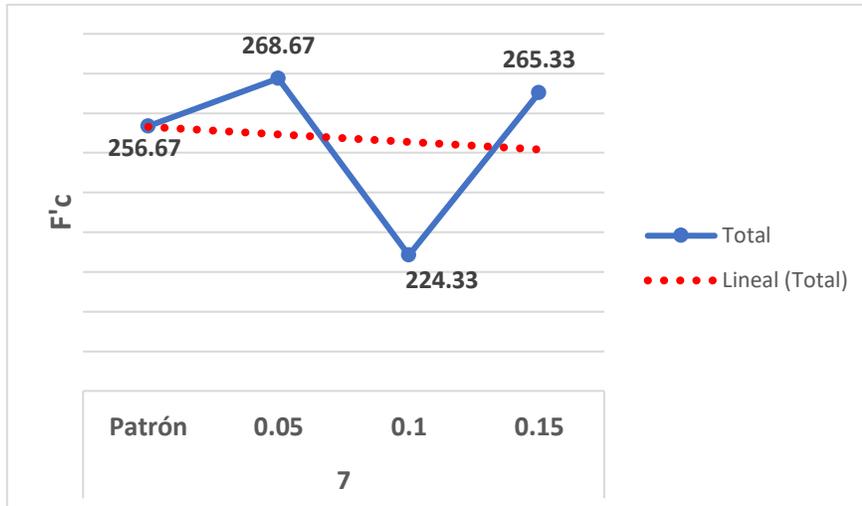


Figura 14: Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al agregado fino en (5 %, 10 % y 15%) a los 7 días de curado

Se observa el comportamiento del concreto patrón con una sustitución de (5 %, 10 % y 15 %), a los 7 días de curado, se observa un incremento en 5%, y desciende en 10 % con una resistencia de $f'c = 224.20 \text{ kg/cm}^2$, y a los 15 % se observa nuevamente un incremento en cuanto a la resistencia de $f'c = 265.20 \text{ kg/cm}^2$, lo cual indica un mejor comportamiento con la adición de 5 % de ceniza de hoja de eucalipto.

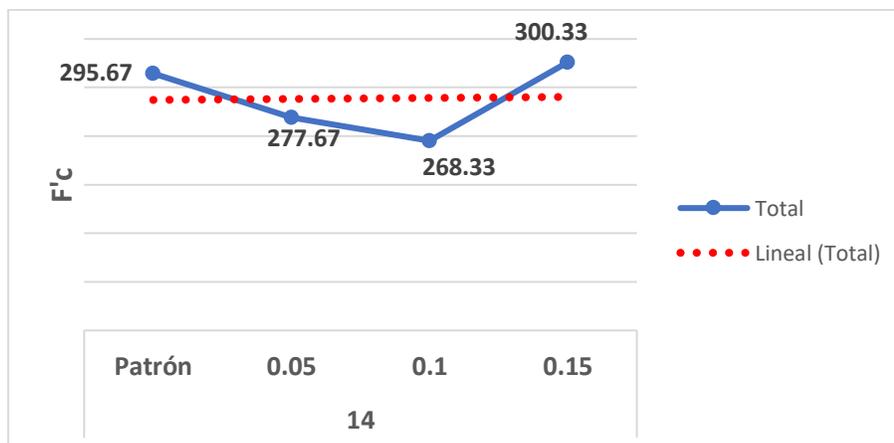


Figura 15. Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al agregado fino en (5 %, 10 % y 15 %) a los 14 días de curado

Se observa el comportamiento del concreto patrón con una sustitución de (5 %, 10 % y 15 %), a los 14 días de curado, se observa la disminución de la resistencia con un incremento en 5 % y 10 % con una resistencia de $f'c = 268.09$ kg/cm², y a los 15 % se observa nuevamente un incremento en cuanto a la resistencia de $f'c = 300.42$ kg/cm², lo cual indica un mejor comportamiento con la adición de 15 % de ceniza de hoja de eucalipto.

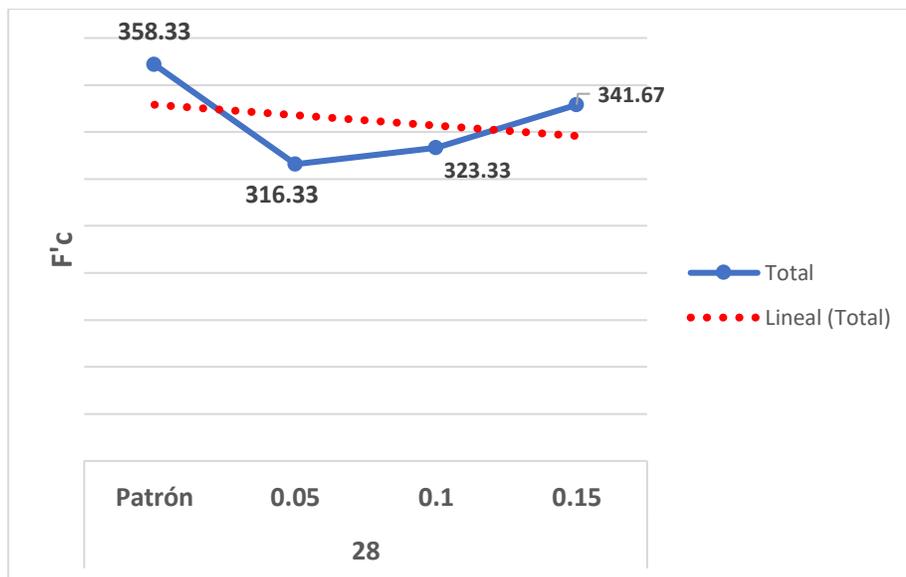


Figura 16. Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo al agregado fino en (5%, 10% y 15%) a los 28 días de curado

De la figura 16, se observa el comportamiento del concreto patrón con una sustitución de (5 %, 10 % y 15 %), a los 28 días de curado, se observa la disminución de la resistencia con un incremento en 5 %, en cuando al incremento de 10 % y 15 % tiene una tendencia ascendente con una resistencia de $f'c = 341.61$ kg/cm², lo cual indica un mejor comportamiento con la adición de 15 % de ceniza de hoja de eucalipto

- **Resumen de ensayos de resistencia a la compresión**

Tabla 39. Resumen de resultados de resistencia a la compresión (concreto $f'c=210$ kg/cm^2)

	Reemplazo de cemento/agregado fino con ceniza de hoja de eucalipto		
	7días de rotura	14días de rotura	28días de rotura
	Promedio $f'c$	Promedio $f'c$	Promedio $f'c$
Patrón	257 kg/cm^2	296 kg/cm^2	359 kg/cm^2
5% C	225 kg/cm^2	264 kg/cm^2	303 kg/cm^2
10% C	222 kg/cm^2	235 kg/cm^2	286 kg/cm^2
15% C	198 kg/cm^2	214 kg/cm^2	274 kg/cm^2
5% Ag	269 kg/cm^2	278 kg/cm^2	316 kg/cm^2
10% Ag	224 kg/cm^2	268 kg/cm^2	323 kg/cm^2
15% Ag	265 kg/cm^2	300 kg/cm^2	342 kg/cm^2

A partir de los resultados obtenidos en relación al ensayo de resistencia a la compresión para el concreto $f'c=210$ kg/cm^2 patrón y con adición de ceniza de hoja de eucalipto en las diferentes dosificaciones se proyecta el siguiente gráfico.

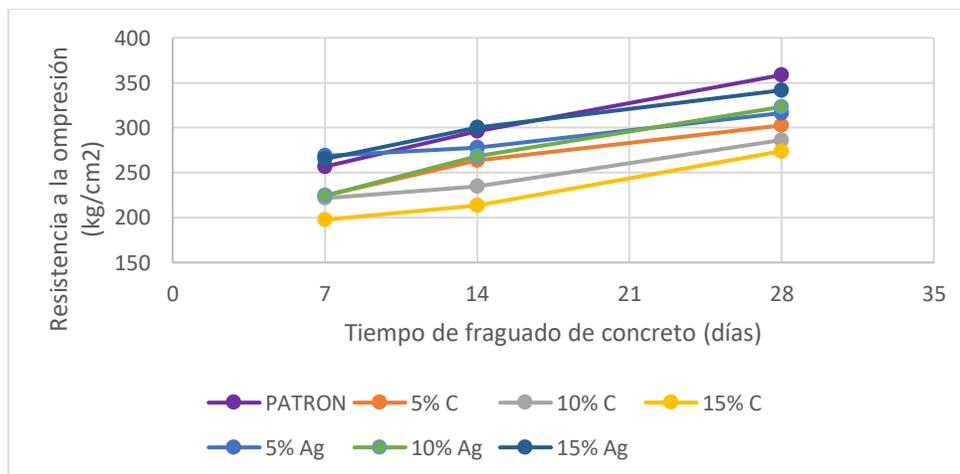


Figura 17. Ensayo de resistencia al esfuerzo a compresión para muestra patrón, sustitución al cemento 5 %, 10 % y 15 %; sustitución al agregado fino 5 %, 10 % y 15 % a los 7, 14 y 28 días de curado

Se demuestra que la adición de ceniza de hoja de eucalipto genera una dispersión en cuanto a los valores obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión, en general los resultados de resistencia a la compresión vas bajos fueron con la adición del 15 % de ceniza y la adición en un 5 % de ceniza con hoja de eucalipto que mejores resultados se obtuvo en reemplazo al agregado fino pasante por la malla N°100.

4.2.2 Resultados del ensayo físico mesa de flujo para mortero

✓ Fluidez del mortero

Para la investigación se realizó de manejabilidad en una mesa de flujo diseñada de acuerdo a las especificaciones ASTM y AASHTO para determinar el flujo del mortero. La normativa aplicada para dicho ensayo se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 40. Ensayo físico del mortero

Ensayo físico del mortero						
Propiedades físicas	Descripción			Normatividad		unidad de medida
Manejabilidad	Este ensayo fue utilizado para determinar el flujo de los morteros de cemento hidráulico y pastas de cemento.			ASTM C230	NTP 334.003	mm

Tabla 41. Resultados del ensayo de mesa de flujo del mortero patrón

MUESTRA	CEMENTO (g)	ARENA (g)	AGUA (ml)	ADICIÓN (g)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	D. PROM. (mm)	FLUIDEZ (%)
PATRÓN	250.00	687.50	178.00	0.00	118.00	119.00	118.00	118.00	118.00	16%
PATRÓN	250.00	687.50	165.00	0.00	117.00	115.00	114.00	114.00	115.00	13%
PATRÓN	250.00	687.50	155.00	0.00	113.00	110.00	105.00	110.00	110.00	8%

Se tiene del ensayo de fluidez de mortero (mesa de flujo) de la muestra patrón, se realizó 3 ensayos, donde se determinó la fluidez de cada uno de ellas y se graficó el óptimo resultado de acuerdo a normativa.

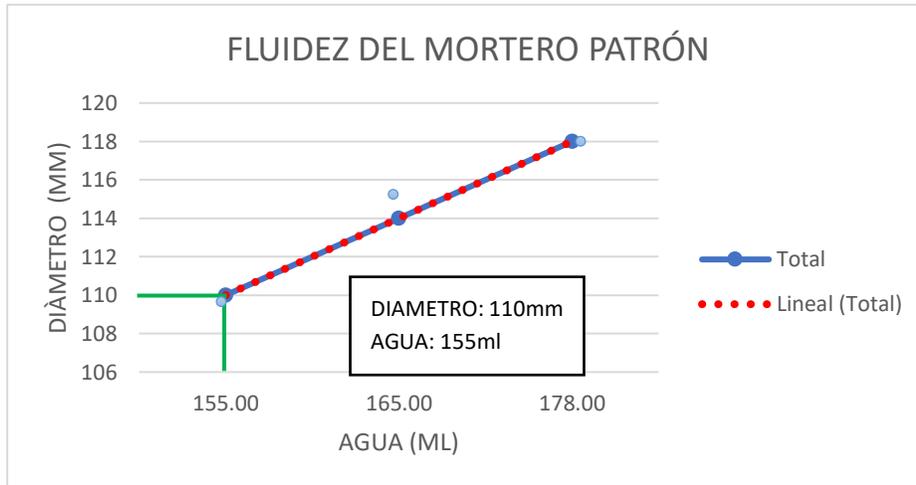


Figura 18. Ensayo, mesa de flujo del mortero patrón para el análisis del diámetro 4

De la figura N°18 se tiene como resultado óptimo para mortero no estructural el diámetro de 110mm de mortero con agua de 155 ml del patrón con fluidez del 8 %.

Tabla 42. Resultados del ensayo de mesa de flujo del mortero con adición de ceniza de hoja de eucalipto 5%

MUESTRA	CEMENTO (g)	ARENA (g)	AGUA (ml)	ADICIÓN (g)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	D. PROM. (mm)	FLUIDEZ (%)
DOSIS 5%	237.50	687.50	165.00	12.50	117.00	116.00	117.00	119.00	117.00	15%
DOSIS 5%	237.50	687.50	150.00	12.50	100.00	104.00	102.00	102.00	102.00	0%
DOSIS 5%	237.50	687.50	160.00	12.50	106.00	108.00	106.00	104.00	106.00	4%

Se observa el ensayo de fluidez de mortero (mesa de flujo), con la adición del 5 % de la ceniza de hoja de eucalipto, se trabajó con 3 muestras, donde se determinó la fluidez de cada uno de estas en la siguiente gráfica.

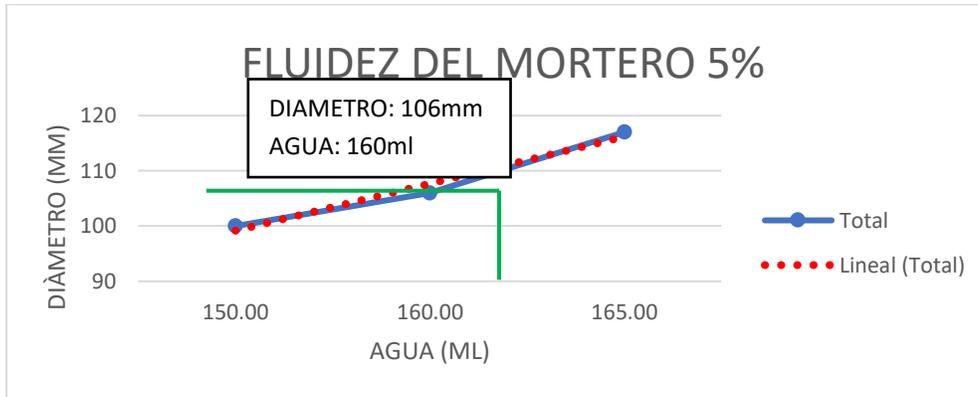


Figura 19. Ensayo, mesa de flujo del mortero con adición de 5% de ceniza de hoja de eucalipto para el análisis del diámetro 1

De la figura N°19 se tiene como resultado óptimo para mortero no estructural el diámetro de 106 mm de mortero con agua de 160 ml del patrón con fluidez del 8 %. Además, el diámetro de la muestra tiende a aumentar de manera lineal de acorde a la cantidad de agua se aumente, esto es debido a la relación fluidez, cambio de diámetro.

Tabla 43. Resultados del ensayo de mesa de flujo del mortero con adición de ceniza de hoja de eucalipto 10 %

MUESTRA	CEMENTO (g)	ARENA (g)	AGUA (ml)	ADICIÓN (g)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	D. PROM. (mm)	FLUIDEZ %
DOSIS 10%	225.00	687.50	160.00	25.00	103.00	103.00	104.00	102.00	103.00	1%
DOSIS 10%	225.00	687.50	162.50	25.00	106.00	104.00	106.00	107.00	106.00	4%
DOSIS 10%	225.00	687.50	170.00	25.00	118.00	119.00	118.00	118.00	118.00	16%

Se observa el ensayo de fluidez de mortero (mesa de flujo), con la adición del 10 % de la ceniza de hoja de eucalipto, se trabajó con 3 muestras, donde se determinó la fluidez de cada uno de estas en la siguiente gráfica.

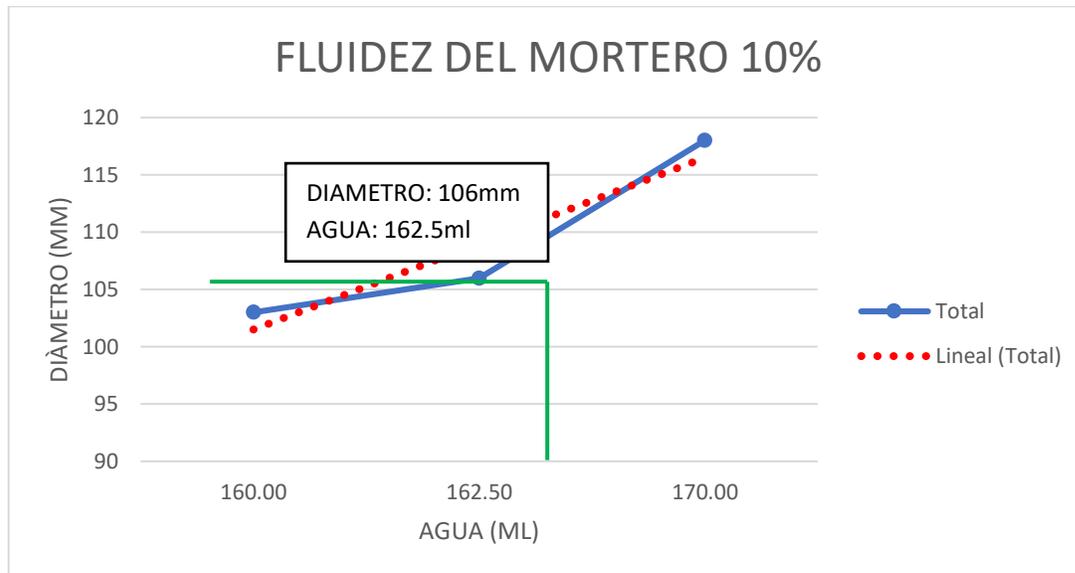


Figura 20. Ensayo, mesa de flujo del mortero con adición de 10% de ceniza de hoja de eucalipto para el análisis del diámetro 1

En la figura N°20 se tiene como resultado óptimo para mortero no estructural el diámetro de 106 mm de mortero con agua de 162.5 ml del patrón con fluidez del 4 %. Además, el diámetro de la muestra tiende a aumentar de manera lineal de acorde a la cantidad de agua se aumente, esto es debido a la relación fluidez, cambio de diámetro.

Tabla 44. Resultados del ensayo de mesa de flujo del mortero con adición de ceniza de hoja de eucalipto 15%

MUESTRA	CEMENTO (g)	ARENA (g)	AGUA (ml)	ADICIÓN (g)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	D. PROM. (mm)	FLUIDEZ %
DOSIS 15%	212.50	687.50	162.50	37.50	105.00	103.00	103.00	103.00	104.00	2%
DOSIS 15%	212.50	687.50	167.00	37.50	110.00	112.00	112.00	112.00	112.00	10%
DOSIS 15%	212.50	687.50	170.00	37.50	117.00	116.00	116.00	117.00	117.00	15%

De la tabla 44 se observa el ensayo de fluidez de mortero (mesa de flujo), con la adición del 15% de la ceniza de hoja de eucalipto, se trabajó con 3 muestras, donde se determinó la fluidez de cada uno de ellas.

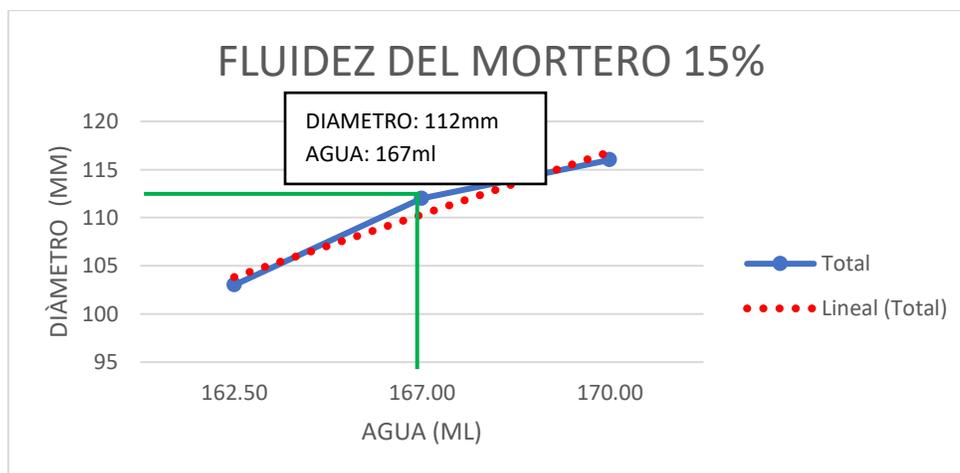


Figura 21. Ensayo, mesa de flujo del mortero con adición de 15% de ceniza de hoja de eucalipto para el análisis del diámetro 3

De la figura N°21 se tiene como resultado óptimo para mortero no estructural el diámetro de 112 mm de mortero con agua de 167 ml del patrón con fluidez del 10 %. Además, el diámetro de la muestra tiende a aumentar de manera lineal de acorde a la cantidad de agua se aumente, esto es debido a la relación fluidez, cambio de diámetro.

- **Resumen de ensayos de fluidez del mortero**

Tabla 45. Resumen de fluidez del mortero para muestra con sustitución al peso del cemento con ceniza de hoja de eucalipto en 5%, 10% y 15%

MUESTRA	CEMENTO (g)	ARENA (g)	AGUA (ml)	ADICIÓN (g)	D. PROM. (mm)	FLUIDEZ (%)
DOSIS 5%	237.5	687.5	165	12.5	117	15%
DOSIS 5%	237.5	687.5	150	12.5	102	0%
DOSIS 5%	237.5	687.5	160	12.5	106	4%
DOSIS 10%	225	687.5	160	25	103	1%
DOSIS 10%	225	687.5	162.5	25	106	4%
DOSIS 10%	225	687.5	170	25	118	16%
DOSIS 15%	212.5	687.5	162.5	37.5	104	2%
DOSIS 15%	212.5	687.5	167	37.5	112	10%
DOSIS 15%	212.5	687.5	170	37.5	117	15%

En la tabla 45, de acuerdo a la norma NTP 334.057, se muestra los datos del ensayo de fluidez de mortero con las distintas dosificaciones de (5 %, 10 % y

15 %) de ceniza de hoja eucalipto, se trabajó con el promedio de las muestras a continuación.

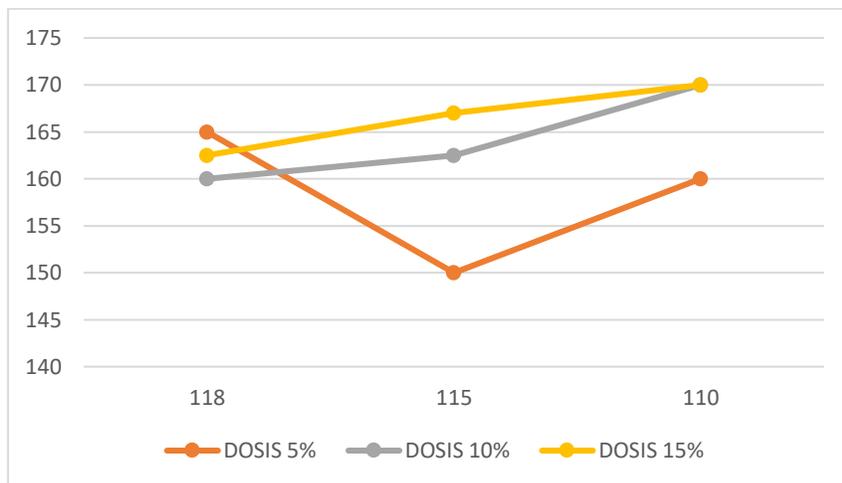


Figura 22. Ensayo de fluidez de mortero con adición de ceniza de hoja de eucalipto

Se observa el ensayo de fluidez de mortero con las distintas dosificaciones de (5 %, 10 % y 15 %) de ceniza de hoja eucalipto, para este caso la mejor adherencia de manifiesta con una adición de 15%, superando a la muestra patrón.

4.2.3 Resultados del ensayo físico contenido de aire para mortero

✓ Contenido de aire

Se presenta los resultados del ensayo de contenido de aire en función del contenido de aire y de la temperatura. La cantidad de aire depende de las propiedades físicas del agregado y proporciones del diseño

Tabla 46. Resultados del ensayo de contenido de aire del mortero

Contenido de aire del mortero					
Diseño de mezcla	Contenido de aire 1 (%)	Contenido de aire 2 (%)	Contenido de aire 3 (%)	Contenido de aire promedio (%)	Promedio de la temperatura del mortero (°c)
Patrón	2.8	2.9	3	2.9%	23.00
Dosis 5 % sustit.	4.1	4.2	4.5	4.3%	23.00
Dosis 10 % sustit.	4.9	4.7	5	4.9%	23.50
Dosis 15 % sustit.	3.5	3.4	3.7	3.5%	23.00

En la tabla N°46 se puede observar que al sustituir un 15 % de ceniza solo incrementa un 0.6 % de aire de acuerdo a ensayo patrón, sin embargo, al sustituir un porcentaje de 10 % el contenido de aire se incrementa en un 2 % de acuerdo al ensayo patrón.

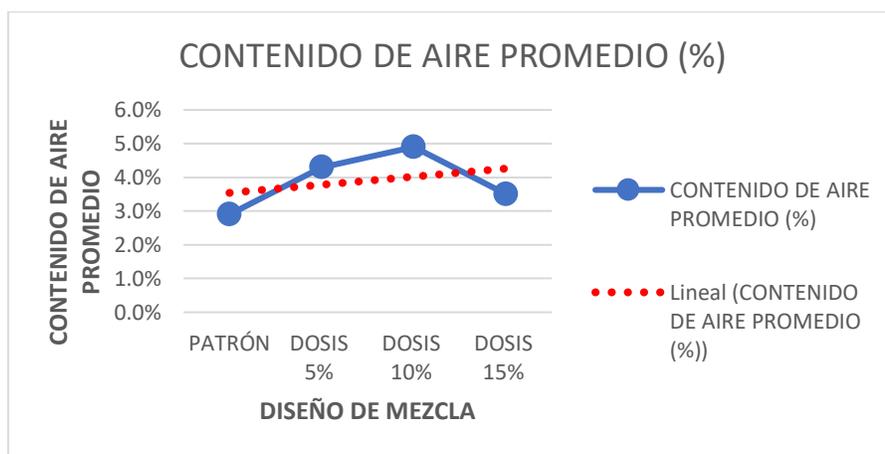


Figura 23. Contenido de aire promedio (%)

En la gráfica N°23 se puede observar la tendencia parabólica negativa, esto nos indica que no existe una relación en la cantidad de ceniza con el aire incorporado puesto que el resultado del valor máximo asciende en un valor de 4.9 % con una sustitución de 10%, sin embargo, cabe resaltar que los resultados obtenidos superan a la muestra patrón. Otro aspecto importante es que, los valores obtenidos no superan las recomendaciones de la norma NTP 399.610, donde se menciona que en el óptimo contenido de aire no debe superar el 12 %.

4.2.4 Resultados del ensayo físico tiempo de fragua para mortero

✓ Tiempo de fragua

Tabla 47. Resultados del ensayo de tiempo de fragua para el ensayo patrón

Tiempo absoluto acumulado (minutos)	Penetración (mm.)
0	40
30	40
45	40
60	40
75	40
90	40
105	40
120	40
135	39
150	30
165	20
180	7
195	2
210	2
225	2.5
240	2.5
255	2.5
270	0.5
285	0.5
300	0.5
315	0.5
330	0.5
345	0.5
360	0.5
375	0.5
390	0.5
405	0.5
420	0.5

435	0.5
450	0.5
465	0.5
480	0.5
495	0.5
510	0.5
525	0.5
540	0

En la tabla N°47 se observa los resultados obtenidos de la muestra patrón donde se ve el tiempo de fragua acumulado en minutos y los resultados de la penetración de la aguja del vástago, en la cual se aprecia un tiempo de 540 minutos de realizado el ensayo al fraguado final del mortero.

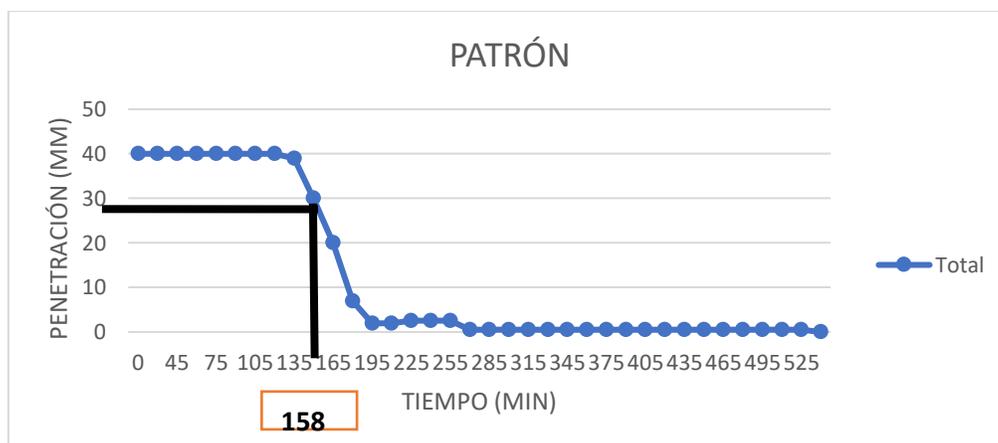


Figura 24. Ensayo de tiempo de fragua para el ensayo patrón

La figura N°24 muestra el tiempo de fraguado del mortero patrón de acorde a la penetración de la aguja de Vicat en el vástago, obteniendo la primera respuesta al fraguado a los 135 minutos iniciado el ensayo, seguido del fraguado inicial que se da al penetrar 25 mm al mortero según la norma NTP 334.006, esto sucedió a los 158 minutos transcurridos a partir de inicio del ensayo, y el fraguado final que se da al penetrar 00 mm al mortero según la norma NTP 334.006 sucediendo a los 540 minutos transcurridos a partir de inicio del ensayo.

Tabla 48. Ensayo de tiempo de fragua, con una de adición de 5% de ceniza de hoja de eucalipto

Tiempo absoluto acumulado (minutos)	Penetración (mm.)
0	40
30	40
45	40
60	40
75	40
90	40
105	40
120	40
135	40
150	40
165	40
180	40
195	33.5
210	20
225	8.5
240	2.5
255	0.5
270	0.5
285	0.5
300	0.5
315	0.5
330	0.5
345	0.5
360	0.5
375	0.5
390	0.5
405	0.5
420	0.5
435	0.5
450	0.5
465	0.5

480	0.5
495	0.5
510	0

En la tabla N°48 se muestra el ensayo de tiempo de fragua del mortero con sustitución del 5 % en peso del cemento con la ceniza de hoja de eucalipto

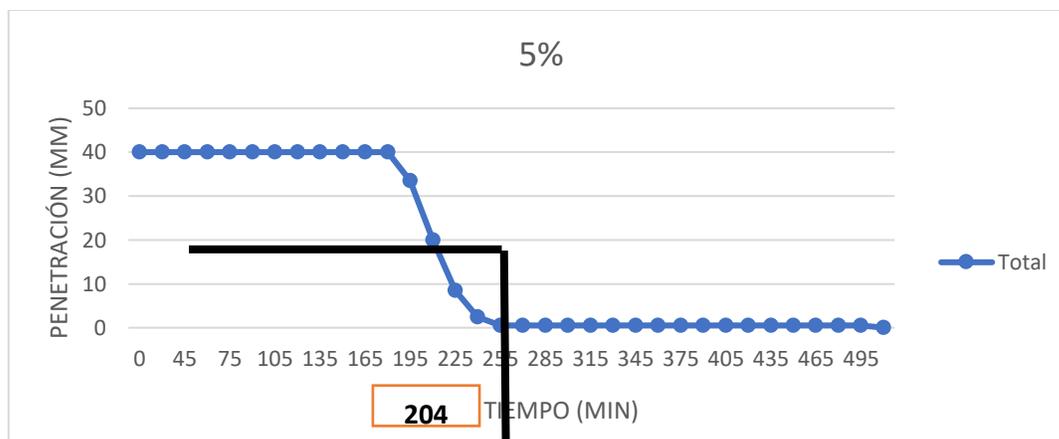


Figura 25. Ensayo de tiempo de fragua, con una de adición de 5% de ceniza de hoja de eucalipto

La figura N°25 muestra el tiempo de fraguado del mortero con sustitución del 5 % en peso al cemento con la ceniza de hoja de eucalipto de acorde a la penetración de la aguja de Vicat en el vástago, obteniendo la primera respuesta al fraguado a los 195 minutos iniciado el ensayo, seguido del fraguado inicial que se da al penetrar 25 mm al mortero según la norma NTP 334.006, esto sucedió a los 204 minutos transcurridos a partir de inicio del ensayo, y el fraguado final que se da al penetrar 00 mm al mortero según la norma NTP 334.006 sucediendo a los 510 minutos transcurridos a partir de inicio del ensayo.

Tabla 49. Ensayo de tiempo de fragua, con una de adición de 10% de ceniza de hoja de eucalipto

Tiempo absoluto acumulado (minutos)	Penetración (mm.)
0	40
30	40
45	25
60	15
75	0.5
90	0.5
105	0.5
120	0.5
135	0.5
150	0.5
165	0.5
180	0.5
195	0.5
210	0.5
225	0.5
240	0.5
255	0.5
270	0.5
285	0.5
300	0.5
315	0.5
330	0.5
345	0.5
360	0.5
375	0.5
390	0.5
405	0.5
420	0.5
435	0.5
450	0

En la tabla N°49 se muestra el ensayo de tiempo de fragua del mortero con sustitución del 10 % en peso del cemento con la ceniza de hoja de eucalipto

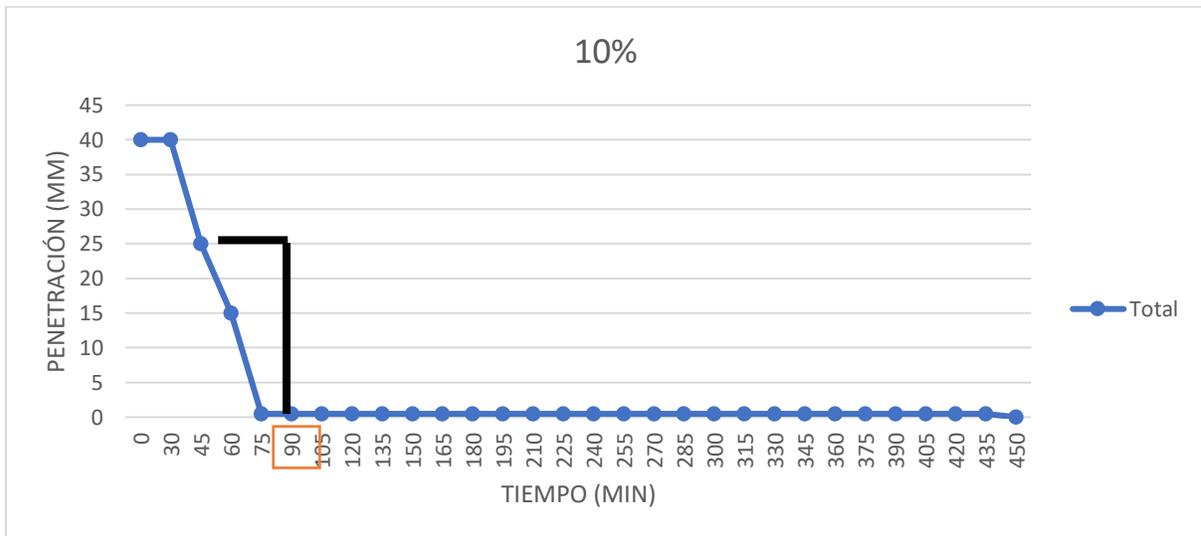


Figura 26. Ensayo de tiempo de fragua, con una de adición de 10% de ceniza de hoja de eucalipto

La figura N°26 se muestra el tiempo de fraguado del mortero con sustitución del 10 % en peso al cemento con la ceniza de hoja de eucalipto de acorde a la penetración de la aguja de Vicat en el vástago, obteniendo la primera respuesta al fraguado a los 30 minutos iniciado el ensayo, seguido del fraguado inicial que se da al penetrar 25 mm al mortero según la norma NTP 334.006, esto sucedió a los 45 minutos transcurridos a partir de inicio del ensayo, y el fraguado final que se da al penetrar 00 mm al mortero según la norma NTP 334.006 sucediendo a los 450 minutos transcurridos a partir de inicio del ensayo.

Tabla 50. Ensayo de tiempo de fragua, con una de adición de 15% de ceniza de hoja de eucalipto

Tiempo absoluto acumulado (minutos)	Penetración (mm.)
Inicio de vaciado	40
0	40
30	40
45	25
60	15
75	0.5
90	0.5
105	0.5
120	0.5
135	0.5
150	0.5
165	0.5
180	0.5
195	0.5
210	0.5
225	0.5
240	0.5
255	0.5
270	0.5
285	0.5
300	0.5
315	0.5
330	0.5
345	0.5
360	0.5
375	0.5
390	0

En la tabla N°50 se muestra el ensayo de tiempo de fragua del mortero con sustitución del 15 % en peso del cemento con la ceniza de hoja de eucalipto

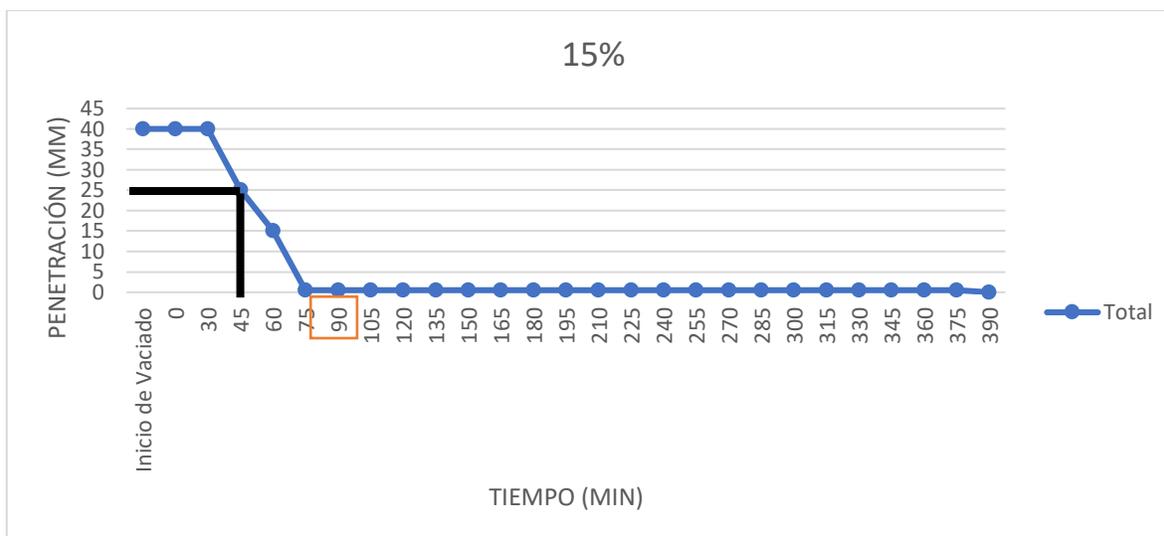


Figura 27. Ensayo de tiempo de fragua, con una de adición de 15% de ceniza de hoja de eucalipto

La figura N°27, se muestra el tiempo de fraguado del mortero con sustitución del 10 % en peso al cemento con la ceniza de hoja de eucalipto de acorde a la penetración de la aguja de Vicat en el vástago, obteniendo la primera respuesta al fraguado a los 30 minutos iniciado el ensayo, seguido del fraguado inicial que se da al penetrar 25 mm al mortero según la norma NTP 334.006, esto sucedió a los 45 minutos transcurridos a partir de inicio del ensayo, y el fraguado final que se da al penetrar 00 mm al mortero según la norma NTP 334.006 sucediendo a los 390 minutos transcurridos a partir de inicio del ensayo.

Tabla 51. Resultado del ensayo de tiempo de fragua para el mortero con adición de (5 %, 10 % y 15 %) de ceniza de hoja de eucalipto

Tiempo absoluto acumulado (minutos)	Penetración con sustitución al 5% (mm.)	Penetración con sustitución al 10% (mm.)	Penetración con sustitución al 15% (mm.)
0	40	40	40
30	40	40	40
45	40	25	40
60	40	15	25
75	40	0.5	15
90	40	0.5	0.5

105	40	0.5	0.5
120	40	0.5	0.5
135	40	0.5	0.5
150	40	0.5	0.5
165	40	0.5	0.5
180	40	0.5	0.5
195	33.5	0.5	0.5
210	20	0.5	0.5
225	8.5	0.5	0.5
240	2.5	0.5	0.5
255	0.5	0.5	0.5
270	0.5	0.5	0.5
285	0.5	0.5	0.5
300	0.5	0.5	0.5
315	0.5	0.5	0.5
330	0.5	0.5	0.5
345	0.5	0.5	0.5
360	0.5	0.5	0.5
375	0.5	0.5	0.5
390	0.5	0.5	0.5
405	0.5	0.5	0
420	0.5	0.5	
435	0.5	0.5	
450	0.5	0	
465	0.5		
480	0.5		
495	0.5		
510	0		
525			
540			

En la tabla N°51 se muestra los resultados obtenidos del ensayo de tiempo de fragua para el mortero patrón y la adición de (5 %, 10 % y 15 %) de ceniza de hoja de eucalipto con un tiempo acumulado de 540 minutos, al incrementarse el

porcentaje de sustitución de la ceniza este disminuye el tiempo necesario para llegar a su fraguado inicial, que según la NTP 334.006 sucede al penetrar 25 mm al mortero; siendo el reemplazo del 5 % el tiempo de fraguado de 204 minutos transcurridos a partir de inicio del ensayo, y de fraguado final en 510 minutos esto aumento en tiempo de fragua en un 7.7 % respecto a patrón. Además, siendo el de menor tiempo la muestra con sustitución de cenizas de hoja de eucalipto al 15 %, y siendo la muestra que necesita mayor tiempo para su fraguado inicial y final la muestra patrón y esto puede darse por distintos factores que es la reducción del agua así mismo la variación de la temperatura.

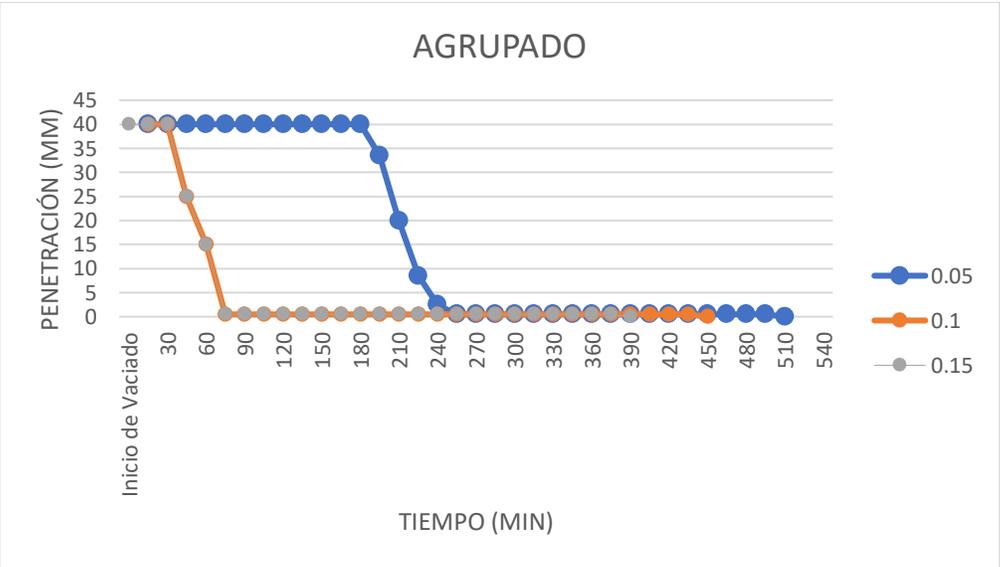


Figura 28. Resultados del ensayo de tiempo de fragua para el mortero patrón y la adición de (5 %, 10 % y 15 %) de ceniza de hoja de eucalipto

Como se interpreta en la figura 28, se muestra esquemáticamente la variación del tiempo de fragua del mortero inicial y la sustitución al cemento en (5 %, 10 % y 15%) en peso de la ceniza de hoja de eucalipto de acuerdo a la norma NTP 334.006, al reemplazar en 10 % y 15 % alcanza un tiempo de 45 minutos, siendo este uno de los valores superior a los demás, de acuerdo a lo realizado esto también hace referencia que hay una relación proporcional en cuanto al tiempo de fragua y el porcentaje de sustitución de ceniza.

También es dable mencionar que, las reducciones obtenidas no difieren de los valores de los morteros convencionales, el cual según Solano (2020) es de 2 a 24 horas. Estos valores pueden usarse para determinar qué tipo de muro debe usarse, al momento de diseñar edificaciones donde el peso propio de la estructura deba ser mínimo, debiéndose considerar los morteros que obtuvieron una menor masa unitaria, haciendo el análisis respectivo para verificar que este cumpla con las cargas que soportará, en el caso que no se utilizara como muro de relleno.

4.3 Análisis estadístico

4.3.1 Análisis descriptivo

Se realizó el análisis de datos con el programa estadístico Stata para verificar la normalidad y el rumbo de los datos obtenidos en campo.

- ✓ Prueba de normalidad
- ❖ Para la sustitución al cemento en 5 %, 10 % y 15 % en peso por cenizas de hoja de eucalipto para resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en uso constructivo.
- Diagrama de cajas y bigotes

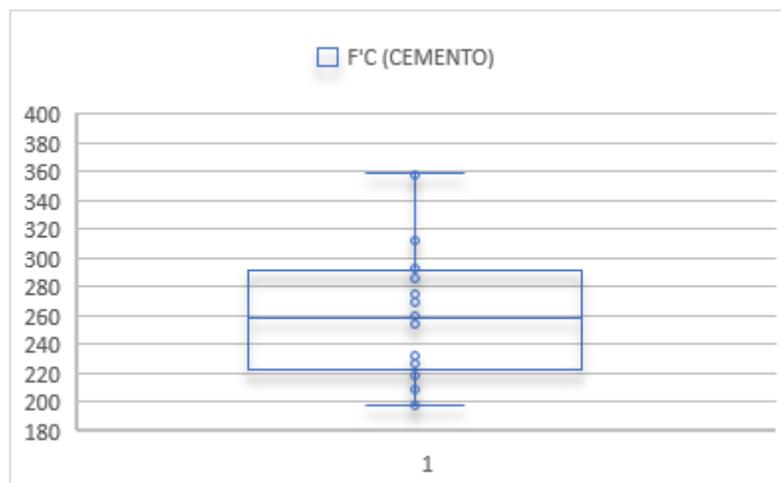


Figura 29. Diagrama de cajas y bigotes de la resistencia a la compresión del concreto

En la figura N°29 se muestra el diagrama de cajas y bigotes de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución del cemento con cenizas de hoja de eucalipto, en la cual muestra que no existe valores fuera de rango mínimo y máximo, es decir que las observaciones son aceptables para continuar con el análisis de test de normalidad.

- Diagrama de normalidad

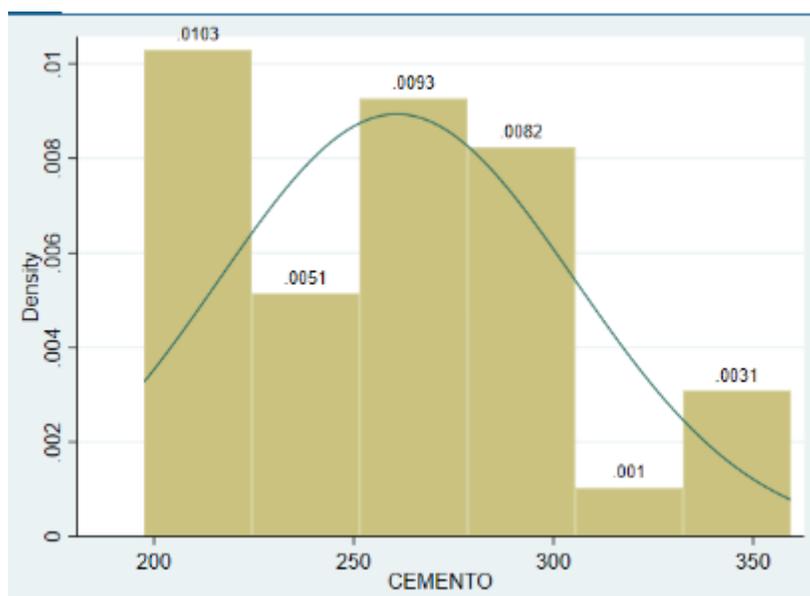


Figura 30. Diagrama de normalidad de la resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

En el figura N°30 se denota una línea continua el cual representa la distribución normal, y las barras son las frecuencias de los datos. Sin embargo, el análisis que se desprende de la interpretación del gráfico no es concluyente.

- Cuadro de resultados de prueba de Skewness/Kurtosis.

Por ello, es que se realizó los test de Skewness/Kurtosis, Shapiro-Wilk y Shapiro-Francia para su verificación final.

Tabla 52. Resumen de prueba Skewness/Kurtosis de la resistencia a la compresión del concreto

Skewness/Kurtosis tests for Normality					
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	Chi2(2)	Pro.>chi2
Cemento	36	0.1193	0.9642	2.62	0.2703

La tabla N°52 corresponde al resumen de la prueba de Skewness/Kurtosis para el test de normalidad y teniendo en cuenta una hipótesis nula de que los datos están bien comportados o se distribuyen normalmente, además se obtuvo que la probabilidad del chi cuadrado es del 27 %; por lo tanto, siendo este superior al 5% y con un nivel de confianza del 95 % no se rechaza la hipótesis nula de que los datos tienen un comportamiento normal.

- Cuadro de resultados de prueba de Shapiro-Wilk

Tabla 53. Test de normalidad - Shapiro-Wilk de la resistencia a la compresión del concreto

Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	Z	Pro.>z
Cemento	36	0.93481	2.377	1.811	0.03511

De igual manera, en la tabla N°53 se realizó otro test de normalidad, este es el Shapiro-Wilk el cual también tiene como hipótesis nula de que los datos tienen una distribución normal. El valor de la probabilidad del estadístico Z fue del 3 % inferior al 5 % y con ello se puede afirmar con un nivel de confianza del 95 % de que los datos no tienen una distribución normal.

- Cuadro de resultados de prueba de Shapiro-Francia W'

Tabla 54. Test - Shapiro-Francia de la resistencia a la compresión del concreto

Shapiro-Francia W' test for normal data					
Variable	Obs	W	V	Z	Pro.>z
Cemento	36	0.94347	2.286	1.532	0.06282

Por último, también se realizó el test de Shapiro-Francia y los resultados obtenidos son como se muestra en tabla N° 54, donde con un nivel de confianza del 95% y una probabilidad del estadístico Z de 6 %, se concluye que también los datos tienen una distribución normal.

En síntesis, habiendo realizado los tres test de normalidad, donde el test de Skewness/Kurtosis, y Shapiro-Francia indicaron que para la variable cemento no se rechaza la hipótesis nula y el test Shapiro Wilk indica que para la variable cemento se rechaza la hipótesis nula. Por ende, se puede afirmar en mayoría a los mismos que los datos se distribuyen normalmente.

❖ Para la sustitución al agregado fino en 5 %, 10 % y 15 % en peso por cenizas de hoja de eucalipto para resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² en uso constructivo

- Diagrama de cajas y bigotes

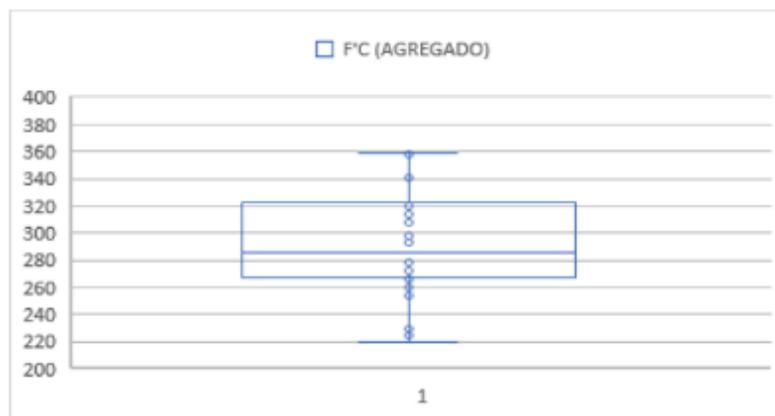


Figura 31. Diagrama de cajas y bigotes de resistencia a la compresión del concreto

En la figura N°31 se muestra el diagrama de cajas y bigotes del concreto $f'c=210$ kg/cm², en la cual se observa que no existe valores fuera de rango mínimo y máximo, es decir que las observaciones son aceptables para continuar con el análisis de test de normalidad.

- Diagrama de normalidad

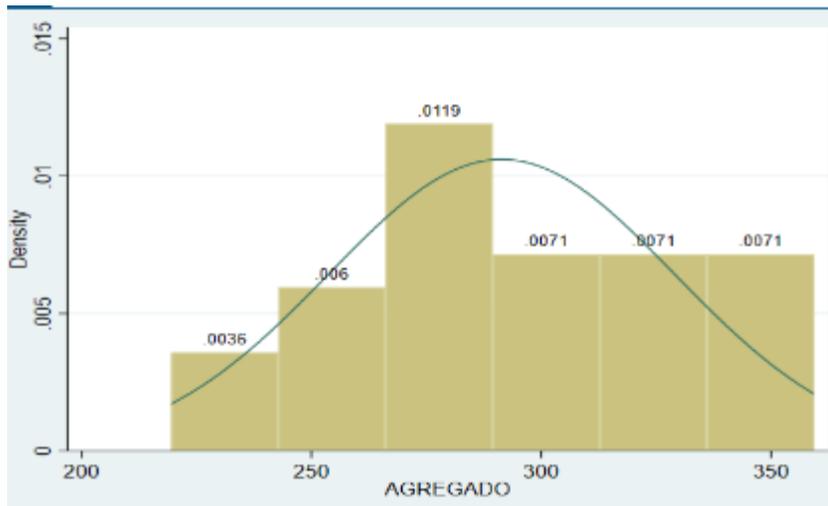


Figura 32. Diagrama de normalidad

En el figura N°32 se denota una línea continua el cual representa la distribución normal, y las barras son las frecuencias de los datos. Sin embargo, el análisis que se desprende de la interpretación del gráfico no es concluyente. Por ello, es que se realizó los test de Skewness/Kurtosis, Shapiro-Wilk y Shapiro-Francia para su verificación final.

- Cuadro de resultados de prueba de Skewness/Kurtosis.

Tabla 55. Resumen de prueba Skewness/Kurtosis para la resistencia a la compresión del concreto

Skewness/Kurtosis tests for Normality					
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	Chi2(2)	Pro.>chi2
Cemento	36	0.6914	0.3517	1.08	0.5823

La tabla N°55 corresponde al resumen de la prueba de Skewness/Kurtosis para el test de normalidad y teniendo en cuenta una hipótesis nula de que los datos están bien comportados o se distribuyen normalmente, además se obtuvo que la probabilidad del chi cuadrado es del 58 %; por lo tanto, siendo este superior al 5 % y con un nivel de confianza del 95 % no se rechaza la hipótesis nula de que los datos tienen un comportamiento normal.

- Cuadro de resultados de prueba de Shapiro-Wilk

Tabla 56. Test de normalidad - Shapiro-Wilk para la resistencia a la compresión del concreto

Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	Z	Pro.>z
Cemento	36	0.95981	1.465	0.799	0.21209

De igual manera en la tabla N° 56, se realizó otro test de normalidad, este es el Shapiro-Wilk el cual también tiene como hipótesis nula de que los datos tienen una distribución normal. El valor de la probabilidad del estadístico Z fue del 21 % superior al 5 % y con ello se puede afirmar con un nivel de confianza del 95 % de que los datos tienen una distribución normal.

- Cuadro de resultados de prueba de Shapiro-Francia

Tabla 57. Test - Shapiro-Francia para la resistencia a la compresión del concreto

Shapiro-Francia W' test for normal data					
Variable	Obs	W	V	Z	Pro.>z
Cemento	36	0.96823	1.285	0.464	0.32117

Por último, también se realizó el test de Shapiro-Francia y los resultados obtenidos son como se muestra en tabla N° 57, donde con un nivel de confianza del 95 % y una probabilidad del estadístico Z de 32 %, se concluye que también los datos tienen una distribución normal.

En síntesis, habiendo realizado los tres test de normalidad, donde el test de Skewness/Kurtosis, Shapiro-Wilk W y Shapiro-Francia indicaron que para la variable agregado fino no se rechaza la hipótesis nula y por ende se afirma en base a los mismos que los datos se distribuyen normalmente.

- ❖ Para la sustitución al cemento en 5 %, 10 % y 15 % en peso por cenizas de hoja de eucalipto para la manejabilidad del mortero para asentamiento de unidades de albañilería
- Diagrama de cajas y bigotes

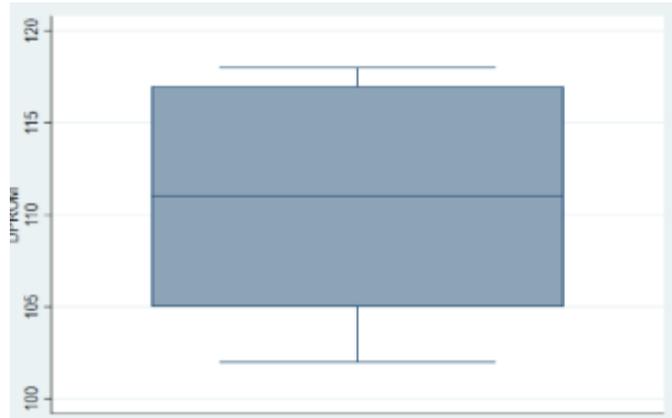


Figura 33. Diagrama de cajas de la manejabilidad del mortero

En la figura N°33 se muestra el diagrama de cajas y bigotes de la manejabilidad del mortero, en la cual muestra que no existe valores fuera de rango mínimo y máximo, es decir que las observaciones son aceptables para continuar con el análisis de test de normalidad.

- Diagrama de normalidad

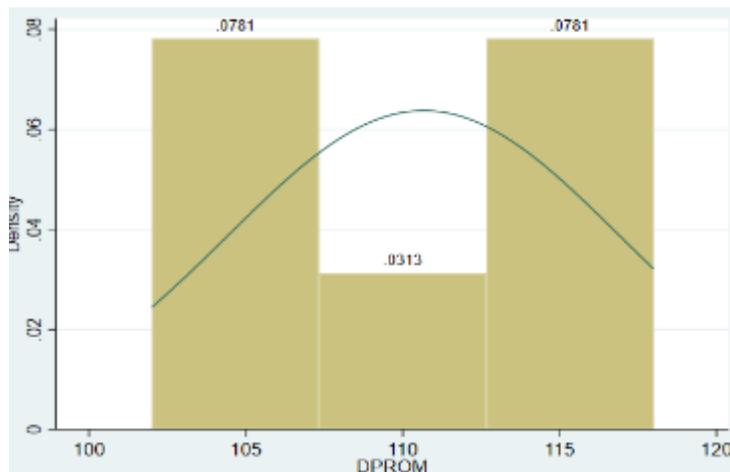


Figura 34. Diagrama de normalidad para la manejabilidad del mortero

En el figura N°34, se denota una línea continua el cual representa la distribución normal, y las barras son las frecuencias de los datos. Sin embargo, el análisis que se desprende de la interpretación del gráfico no es concluyente. Por ello, es que se realizó los test de Skewness/Kurtosis, Shapiro-Wilk y Shapiro-Francia para su verificación final.

- Cuadro de resultados de prueba de Skewness/Kurtosis

Tabla 58. Resumen de prueba Skewness/Kurtosis para la manejabilidad del mortero
Skewness/Kurtosis tests for Normality

Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	Chi2(2)	Pro.>chi2
Cemento	12	0.8715	0.0214	5.18	0.0751

La tabla N°58 corresponde al resumen de la prueba de Skewness/Kurtosis para el test de normalidad y teniendo en cuenta una hipótesis nula de que los datos están bien comportados o se distribuyen normalmente, además se obtuvo que la probabilidad del chi cuadrado es del 7 %; por lo tanto, siendo este superior al 5 % y con un nivel de confianza del 95 % no se rechaza la hipótesis nula de que los datos tienen un comportamiento normal.

- Cuadro de resultados de prueba de Shapiro-Wilk

Tabla 59. Test de normalidad - Shapiro-Wilk para la manejabilidad del mortero

Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	Z	Pro.>z
Cemento	12	0.92943	1.179	0.321	0.37416

De igual manera, en la tabla N° 59 se realizó otro test de normalidad, este es el Shapiro-Wilk el cual también tiene como hipótesis nula de que los datos tienen una distribución normal. El valor de la probabilidad del estadístico Z fue del 37% superior al 5% y con ello se puede afirmar con un nivel de confianza del 95% de que los datos tienen una distribución normal.

- Cuadro de resultados de prueba de Shapiro-Francia.

Tabla 60. Test - Shapiro-Francia para la manejabilidad del mortero
Shapiro-Francia W' test for normal data

Variable	Obs	W	V	Z	Pro.>z
Cemento	12	0.92719	1.362	0.541	0.29433

Por último, también se realizó el test de Shapiro-Francia y los resultados obtenidos son como se muestra en tabla N° 60, donde con un nivel de confianza del 95% y una probabilidad del estadístico Z de 29 %, se concluye que también los datos tienen una distribución normal.

En síntesis, habiendo realizado los tres test de normalidad, donde el test de Skewness/Kurtosis, Shapiro-Wilk W y Shapiro-Francia indicaron que para la variable cemento no se rechaza la hipótesis nula y por ende se puede afirmar en base a los mismos que los datos se distribuyen normalmente.

- ❖ Para la sustitución al cemento en 5%, 10% y 15% en peso por cenizas de hoja de eucalipto para el contenido de aire del mortero para asentamiento de unidades de albañilería

- Diagrama de cajas y bigotes

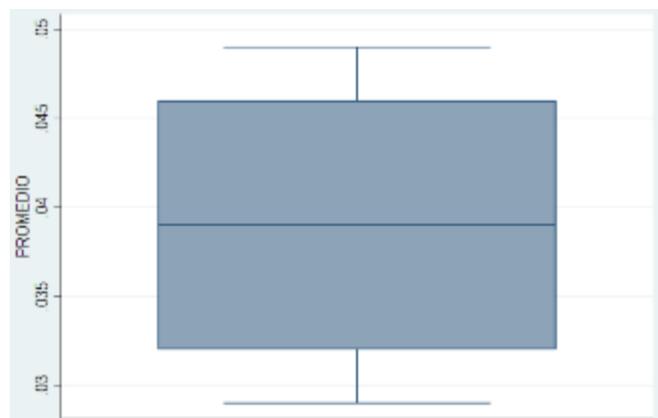


Figura 35. Diagrama de cajas contenido de aire del mortero

En la figura N°35 se muestra el diagrama de cajas y bigotes para el contenido de aire en el mortero, donde se observa que no existen datos atípicos, es decir que todos ellos se encuentran dentro del límite mínimo y máximo, es decir que las observaciones son aceptables para continuar con el análisis de test de normalidad.

- Diagrama de normalidad

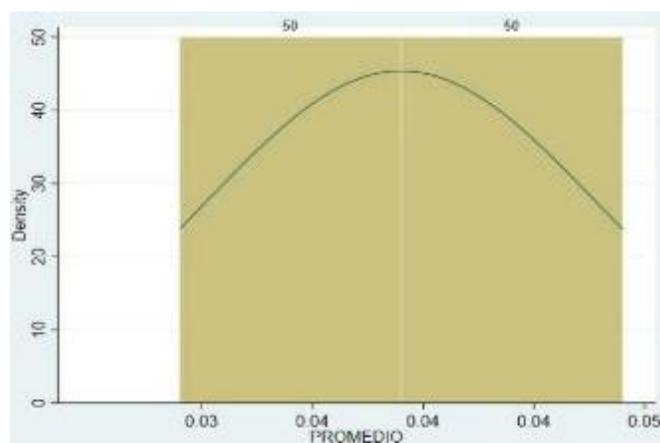


Figura 36. Diagrama de normalidad para el contenido de aire del mortero

Se puede visualizar en la figura N°36 que las frecuencias de cada barra están perfectamente alineadas, es decir son similares; y teniendo en cuenta la distribución normal como se observa en el gráfico se podría concluir que los datos tienen una distribución normal, sin embargo, para tener la certeza del mismo se procedió a realizar el test de Shapiro-Wilk, y así aseverar la normalidad de la distribución de los datos.

- Cuadro de resultados de prueba de Shapiro Wilk.

Tabla 61. Test - Shapiro-Wilk para contenido de aire del mortero

Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	Z	Pro.>z
Cemento	4	0.97547	0.283	-1.150	0.87502

Como se muestra en la tabla N° 61 concerniente al test de Shapiro-Wilk con un error del 5 % y una probabilidad del estadístico Z igual a 88 % superior al error no se rechaza la hipótesis nula de que los datos tienen una distribución normal.

Una vez realizado el test, se asevera que los datos de contenido de aire tienen una distribución normal y que no cuentan con observaciones atípicas que puedan alterar el resultado final de la presente investigación.

✓ Para la sustitución al cemento en 5 %, 10 % y 15 % en peso por cenizas de hoja de eucalipto para el tiempo de fragua del mortero para asentamiento de unidades de albañilería.

- Diagrama de cajas y bigotes

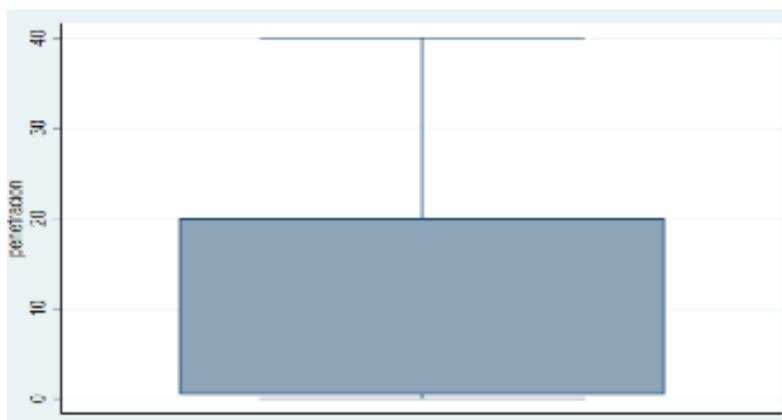


Figura 37. Diagrama de cajas del tiempo de fragua del mortero

En la figura N°37 se muestra que no existe valores fuera de rango, es decir que los datos realizados muestran valores aceptables para la realización de test de normalidad.

- Diagrama de normalidad

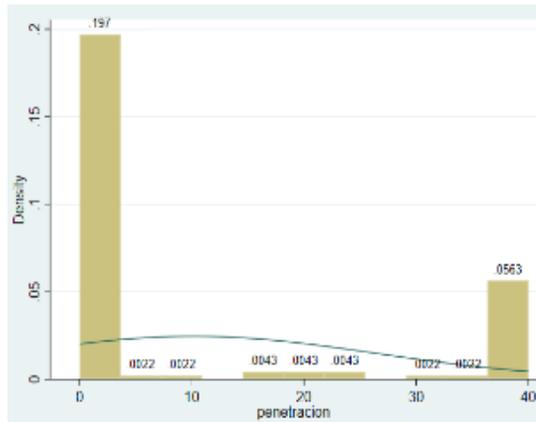


Figura 38. Diagrama de normalidad – test Shapiro-Wilk W para contenido de aire del mortero

En el gráfico N°38 se denota una línea continua el cual representa la distribución normal, y las barras representan a las frecuencias de los datos. Sin embargo, en el gráfico no se distingue una distribución normal, por ello es que se realizará los tests Skewness/Kurtosis, Shapiro-Wilk y Shapiro-Francia, y aseverar la distribución de los datos.

- Cuadro de resultados de prueba de Skewness/Kurtosis

Tabla 62. Test de normalidad - Skewness/Kurtosis para contenido de aire del mortero
Skewness/Kurtosis tests for Normality

Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	Chi2(2)	Pro.>chi2
Cemento	127	0.0000	0.2496	18.89	0.0001

En la tabla N°62 se demuestra la prueba de Skewness/Kurtosis para el test de normalidad y teniendo en cuenta una hipótesis nula de que los datos están bien comportados, es decir se distribuyen como una normal, el valor de la probabilidad del chi cuadrado arrojado por el test, es del 0 % el cual es inferior al 5%. Por ende, a un nivel de confianza del 95 % se rechaza la hipótesis nula de que los datos tienen una distribución normal.

- Cuadro de resultados de prueba de Shapiro Wilk

Tabla 63. Prueba de normalidad - Shapiro-Wilk para contenido de aire del mortero
Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	Z	Pro.>z
Cemento	127	0.81823	18.352	6.539	0.0000

En la tabla N° 63 se demuestra la prueba de Shapiro-Wilk para la prueba de normalidad y teniendo en cuenta una hipótesis nula de que los datos están bien comportados, es decir se distribuyen como una normal, el valor de la probabilidad del valor Z es del 0 % el cual es inferior al 5 %. Por ende, se rechaza la hipótesis nula a un nivel de confianza del 95 % de que los datos tienen una distribución normal.

- Cuadro de resultados de prueba de Shapiro-Francia

Tabla 64. Prueba de normalidad - Shapiro-Francia para contenido de aire del mortero
Shapiro-Francia W' test for normal data

Variable	Obs	W	V	Z	Pro.>z
Cemento	127	0.77809	24.621	6.431	0.00001

La tabla N° 64 demuestra la prueba de Shapiro-Francia para la prueba de normalidad y teniendo en cuenta una hipótesis nula de que los datos están bien comportados, es decir se distribuyen como una normal, el valor de la probabilidad del valor Z es del 0% el cual es inferior al 5%. Por ende, con un nivel de confianza del 95% se rechaza la hipótesis nula que los datos tienen una distribución normal.

En síntesis, habiendo realizado los tres test de normalidad, donde el test de Skewness/Kurtosis, Shapiro-Wilk W y Shapiro-Francia indicaron que para la variable cemento se rechaza la hipótesis nula y por ende se puede afirmar en base a los mismos que los datos no se distribuyen normalmente.

4.3.2 Análisis de modelos

Para la realización de análisis de modelos se profundizaron los resultados obtenidos en laboratorios a nivel detallada por días para la resistencia a la compresión tanto en el reemplazo al cemento como al agregado fino, ya que se observó datos que ayudarán en la interpretación final de los mismos, así mismo para los resultados de las propiedades físicas del mortero se hizo a nivel global ya que son investigaciones progresivas, que dependen de los resultados anteriores; y así para poder saber la significancia de la ceniza de hoja de eucalipto en la propiedad mecánica del concreto y físicas del mortero..

➤ Pruebas de regresión:

❖ **Resistencia a la compresión con sustitución en 5%, 10% y 15% en peso al cemento con cenizas de hoja de eucalipto para 7 días de fraguado el concreto.**

H0: La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto es significativa en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² a los 7 días de fraguado en uso constructivo Huancayo 2021.

H1: La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto no es significativa en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² a los 7 días de fraguado en uso constructivo Huancayo 2021.

Número de observaciones	=	12
F (1,10)	=	223.56
Prob > F	=	0.000
R-squared	=	0.9141
Root MSE	=	6.7725

Tabla 65. Prueba de regresión – Sustitución del cemento a 7 días para la resistencia a la compresión del concreto

Cemento	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Sustitución	-	24.12984	-14.95	0.000	-	-
	360.7879				414.5525	307.0232
_cons	252.1532	3.371176	74.80	0.00	244.6418	259.6647

En la tabla N°65, siendo el análisis con datos referidos a los 7 días de rotura con el reemplazo del cemento en 5 %, 10 % y 15 % con cenizas de hoja de eucalipto en la resistencia del concreto, se afirma la hipótesis nula en la cual menciona que la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto es significativa en el comportamiento mecánico del concreto, esto según P Value la cual nos refiere la cifra 0 % siendo este inferior al 5 %.

Se afirma, también, que el reemplazo del cemento por cenizas de hoja de eucalipto a los 7 días de fraguado es significativamente negativo en la resistencia a la compresión del concreto, esto según el Coeficiente negativo de -360.7879. Teniendo la variable R-squared del 91.41 % informándonos que la sustitución ha obtenido la significancia directa, es decir que la sustitución ha sido el protagonista de la influencia en el concreto.

❖ Resistencia a la compresión con sustitución en 5 %, 10 % y 15 % en peso al cemento con cenizas de hoja de eucalipto para 14 días de fraguado el concreto

H0: La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto es significativa en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 14 días de fraguado en uso constructivo Huancayo 2021.

H1: La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto no es significativa en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 14 días de fraguado en uso constructivo Huancayo 2021.

Número de observaciones	=	12
F(1,10)	=	540.84
Prob > F	=	0.000
R-squared	=	0.9801
Root MSE	=	4.8097

Tabla 66. Prueba de regresión – Sustitución del cemento a 14 días para la resistencia a la compresión del concreto

Cemento	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Sustitución	-	23.7058	-23.26	0.000	-604.122	-
	551.3022					498.4824
_cons	293.3056	2.083247	140.79	0.00	288.6638	297.9474

En la tabla N°66, siendo el análisis con datos referidos a los 14 días de rotura con el reemplazo del cemento en 5 %, 10 % y 15 % con cenizas de hoja de eucalipto en la resistencia del concreto, se afirma la hipótesis nula en la cual menciona que la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto es significativa en el comportamiento mecánico del concreto, esto según P Value, la cual nos refiere la cifra 0% siendo este inferior al 5 %.

Se afirma, también, que el reemplazo del cemento por cenizas de hoja de eucalipto a los 14 días de fraguado el concreto es significativamente negativo en el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto, esto según el coeficiente negativo de -551.3022.

Teniendo la variable R-Squared del 98.01 % siendo mayor al 50 %, informándonos que la sustitución ha obtenido la significancia directa, es decir que la sustitución ha sido el protagonista de la influencia en el concreto.

❖ Resistencia a la compresión con sustitución en 5 %, 10 % y 15 % en peso al cemento con cenizas de hoja de eucalipto para 28 días de fraguado el concreto.

H0: La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto es significativa en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días de fraguado en uso constructivo Huancayo 2021.

H1: La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto no es significativa en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días de fraguado en uso constructivo Huancayo 2021.

Número de observaciones	=	12
F(1,10)	=	71.32
Prob > F	=	0.000
R-squared	=	0.8612
Root MSE	=	13.306

Tabla 67. Prueba de regresión – Sustitución del cemento a 28 días para la resistencia a la compresión del concreto

Cemento	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Sustitución	-	64.09092	-8.45	0.000	-	-
	541.2741				684.0776	398.4707
_cons	345.936	7.300827	47.38	0.000	329.6688	362.2033

En la tabla N°67, siendo el análisis con datos referidos a los 28 días de rotura con el reemplazo del cemento en 5 %, 10 % y 15 % con cenizas de hoja de eucalipto en la resistencia a la compresión del concreto, se afirma la hipótesis nula en la cual menciona que la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto es significativa en el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto, esto según P Value, la cual nos refiere la cifra 0 % siendo este inferior al 5 %.

Se afirma, también, que el reemplazo del cemento por cenizas de hoja de eucalipto a los 28 días de fraguado el concreto es significativamente negativo en

el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto, esto según el coeficiente negativo de -541.2741.

Teniendo la variable R-Squared del 86.12 % siendo mayor al 50 %, informándonos que la sustitución ha obtenido la significancia directa, es decir que la sustitución ha sido el protagonista de la influencia en el concreto.

❖ **Resistencia a la compresión con sustitución en 5 %, 10 % y 15 % en peso al agregado fino con cenizas de hoja de eucalipto para 7 días de fraguado el concreto**

H0: La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto es significativa en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días de fraguado en uso constructivo Huancayo 2021.

H1: La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto no es significativa en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días de fraguado en uso constructivo Huancayo 2021.

Número de observaciones	=	12
F(1,10)	=	0.30
Prob > F	=	0.5943
R-squared	=	0.0142
Root MSE	=	19.383

Tabla 68. Prueba de regresión – Sustitución del agregado fino a 7 días para la resistencia a la compresión del concreto

Agregado fino	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Sustitución	-	69.15976	-0.55	0.594	-	116.0478
	38.04975				192.1473	
_cons	256.5652	4.567295	56.17	0.000	246.3886	266.7417

En la tabla N°68, siendo el análisis con datos referidos a los 7 días de rotura con el reemplazo del agregado fino en 5 %, 10 % y 15 % con cenizas de hoja de eucalipto en la resistencia a la compresión del concreto, se rechaza la hipótesis nula en la cual menciona que la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto es significativa en el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto, esto según P Value la cual nos refiere la cifra 59.4% siendo este superior al 5 %.

Se afirma, también, que el reemplazo del agregado fino por cenizas de hoja de eucalipto a los 7 días de fraguado el concreto es significativamente negativo en el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto, esto según el Coeficiente negativo de -38.04975.

Teniendo la variable R-Squared del 1.42 % siendo menor al 50 %, informándonos que la sustitución no ha obtenido la significancia directa, es decir que la sustitución no ha sido el protagonista de la influencia en el concreto.

❖ Resistencia a la compresión con sustitución en 5 %, 10 % y 15 % en peso al agregado fino con cenizas de hoja de eucalipto para 14 días de fraguado el concreto

H0: La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto es significativa en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 14 días de fraguado en uso constructivo Huancayo 2021.

H1: La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto no es significativa en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 14 días de fraguado en uso constructivo Huancayo 2021.

Número de observaciones	=	12
F(1,10)	=	0.01
Prob > F	=	0.9163
R-squared	=	0.0011

$$\text{Root MSE} = 14.827$$

Tabla 69. Prueba de regresión – Sustitución del agregado fino a 14 días

Agregado fino	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Sustitución	8.201562	76.0849	0.11	0.916	-	177.7293
					161.3262	
_cons	284.9006	5.768352	49.39	0.000	272.0479	297.7533

En la tabla N°69, siendo el análisis con datos referidos a los 14 días de rotura con el reemplazo del agregado fino en 5 %, 10 % y 15 % con cenizas de hoja de eucalipto en la resistencia a la compresión del concreto, se rechaza la hipótesis nula en la cual menciona que la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto es significativa en el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto, esto según P Value la cual nos refiere la cifra 91.6% siendo este superior al 5 %.

Se afirma, también, que el reemplazo del agregado fino por cenizas de hoja de eucalipto a los 14 días de fraguado el concreto es significativamente positiva en el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto, esto según el Coeficiente positivo de 8.201562.

Teniendo la variable R-Squared del 0.11 % siendo menor al 50 %, informándonos que la sustitución no ha obtenido la significancia directa, es decir que la sustitución no ha sido el protagonista de la influencia en el concreto.

❖ Resistencia a la compresión con sustitución en 5%, 10% y 15% en peso al agregado fino con cenizas de hoja de eucalipto para 28 días de fraguado el concreto.

H0: La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto es significativa en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días de fraguado en uso constructivo Huancayo 2021.

H1: La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto no es significativa en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días de fraguado en uso constructivo Huancayo 2021.

Número de observaciones	=	12
F(1,10)	=	1.03
Prob > F	=	0.3344
R-squared	=	0.0891
Root MSE	=	17.336

Tabla 70. Prueba de regresión – Sustitución del agregado fino a 28 días para la resistencia a la compresión del concreto

Agregado fino	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Sustitución	-	87.31787	-1.01	0.334	-	106.002
	88.55133				283.1107	
_cons	341.5829	9.417445	36.27	0.000	320.5995	362.5662

En la tabla N°70, siendo el análisis con datos referidos a los 28 días de rotura con el reemplazo del agregado fino en 5 %, 10 % y 15 % con cenizas de hoja de eucalipto en la resistencia la compresión del concreto, se rechaza la hipótesis nula en la cual menciona que la ceniza de hoja de eucalipto es significativa en el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto, esto según P Value la cual nos refiere la cifra 33.4% siendo este superior al 5 %.

Se afirma, también, que el reemplazo del agregado fino por cenizas de hoja de eucalipto a los 28 días de fraguado el concreto es significativamente negativo en el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto, esto según el Coeficiente negativo de -88.55433.

Teniendo la variable R-Squared del 8.91 % siendo menor al 50 %, informándonos que la sustitución no ha obtenido la significancia directa, es decir que la sustitución no ha sido el protagonista de la influencia en el concreto.

❖ **Manejabilidad con sustitución en 5%, 10% y 15% en peso al cemento con cenizas de hoja de eucalipto en el mortero.**

H0: La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto es significativa en la manejabilidad del mortero para unidades de albañilería Huancayo 2021.

H1: La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto no es significativa en la manejabilidad del mortero para unidades de albañilería Huancayo 2021.

Número de observaciones	=	12
F(1,10)	=	8.40
Prob > F	=	0.0088
R-squared	=	0.6773
Root MSE	=	3.9297

Tabla 71. Prueba de regresión para la manejabilidad en el mortero

Diámetro	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Agua	0.6908997	0.1688136	4.09	0.003	0.3090169	1.072783
Reemplazo	-28.79986	20.72746	-1.39	0.198	-75.68862	18.0889
_cons	-0.308177	26.7334	-0.01	0.991	-60.78332	60.16696

En la tabla N°71, siendo el análisis con datos referidos a la manejabilidad del mortero con el reemplazo del cemento en 5 %, 10 % y 15 % con cenizas de hoja de eucalipto, se rechaza la hipótesis nula en la cual menciona que la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto es significativa en la manejabilidad del mortero, esto según P Value, la cual nos refiere la cifra 19.8% siendo este superior al 5 %. Sin embargo, se aprecia que la regresión con el agua afirma la hipótesis nula, siendo así que la incorporación de cenizas de hoja de eucalipto es significativa en el requerimiento de agua.

Se afirma, también, que el reemplazo del cemento por cenizas de hoja de eucalipto es significativamente negativo en el comportamiento físico del mortero, esto según el Coeficiente negativo de -28.79986. Sin embargo, en la regresión con el agua afirma la significancia positiva con el reemplazo de cenizas de hoja de eucalipto con un coeficiente positivo de 0.6908997.

Teniendo la variable R-Squared del 67.73 % siendo mayor al 50 %, informándonos que la sustitución ha obtenido la significancia directa, es decir que la sustitución ha sido el protagonista de la influencia en el mortero

❖ **Contenido de aire con sustitución en 5 %, 10 % y 15 % en peso al cemento con cenizas de hoja de eucalipto en el mortero.**

H0: La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto es significativa en el contenido de aire del mortero para unidades de albañilería Huancayo 2021.

H1: La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto no es significativa en el contenido de aire del mortero para unidades de albañilería Huancayo 2021.

Número de observaciones	=	4
F(1,10)	=	0.29
Prob > F	=	0.6441
R-squared	=	0.1241
Root MSE	=	0.01008

Tabla 72. Prueba de regresión para el contenido de aire en el mortero

Contenido de aire	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Reemplazo	0.048	0.0891273	0.54	0.644	-0.335483	0.4314839
_cons	0.0354	0.0074137	4.77	0.041	0.0035013	0.0672987

En la tabla N°72, siendo el análisis con datos referidos al contenido de aire del mortero con el reemplazo del cemento en 5 %, 10 % y 15 % con cenizas de hoja de eucalipto, se rechaza la hipótesis nula en la cual menciona que la incorporación de ceniza de hoja de eucalipto es significativa en el comportamiento físico del mortero, esto según P Value, la cual nos refiere la cifra 64.4% siendo este superior al 5 %.

Se afirma, también, que el reemplazo del cemento por cenizas de hoja de eucalipto en el contenido de aire influye positivamente en el comportamiento físico del mortero, esto según el Coeficiente positivo de 0.048.

Teniendo la variable R-Squared del 12.41 % siendo menor al 50 %, informándonos que la sustitución no ha obtenido la influencia directa, es decir que la sustitución no ha sido el protagonista de la influencia en el mortero.

❖ Tiempo de fragua con sustitución en 5 %, 10 % y 15 % en peso al cemento con cenizas de hoja de eucalipto en el mortero.

H0: La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto es significativa en el tiempo de fragua del mortero para unidades de albañilería Huancayo 2021.

H1: La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto no es significativa en el tiempo de fragua del mortero para unidades de albañilería Huancayo 2021.

Número de observaciones	=	127
F(1,10)	=	101.34
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.5831
Root MSE	=	10.544

Tabla 73. Prueba de regresión para el tiempo de fragua en el mortero

Penetración	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Tiempo	- 0.844975	0.0062965	-13.42	0.000	- 0.096960	- 0.072034
Reemplazo	-104.209	16.20119	-6.43	0.000	- 136.2757	- 72.14233
_cons	38.0455	2.599252	14.64	0.000	32.90086	43.19015

En la tabla N°73, siendo el análisis con datos referidos al tiempo de fragua del mortero con el reemplazo del cemento en 5 %, 10 % y 15 % con cenizas de hoja de eucalipto, se acepta la hipótesis nula en la cual menciona que la incorporación de ceniza de hoja de eucalipto es significativa en el comportamiento físico del mortero, esto según P Value la cual nos refiere la cifra 0.00 % siendo este inferior al 5 %.

Se afirma, también, que el reemplazo del cemento por cenizas de hoja de eucalipto en el tiempo de fragua es significativamente negativo en el comportamiento físico del mortero, esto según el Coeficiente negativo de - 0.844975.

Teniendo la variable R-Squared del 58.31 % siendo mayor al 50 %, informándonos que la sustitución ha obtenido la significancia directa, es decir que la sustitución ha sido el protagonista de la influencia en el mortero.

❖ **Resumen del análisis estadístico**

- ✓ En cuanto a la sustitución del cemento con cenizas de hoja de eucalipto se ha confirmado que la incorporación de cenizas de hoja de eucalipto es significativa en la propiedad mecánica del concreto, siendo esta significativamente negativa y teniendo como protagonista del cambio a la ceniza de hoja de eucalipto.

- ✓ En cuanto a la sustitución del agregado fino con cenizas de hoja de eucalipto se ha confirmado que la incorporación de cenizas de hoja de eucalipto no es significativa en la propiedad mecánica del concreto, siendo esta significativamente negativa y no teniendo como protagonista del cambio a la ceniza de hoja de eucalipto.

- ✓ Para el mortero en la manejabilidad y tiempo de fragua se ha confirmado que la incorporación de ceniza de hoja de eucalipto es significativa, con significancia negativa y protagonista a la ceniza; para contenido de aire no es significativa, teniendo una significancia positiva pero no teniendo el protagonismo de la ceniza.

4.4 Discusiones de resultados

4.4.1 Discusión 1

De acuerdo con la norma técnica ASTM C – 31 (Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field) y NTP (Norma Técnica Peruana), los especímenes de concreto fueron elaborados y curados, para las distintas edades de 7, 14 y 28 días, en comparación con dosificaciones de 5 %, 10 % y 15 % en base a la muestra patrón. Teniendo en consideración los resultados de la investigación se pudo determinar que a mayor porcentaje de sustitución en peso al cemento menor es la resistencia a la compresión en base al diseño de la muestra patrón.

Villanueva (10) menciona que el reemplazo de la ceniza de eucalipto en cuanto a la sustitución del 15 % en el cemento aumenta de acuerdo pasan los días de curado, a los 7 días aumento en 0.2 %, a los 14 días en un 1.2 % y a los 28 días en un 1.5 %, alcanzando un máximo de 215.2 Kg/cm²; al sustituir se pudo observar la presencia de silicato tricálcico, el cual se manifestó por la observación de una alta tasa de hidratación con favorables características hidráulicas, produciéndose un rápido endurecimiento que contribuye en forma esencial en las resistencias iniciales en la sustitución de 15 %.

Para los resultados en la investigación hacia la sustitución de la ceniza de hoja de eucalipto, en relación al peso del agregado fino pasante de la malla N°200 supera la resistencia patrón a los 7 días de curado en 5 % y 15 %, al igual que a los 14 días con un 15 % de sustitución de ceniza y por último, a los 28 días de curado en sustitución al 5 %, 10 % y 15 % nos arroja un valor por debajo de los resultados del diseño patrón. Los cuales fueron trabajadas con los porcentajes de sustitución ya mencionadas en el diseño patrón inicial sin alguna corrección.

4.4.2 Discusión 2

En cuanto a la fluidez del mortero, con la sustitución de la ceniza de hoja de eucalipto se realizó de acuerdo con la norma técnica peruana (NTP 334.006, NTP 339.081 y MTC 617) (38). Se observó que obtuvo un mejor comportamiento con el 15 % de sustitución al cemento con ceniza de hoja de eucalipto en peso con diámetro de 110 mm \pm 5 mm según NTP 334.51 (38), obteniendo mayor cantidad de agua para su fluidez óptima. De acuerdo con Héctor G (39), el agua transporta agentes cementantes y estos serán absorbidos por las unidades de albañilería creando enlaces mecánicos. Esto difiere con Solano (9), quien identifica que las sustituciones al 4, 8 y 12 % no son beneficiosas pues reduce el asentamiento, ya que en la investigación se utilizó el método de asentamiento con cono de Abrams, sin determinar la cantidad requerida según norma para su fluidez óptima.

4.4.3 Discusión 3

En cuanto al contenido de aire con la sustitución de la ceniza de hoja de eucalipto realizado con la olla de Washington establecido por las normas ASTM C231, NTP 339.080, el mortero debe cumplir con el contenido de aire máximo de 12 % establecido en la NTP 399.610 (38), se observó que al 10 % de sustitución de ceniza en el mortero se logra resultados más favorables en un 4.9 % de contenido de aire y este es beneficioso para la trabajabilidad y durabilidad según Solano (9), el cual no sobrepasa los límites establecidos en norma.

4.4.4 Discusión 4

En cuanto al tiempo de fragua con la sustitución de la ceniza de hoja de eucalipto, se realizó con el equipo de aguja de Vicat establecido por las normas ASTM C191 y NTP 339.006 (38), en el cual se observó la aceleración en las sustituciones del 10 % y 15 % teniendo como punto base al tiempo de fraguado inicial de 45 minutos al igual que el tiempo de fragua final a las 9 y 8:30 horas respectivamente, a diferencia de la sustitución al 5 % teniendo un tiempo inicial de fragua 3:24 horas y final de 8:30, el cual cumple con lo recomendado. Según Sánchez (24), al tener un tiempo inicial y final de fraguado entre 2 y 24 horas; esto difiere en los resultados de la investigación de Solano (9) quien en su sustitución al 4 %, 8 % y 12 % designa como no beneficioso ninguna sustitución ya que todas minimizan el tiempo de fraguado inicial y final mencionado anteriormente.

CONCLUSIONES

1. El reemplazo de la ceniza de hoja de eucalipto al cemento en peso tiene un efecto significativamente negativo en los 7, 14 y 28 días de curado con el 5 %, 10 % y 15 % de sustitución. Además de la investigación realizada ninguno de los tres porcentajes sustituidos alcanzo la resistencia a la compresión en comparación al concreto patrón. Por otro lado, el reemplazo en peso del agregado fino pasante de la malla N°100 con ceniza de hoja de eucalipto en porcentaje del 15 % a los 14 días de fraguado es significativamente positivo, que se incrementa en 1.55 % respecto a la resistencia de la muestra patrón.
2. La ceniza de hoja de eucalipto tuvo una significancia positiva en los tres porcentajes de sustitución en peso al cemento, destacando así al 15 % con diámetro de 112 mm de reemplazo de cemento con ceniza de hoja de eucalipto en el ensayo de fluidez del mortero, el cual necesito mayor cantidad de agua con una adición de 12 ml en relación a la muestra patrón que requirió 155 ml para una mejor adherencia con las unidades de albañilería.
3. La ceniza de hoja de eucalipto tuvo una significancia positiva en los tres porcentajes de sustitución (5 %, 10 % y 15 %) en peso al cemento en el ensayo de contenido de aire, ya que los resultados superan la muestra patrón y se obtuvieron mejoras en la trabajabilidad, en el cual destaca el reemplazo del cemento con ceniza al 10 % con un resultado de contenido de aire de 4.9 %, lo cual aumenta en un 2 % respecto a la muestra patrón.
4. El reemplazo de la ceniza de hoja de eucalipto en 5 %, 10 % y 15 % tuvo una significancia negativa en el ensayo de tiempo de fragua, ya que al sustituir el cemento con ceniza al 5 % el tiempo de fragua aumenta en 7.7 % respecto a la muestra patrón.

5. Se concluye que en la investigación al sustituir al cemento y agregado fino pasante de la malla N°100 en relación al porcentaje del peso por la ceniza de hoja de eucalipto presento una significancia negativa. Además, de acuerdo a los resultados obtenidos en el ensayo a la resistencia a la compresión no se alcanzó valores beneficiosos por ello no se podría emplear en concretos masivo.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda rediseñar antes de elaborar las probetas de concreto tomando en cuenta la caracterización del agregado en cuanto a la corrección de a la absorción y la humedad. Así mismo realizar el ensayo de resistencia a la compresión de probetas que sean curadas a más de 40 días.
2. Para el análisis de la propiedad de fluidez del mortero se recomienda la investigación para sustitución superior al 15% del peso cemento con cenizas de hoja de eucalipto y adición.
3. Se recomienda utilizar dichas sustituciones en base al lugar donde se requiere, ya que en zonas frías por temas de ciclo de hielo-deshielo es perjudicial, en cambio en zonas cálidas desarrolla de mejor manera el contenido de aire.
4. En cuanto a la propiedad de tiempo de fragua del mortero se recomienda la investigación en sustitución del cemento con cenizas de hoja de eucalipto en un intervalo del 1% y 5% para observar un tiempo de fragua inicial más prolongado y acortar el tiempo de fragua final.
5. Se recomienda para próximas investigaciones el estudio del efecto en las propiedades del cemento al combinar con ceniza de hoja de eucalipto y su empleo de esta en concretos masivos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. RODGERS, Lucy. La enorme fuente de emisiones de CO2 que está por todas partes y que quizás no conocías. *BBC NEws*. [En línea] 17 de diciembre de 2018. [Citado el: 27 de Julio de 2021.] <https://www.bbc.com/mundo/noticias-46594783>
2. STATISTA. Acerca de nosotros: Statista. *Statista*. [En línea] 17 de febrero de 2020. [Citado el: 27 de julio de 2021.] <https://www.statista.com/statistics/267364/world-cement-production-by-country/>.
3. INEI. Instituto Nacional de Estadística e Informática. *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. [En línea] 15 de abril de 2021. [Citado el: 11 de julio de 2021.] <https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-no-051-2021-inei.pdf>.
4. MANSILLA, Claudia, y otros. Evaluation of Mechanical Properties of Concrete Reinforced with Eucalyptus globulus Bark Fibres. *Sustainability*. Diciembre, 2020, 12 (23) 1-19.10026.
5. GONÇALVES, C., SOARES A. y PAULA, H. Characterization and feasibility of using vegetable biomass ash in mortar. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción*. Diciembre, 2021, 11(2) 1 -16. ISSN 2007-6835.
6. FRANCO DO COUTO, Alisson, y otros. 2019. Initial Study of Eucalyptus Wood Ash (EWA) as a mineral admixture in concrete. *Revista DYNA*. January - March, 2019, 86(208), pp. 264-270. ISSN: 0012-7353
7. LAZA, Martín y ARAUJO, Moisés. Analisis del efecto de la ceniza de biomasa como sustituto parcial del cemento en la elaboración de concreto simple. Monografía (Títulod de Ingeniero Mecánico). Córdoba - Colombia: Universidad de Córdoba, 2020, 52 pp.

8. HIDALGO, Samantha. Evaluación de la reactividad puzolanica de la ceniza de paja de arroz. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Valencia : Universidad Politécnica de Valencia, 2018, 102 pp.
9. SOLANO, Juan. 2020. Influencia de la ceniza de hoja de eucalipto en las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancayo : Universidad Peruana los Andes, 2020, 159 pp.
10. VILLANUEVA, Janel. Resistencia de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de 15% de cemento por cenizas de eucalipto de hornos artesanales. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huaraz: Universidad San Pedro, 2018, 98 pp.
11. PÉREZ, Yenner. Resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo al cemento en 4% y 8% por la ceniza de tronco de Eucalipto (*Eucaliptus Globulus*). Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chimbote: Universidad San Pedro, 2017, 103 pp.
12. MATIAS, Samuel. Resistencia de un concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 10% y 16% de cemento por una combinación de cascara de huevo y ceniz de hoja de eucalipto. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chimbote: Universidad San Pedro, 2018, 112 pp.
13. CARILLO, Rony. Sustitución del cemento por 8 % y 16 % en combinación del molusco *trachy cardium procerum* (pata de mula) y hoja de eucalipto en mortero y determinar su resistencia. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chimbote: Universidad San Pedro, 2018, 94 pp.
14. ASTM C125. 2010. *Terminología estándar relacionado con hormigón y áridos de hormigón*. 2010.

15. ASTM C618 - 19. 2020. *Ceniza volante de carbón y puzolana natural cruda o calcinada para su uso en hormigón*. 2020.
16. NTP 400.037. 2014. *Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. Lima : s.n., 2014.
17. CEDEX. *Cenizas procedentes de la biomasa* . [En línea] Gobierno de España – Ministerio de Fomento, 2014. [Citado el: 17 de agosto de 2021.] <http://www.cedexmateriales.es/catalogo-de-residuos/23/cenizas-procedentes-de-la-incineracion-de-biomasa/>
18. ABANTO, Flavio. *Tecnología del concreto*. 2° ed. Lima : San Marcos E.I.R.L, 2009. ISBN 9786123020606.
19. RIVVA, Enrique. *Naturaleza y Materiales del Concreto*. Lima : ACI Peru, 2000.
20. HERNANDEZ, Hugo y SANCHEZ, Hernan. 2015. Comportamiento mecánico de una mezcla para concreto usando neumaticos triturados como reemplazo del 15%, 25% Y 35% del volumen del agregado fino para un concreto con fines de uso estructural. Tesis (Título de Ingeniero Civil).Bogota: Universidad Católica de Colombia, 2015, 79 pp.
21. CORDOVA, Candy. 2018. Influencia de las fibras sintéticas de rafia en la resistencia a la compresión del concreto y fisuración por contracción plástica, en losas aligeradas de $f'c = 210, 245$ y 280 kg/cm^2 - Huancayo – 2017. Tesis (Título de Ingeniero Civil).Huancayo: Universidad Continental, 2018, 333 pp.
22. QUIROZ, Mariela y SALAMANCA, Lucas. Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de "Tecnología del Hormigón". Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón, 2006, 356 pp.

23. AQUINO, Javier. Diseño de mortero con adición de microsilice y microfibras de polipropileno para diferentes usos en el campo de la ingeniería civil. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2019, 158 pp.
24. SÁNCHEZ DE GUZMÁN, Diego. *Tecnología del concreto y del mortero*. Santa Fe de Bogotá : Bhandar Editores, 2001. ISBN: 9589247040.
25. SALAMANCA, Rodrigo. *Aplicación del cemento portland y los cementos adicionados*. Bogota : Ciencia e ingeniería neogranadina, 2001. 0124-8170.
26. MTC, Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de Ensayo de Materiales. *Manual de Ensayo de Materiales*. [En línea] mayo de 2016. [Citado el: 21 de agosto de 2021.] https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf.
27. ASTM C185-20, ASTM. 2020. Standard Test Method for Air Content of Hydraulic Cement Mortar. *AST International*. [En línea] 2020. [Citado el: 22 de agosto de 2021.] <https://www.astm.org/Standards/C185.htm>.
28. NTP 339.088. *Concreto. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Pórtland. Requisitos*. Lima : s.n., 2014.
29. ZUÑIGA, B. Agua para concretos y morteros. [En línea] 2012. [Citado el: 23 de agosto de 2021.] <https://es.scribd.com/document/91642571/agua-para-concretos-y-morteros> .
30. PASQUEL, Enrique. *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú, 1998.
31. RIVERA, Gerardo. *Concreto Simple*. Cauca : civilgeeks.com, 2015. 267

32. MANZANO, Antonio. *Materiales II*. Morelia : s.n., 2009.
33. GOMEZ, Marcelo. *Introducción a la metodología de investigación científica*. Córdoba : Editorial Brujas, 2006. ISBN: 987-591-026-0.
34. SINACYT. *Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica*. SINACYT . 2015. Lima : El Peruano, 2015, Vol. 5.
35. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Maria del Pilar.. *Metodología de la investigación*. Mexico D.F : Mc Graw Hill, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
36. BERNAL, Cesar. *Metodología de la investigación*. Bogota : Person Educacion, 2010. ISBN: 978-958-699-129-2.
37. HERASO, Herwin y RAMOS, Natalia. Estudio del comportamiento mecánico del concreto, sustituyendo parcialmente el agregado fino por caucho molido recubierto por polvo calcáreo. Cali: s.n., 2015.
38. INDECOPI. 2013. *Unidades de albañilería*. Lima-Perú : Comision de Reglamentos Técnicos y Comerciales , 2013.
39. GALLEGOS,Hector y CASABONE, Carlos. *Albañilería estructural*. Lima : Pontificia Universidad Catolica del Perú, 2005. ISBN: 9972427544.

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO (HOJA) EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO
2021

AUTOR: GIRON CALDERON JULEYMY SHELO, MANCHA CASO JESICA, ROMERO YACOLCA LE ALBERTH

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE S	DIMENSIONES	INDICADORES	METODO
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cuál es el efecto de la incorporación de ceniza de hoja de eucalipto en la propiedad mecánica del concreto $f_c=210$ kg/cm² en uso constructivo y propiedades físicas del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021?</p> <p>PROBLEMA ESPECIFICO</p> <p>¿Cuál es el efecto de la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto en la resistencia a la compresión del concreto $f_c=210$ kg/cm² en uso constructivo Huancayo 2021?</p> <p>¿Cuál es el efecto de la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto en la manejabilidad del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021?</p> <p>¿Cuál es el efecto de la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto en el contenido de aire del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021?</p> <p>¿Cuál es el efecto de la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto en el tiempo de fragua del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar el efecto de la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto en la propiedad mecánica del concreto $f_c=210$ kg/cm² en uso constructivo y propiedades físicas del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021</p> <p>OBJETIVO ESPECIFICO</p> <p>Determinar el efecto de la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto en la resistencia a la compresión del concreto $f_c=210$ kg/cm² en uso constructivo Huancayo 2021</p> <p>Determinar el efecto de la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto en la manejabilidad del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021</p> <p>Determinar el efecto de la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto en el contenido de aire del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021</p> <p>Determinar el efecto de la incorporación de la ceniza de hoja de eucalipto en el tiempo de fragua del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL</p> <p>La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto es significativa en la propiedad mecánica del concreto $f_c=210$ kg/cm² en uso constructivo y propiedades físicas del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021</p> <p>HIPOTESIS ESPECIFICO</p> <p>La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto es significativa en la resistencia a la compresión del concreto $f_c=210$ kg/cm² en uso constructivo Huancayo 2021</p> <p>La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto es significativa en la manejabilidad del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021</p> <p>La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto es significativa en el contenido de aire del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021</p> <p>La incorporación de ceniza de hoja de eucalipto es significativa en el tiempo de fragua del mortero para asentamiento de unidades de albañilería Huancayo 2021</p>	<p>V1: Ceniza de hoja de Eucalipto</p> <p>V2: Propiedad mecánica del concreto $f_c=210$ kg/cm²</p> <p>V3: Propiedades físicas del mortero</p>	<p>D1: Composición química</p> <p>D2: Granulometría</p> <p>D3: Dosificación</p> <p>D1: Resistencia a la compresión del concreto $f_c=210$ kg/cm²</p> <p>D1: Manejabilidad del mortero (MESA DE FLUJO)</p> <p>D2: Contenido de aire del mortero (CONTENIDO DE AIRE)</p> <p>D3: Tiempo de fragua del mortero (AGUJA VICAT)</p>	<p>I1: Fluorescencia de rayos X (%)</p> <p>I1: Medio I2: Fino-MALLA N°325</p> <p>I1: Cantidad de ceniza de hoja de eucalipto del 5% I2: Cantidad de ceniza de hoja de eucalipto del 10% I3: Cantidad de ceniza de hoja de eucalipto del 15%</p> <p>I1: Resistencia a la compresión a los 7 días I2: Resistencia a la compresión a los 14 días I3: Resistencia a la compresión a los 28 días (Kg/cm²)</p> <p>I1: Fluidez del mortero de cemento patrón I2: Fluidez del mortero de cemento con 5% CHDE I3: Fluidez del mortero de cemento con 10% CHDE I4: Fluidez del mortero de cemento con 15% CHDE</p> <p>I1: Ensayo de contenido de aire patrón I2: Ensayo de contenido de aire con CHDE 5% I3: Ensayo de contenido de aire con CHDE 10% I4: Ensayo de contenido de aire con CHDE 15%</p> <p>I1: Tiempo de fragua patrón I2: Tiempo de fragua del mortero de cemento con CHDE 5% I3: Tiempo de fragua del mortero de cemento con CHDE 10% I4: Tiempo de fragua del mortero de cemento con CHDE 15%</p>	<p>METODO Método científico</p> <p>TIPO INVESTIGACION DE Aplicada</p> <p>NIVEL Explicativo</p> <p>DISEÑO INVESTIGACION DE Experimental</p> <p>POBLACION 132 Probetas de concreto de $f_c=210$ kg/cm²</p> <p>MUESTRA Se trabajará con probetas de concreto de 4"x 8" 12 probetas de patrón y 120 probetas con las tres distintas de reemplazo del cemento por peso al 5%, 10% y 15%</p> <p>INSTRUMENTOS Formato de diseño de mezcla Formato de control de asentamiento de granulometría Formato de peso unitario Formato de resistencia del concreto</p>

Anexo 2

Análisis de Turnitin

feedback studio Mancha Caso Jessica-romero Yacolca Le Alberth Giron Calderon Juleymy Shelo EFECTOS DE LA INCORPORACIÓN... /0 1 de 2

1 FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE:
INGENIERÍA CIVIL

TESIS

EFFECTOS DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO Y FÍSICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021

11 TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL

PRESENTADO POR:
GIRON CALDERON JULEYMY SHELO
MANCHA CASO JESICA
ROMERO YACOLCA LE ALBERTH

Resumen de coincidencias

18 %

1	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	3 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	3 %
3	repositorio.continental... Fuente de Internet	2 %
4	vsiip.info Fuente de Internet	1 %
5	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
6	repositorio.usv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
7	repositorio.usanpedro... Fuente de Internet	1 %
8	repositorio.Landina.ed... Fuente de Internet	1 %
9	www.scribd.com Fuente de Internet	1 %
10	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1 %
12	cybertesis.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	www.dise.unizar.es Fuente de Internet	<1 %

Página: 1 de 142 Número de palabras: 29009 Versión solo texto del informe Alta resolución Activado

Evaluado por el asesor de tesis

Anexo 3

Resultado de validación de expertos

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

VALIDEZ

PROYECTO: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021
AUTORES: GIRON CALDERON JULIYMY SHILO, MANCHA CASO JESICA, ROMERO YACOLCA LE ALBERTH

I.- INFORMACION GENERAL:							
UBICACION:							
DISTRITO:	Huancayo	ALTITUD:	3256 msnm				
PROVINCIA:	Huancayo	LATITUD:	12° 4' 5" Sur				
REGION:	Junin	LONGITUD:	75° 12' 38" Oeste				
II.- D1V1/D1V2: clasificación							
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und
eucalipto rojo		eucalipto aromático		eucalipto blanco		eucalipto robusto	
III.- D3V1/D3V2: Edad de la hoja							
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und
0-2 meses		2 meses - 5 meses		5 meses - 12 meses		12 meses - 20 meses	
IV.- D3V1/D3V2: Color de la hoja							
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und
verde oscuro brillante		verde claro grisáceo		rojo			
V.- D1V2/D1V1: Tipo de hoja							
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und
Alargadas		Ovaladas		Grisáceas		Faciforme	
APELLIDOS Y NOMBRES: CLAUDIA LUZ BLANCA RAEZ SAAVEDRA							
PROFESION: Ingeniera Civil							
REGISTRO CIP No: N° 64051							
EMAIL: claudialbrs12@hotmail.com							
TELEFONO: 963290953							

PUNTAJACIÓN
0
1
1
1
3
0.75

Según Oseida (2013):

0	0,5	1
0-11 años	12-17 años	18 años y más
0-11 años	12-17 años	18 años y más
0-11 años	12-17 años	18 años y más
0-11 años	12-17 años	18 años y más
0-11 años	12-17 años	18 años y más
0-11 años	12-17 años	18 años y más


 Claudia L.B. Ráez Sáavedra
 CIP. 64091

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

VALIDEZ

PROYECTO: EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021
 AUTORES: GIRON CALDERON JULEYMY SHELLO, MANCHA CASO JESICA, ROMERO YACOLCA LE ALBERTH

I.- INFORMACION GENERAL								PUNTAJACIÓN
UBICACIÓN:								
DISTRITO:	Huancayo			ALTITUD:	3256 msnm			
PROVINCIA:	Huancayo			LATITUD:	12° 4' 9" Sur			
REGION:	Junin			LONGITUD:	75° 12' 36" Oeste			
II.- D1V1D1V2: clasificación								
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:								
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und	
eucalipto rojo		eucalipto aromático		eucalipto blanco		eucalipto robusto		
III.- D3V1D1V2: Edad de la hoja								
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:								
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und	
0-2 meses		3 meses- 5 meses		6 meses - 12 meses		12 meses- 20 meses		
IV.- D3V1D3V2: Color de la hoja								
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:								
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und	
verde oscuro brillante		verde claro grisáceo		rojo				
V.- D1V2D1V1: Tipo de hoja								
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:								
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und	
Alargadas		Ovaladas		Grisáceas		Faciforme		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Tejeda Quispe Fiorela Sindy							
PROFESION:	Ingeniera Civil							
REGISTRO CIP No:	200808							
EMAIL:	floreleta2@gmail.com							
TELEFONO:	932234173							
Según Oseida (2011):								
								
0.73 a menos	Validad baja							
0.74 a 0.79	Validad baja							
0.80 a 0.84	Validad							
0.85 a 0.91	Muy válida							
0.92 a 0.99	Excelente válida							
1.0	Validad perfecta							

1
0
1
1
3
0.750


Fiorela Tejeda Quispe
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 200808

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

VALIDEZ

PROYECTO: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021
AUTORES: GIRON CALDERON JULEYMY SHELO, MANCHA CASO JESICA, ROMERO YACOLCA LE ALBERTH

I.- INFORMACION GENERAL:								PUNTAJÓN
UBICACIÓN:								
DISTRITO:	Huancayo	ALTITUD:	3266 msnm					
PROVINCIA:	Huancayo	LATITUD:	12° 4' 6" Sur					
REGION:	Junin	LONGITUD:	76° 12' 38" Oeste					
II.- D1V1/D1V2: clasificación								0.75
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:								
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und	
eucalipto rojo		eucalipto aromático		eucalipto blanco		eucalipto robusto		
III.- D3V1/D3V2: Edad de la hoja								0.80
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:								
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und	
0-2 meses		2 meses- 6 meses		6 meses - 12 meses		12 meses- 20 meses		
IV.- D3V1/D3V2: Color de la hoja								0.80
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:								
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und	
verde oscuro brillante		verde claro grisáceo		rojo				
V.- D1V2/D1V1: Tipo de hoja								0.75
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:								
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und	
Alargadas		Ovaladas		Grasceas		Faciliforme		
APELLIDOS Y NOMBRES: Flores Peña Juleyln								
PROFESION: Ingeniera civil								
REGISTRO CIP No: 108102								
EMAIL:								
TELEFONO: 965997721								

Según Oseña (2011):

0		0,5	1
0,33 a 0,40	Vermosa oscura		
0,41 a 0,50	Vermosa roja		
0,51 a 0,60	Verde		
0,61 a 0,71	Verde oscura		
0,72 a 0,80	Verde brillante		
L.O.	Verde perfecta		




Anexo 4

Resultados de laboratorio químico



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

INFORME DE ENSAYO

IE-131021-03

1. DATOS DEL CLIENTE

- 1.1 Solicitantes : LE ALBERTH ROMERO YACOLCA / JULEYMY SHELO GIRÓN
CALDERÓN / JESICA MANCHA CASO
- 1.2 Proyecto : EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO
EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL
MORTERO HUANCAYO 2021.

2. FECHAS

- 2.1 Inicio : 14 de Octubre de 2021
- 2.2 Finalización : 21 de Octubre de 2021
- 2.3 Emisión de informe : 25 de Octubre de 2021

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

- 3.1 Temperatura : 20.2 °C
- 3.2 Humedad Relativa : 51 %

4. ENSAYO SOLICITADO Y METODO UTILIZADO

- 4.1 Ensayo solicitado / Método Utilizado : Composición Química de Óxidos / Fluorescencia de Rayos X

5. DATOS DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

TABLA N°1: Datos de la muestra

Código de Laboratorio	Nombre de Producto	Información Adicional
S-2620	Cenizas de Hoja de Eucalipto	Código de la Muestra: CE 001 Fecha de Toma de muestra: 12/10/21

- 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
CQP- 1337

6. RESULTADOS

6.1. Resultados Obtenidos

TABLA N°2: Resultados de Composición Química

Código de laboratorio	Ensayo	Unidad	Resultado
S-2620	Determinación de Óxido de Calcio, CaO	%	65.12
	Determinación de Dióxido de silicio, SiO ₂	%	14.91
	Determinación de Trióxido de azufre, SO ₃	%	9.43
	Determinación de Óxido de Magnesio, MgO	%	4.97
	Determinación de Óxido de Manganeso, MnO	%	1.88
	Determinación de Trióxido de Aluminio, Al ₂ O ₃	%	1.28
	Determinación de Pentóxido de Fósforo, P ₂ O ₅	%	1.22
	Determinación de Trióxido de Hierro, Fe ₂ O ₃	%	0.86
	Determinación de Óxido de Bario, BaO	%	0.28
	Determinación de Óxido de Zinc, ZnO	%	0.03
	Determinación de Óxido de Cobre, CuO	%	0.01
	Determinación de Trióxido de Cromo, CrO ₃	%	0.01

- 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 BONANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

Anexo 5

Ensayos de laboratorio suelos y concreto



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



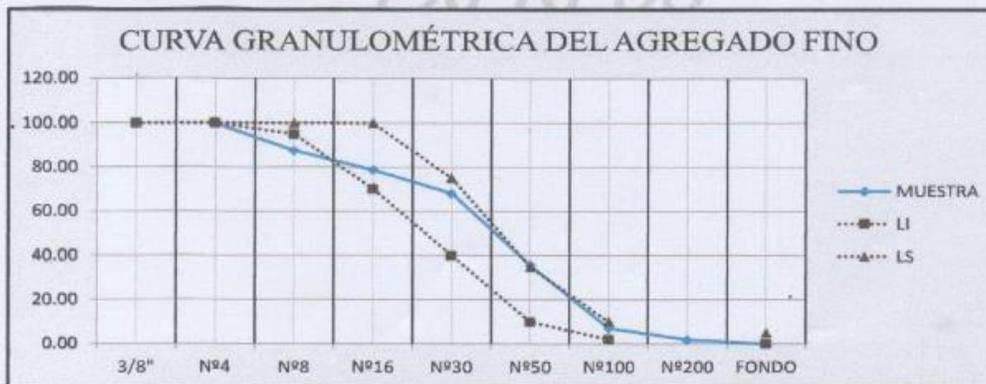
LABORATORIO DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

MUESTRA : AGREGADO FINO
 PROCEDENCIA : CANTERA ORCOTUNA
 PROYECTO : TESIS "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021"
 CLIENTE : Bach. GIRON CALDERON JULEYMY; Bach. MANCHA CASO JESICA; Bach. ROMERO YACOLCA LE
 FECHA ENSAYO: 10/09/21
 FECHA EMISION: 13/09/21

CARACTERIZACION DE AGREGADO FINO

GRANULOMETRIA				
MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
# 4	0.0	0.0	0.0	100.0
# 8	51.75	12.49	12.49	87.51
# 16	36.29	8.76	21.24	78.76
#30	44.08	10.64	31.88	68.12
#50	134.01	32.34	64.22	35.78
#100	118.62	28.62	92.84	7.16
#200	21.80	5.26	98.10	1.90
FONDO	7.87	1.90	100.0	0.0
TOTAL	414.42	100.0	MODULO FINEZA	2.23

CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO	
Módulo de fineza	2.23
Peso unitario suelto (PUS) kg/m ³	1384
Peso unitario compactado (PUC) kg/m ³	1562
Peso específico de masa kg/m ³	2527
Peso específico (SSS) kg/m ³	2585
Absorción (%)	2.3



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leonelo Prado N° 340 Pllcomayo - Huancayo
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

cel. RPM 920137591 RPC 97970



Nancy M. Montañez Huaman
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 198158

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

N° DE CERTIFICADO: 001-TMCW-01
 CLIENTE: Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
 PROYECTO: "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021"
 SOLICITANTE: Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
 CANTERA A.F.: Orcotuna
 CANTERA A.G.: Orcotuna
 FECHA DE EMISION: viernes, 17 de septiembre de 2021

**CONTENIDO DE HUMEDAD (W%)
 CARACTERIZACION DE AGREGADOS**

CÓDIGO: NTP 339.127

TÍTULO: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del agregado

CONTENIDO DE HUMEDAD (W %) - AGREGADO FINO				
DATOS	UND	M1	M2	M3
PESO DEL RECIPIENTE/TARA	g	81.67	87.3	88.3
PESO DE LA TARA + PMN	g	786.6	490.7	490.8
PMN	g	704.9	403.4	402.5
PMSH	g	698.6	399.7	398.9
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.906	0.926	0.902
PROMEDIO DE MUESTRAS (W _{PROMEDIO})	%	0.91		

CONTENIDO DE HUMEDAD (W %) - AGREGADO GRUESO				
DATOS	UND	M1	M2	M3
PESO DEL RECIPIENTE/TARA	g	77.08	146.5	149.7
PESO DE LA TARA + PMN	g	830.4	750	743
PMN	g	753.3	603.5	593.3
PMSH	g	752.3	602.8	592.4
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.133	0.116	0.152
PROMEDIO DE MUESTRAS (W _{PROMEDIO})	%	0.13		



Nancy M. Montañez Huaman
 Nancy M. Montañez Huaman
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 198158

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

cel: RPM 920137591 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

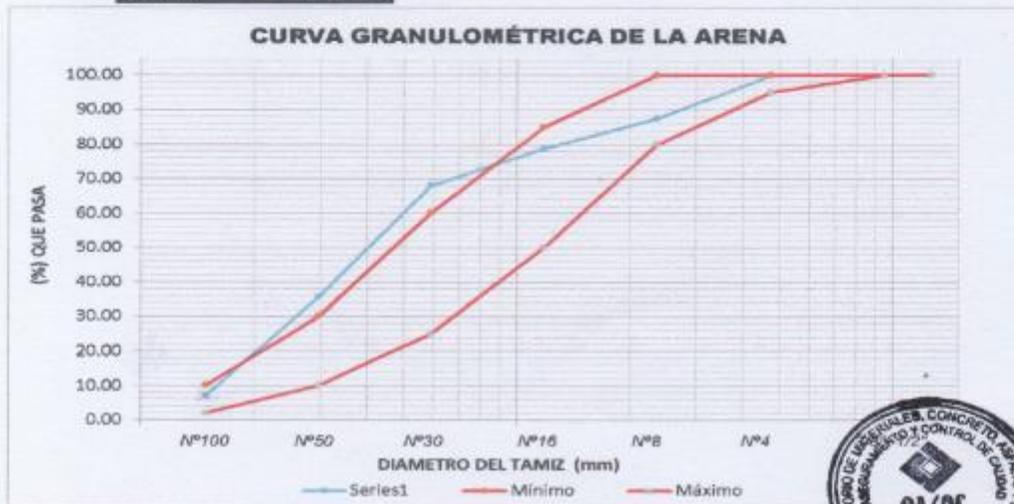
N° DE CERTIFICADO: 001-TFGF-01
CLIENTE: Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
PROYECTO: "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021"
SOLICITANTE: Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
CANTERA A.F.: Orcotuna
CANTERA A.G.: Orcotuna
FECHA DE EMISION: viernes, 17 de septiembre de 2021

GRANULOMETRÍA
CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

CÓDIGO: NTP 400.012

TÍTULO: Norma Técnica Peruana (Granulometría de los Agregados)

GRANULOMETRÍA						HUSO: Arena Gruesa	
TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	MINIMO	MAXIMO
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N° 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00	100	95
N° 8	2.36	51.75	12.49	12.49	87.51	100	80
N° 16	1.18	36.29	8.76	21.24	78.76	85	50
N° 30	0.59	44.08	10.64	31.88	68.12	60	25
N° 50	0.297	134.01	32.34	64.22	35.78	30	10
N° 100	0.149	118.62	28.62	92.84	7.16	10	2
N° 200	0.07	21.80	5.26	98.10	1.90		
FONDO	0.000	7.87	1.90	100.00	0.00		
SUMA		414.42	100.00				
M.F=		2.23					



Nancy M. Montañez Huaman
ING. CIVIL
 C.O.P. N° 196168

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel: RPM 920137591 RPC 979702825
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

N° DE CERTIFICADO: 001-TMGF-01
 CLIENTE: Bach.JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
 PROYECTO: "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021"
 SOLICITANTE: Bach.JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
 CANTERA A.F.: Orcotuna
 CANTERA A.G.: Orcotuna
 FECHA DE EMISION: viernes, 17 de septiembre de 2021

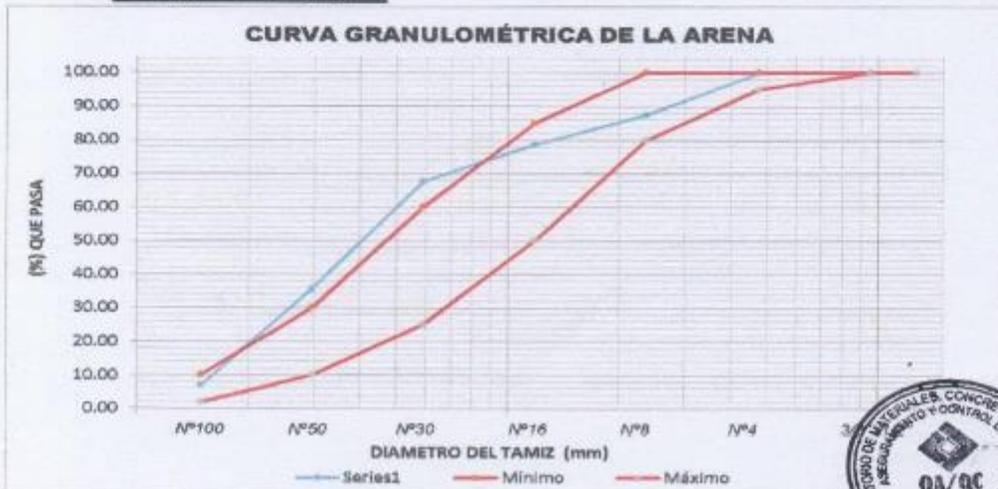
**GRANULOMETRÍA
 CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS**

CÓDIGO: NTP 400.012

TÍTULO: Norma Técnica Peruana (Granulometría de los Agregados)

GRANULOMETRIA						HUSO: Arena Gruesa	
TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	MINIMO	MAXIMO
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N° 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00	100	95
N° 8	2.36	53.20	12.50	12.50	87.50	100	80
N° 16	1.18	37.80	8.88	21.38	78.62	85	50
N° 30	0.59	46.70	10.97	32.35	67.65	60	25
N° 50	0.297	135.20	31.76	64.11	35.89	30	10
N° 100	0.149	123.20	28.94	93.05	6.95	10	2
N° 200	0.07	21.80	5.12	98.17	1.83		
FONDO	0.000	7.80	1.83	100.00	0.00		
SUMA		425.70	100.00				

M.F= 2.23



[Signature]
 ING. CIVIL
 C.P. N° 196168

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel: RPM 920137591 RPC 979702825
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

N° DE CERTIFICADO: 001-TMGG-01
CLIENTE: Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
PROYECTO: "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021"
SOLICITANTE: Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
CANTERA A.F.: Orcotuna
CANTERA A.G.: Orcotuna
FECHA DE EMISION: viernes, 17 de septiembre de 2021

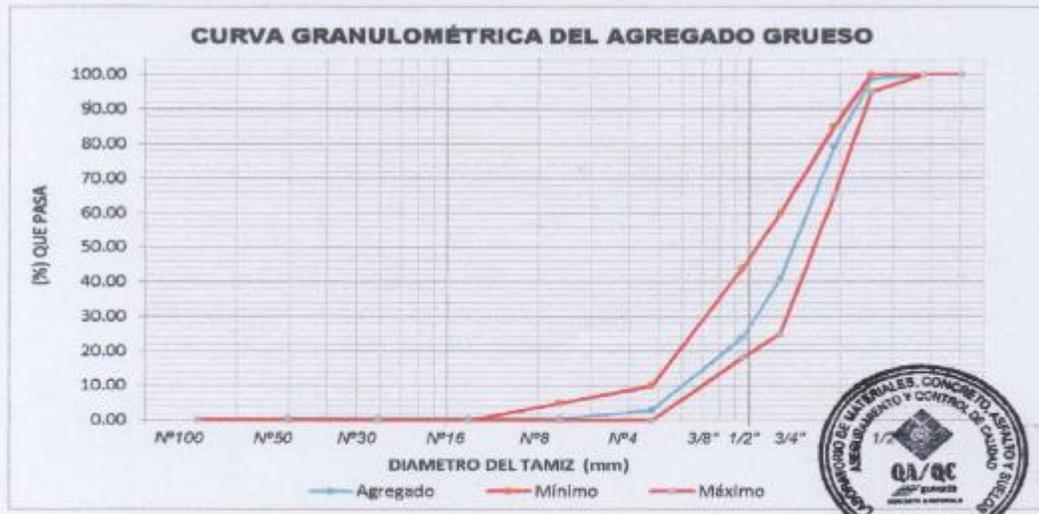
GRANULOMETRÍA
CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

CÓDIGO: NTP 400.012

TÍTULO: Norma Técnica Peruana (Granulometría de los Agregados)

GRANULOMETRÍA						HUSO: 57	
TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	MINIMO	MAXIMO
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.4	52.30	1.05	1.05	98.95	100	95
3/4"	19.05	976.60	19.52	20.57	79.43	85	65
1/2"	12.700	1912.00	38.23	58.80	41.20	60	25
3/8"	9.525	857.60	17.15	75.94	24.06	44	18
N° 4	4.75	1050.40	21.00	96.94	3.06	10	0
N° 8	2.36	128.90	2.58	99.52	0.48	5	0
N° 16	1.18	4.60	0.09	99.61	0.39	0	0
N° 30	0.59	0.00	0.00	99.61	0.39	0	0
N° 50	0.297	0.00	0.00	99.61	0.39	0	0
N° 100	0.149	7.30	0.15	99.76	0.24	0	0
FONDO	0.000	12.20	0.24	100.00	0.00	0	0
SUMA		5001.90	100.00				

M.F=	6.92	T.M=	1"	TMN=	3/4"
------	------	------	----	------	------



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

cel: RPM 920137591 RPC 979702825

Nancy M. Montes Maza
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 198168

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

N° DE CERTIFICADO: 001-TFPE-01
CLIENTE: Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
PROYECTO: "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021"
SOLICITANTE: Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
CANTERA A.F.: Orcotuna
CANTERA A.G.: Orcotuna
FECHA DE EMISION: viernes, 17 de septiembre de 2021

**PESO ESPECIFICO
 CARACTERIZACION DE AGREGADOS**

CÓDIGO: NTP 400.021

TÍTULO: Método de ensayo para determinar el peso específico del agregado

PESO ESPECIFICO - AGREGADO FINO				
DATOS	UND	M1	M2	M3
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO	g	500	500	500
PESO FIOLA +AGUA	g	722.3	717.4	667.8
PESO FIOLA + AGUA+PESO DE LA MUESTRA SSS	g	1027.6	1022.6	972.5
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	487.2	487.3	488
PESO ESPECIFICO DE MUESTRAS	g/cm3	2.50	2.50	2.50
PESO ESPECIFICO DE MASA	g/cm3	2.50		
PESO ESPECIFICO DE LA MUESTRA SSS	g/cm3	2.56		
PESO ESPECIFICO APARENTE	g/cm3	2.67		
%ABSORCION DE MUESTRAS	%	2.63	2.61	2.46
%ABSORCION	%	2.56		

PESO ESPECIFICO - AGREGADO GUESO				
DATOS	UND	M1	M2	M3
PESO DE LA MUESTRA SECO AL HORNO	g	1957	1949	1957
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO	g	2000	2000	2000
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO SUMERGIDO + CANASTA	g	2081	2079	2076
PESO DE LA CANASTILLA	g	824	824	824
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO SUMERGIDO	g	1257	1255	1252
PESO ESPECÍFICO DE MASA	g/cm3	2.634	2.616	2.616
PROMEDIO PESO ESPECÍFICO DE MASA	g/cm3	2.62		
PROMEDIO PESO ESPECÍFICO SSS	g/cm3	2.68		
PROMEDIO PESO ESPECÍFICO APARENTE	g/cm3	2.79		
% ABSORCIÓN DE MUESTRAS	%	2.197	2.617	2.197
PROMEDIO % ABSORCIÓN	%	2.34		

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO. LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

cel: R 920137581 RPC 979702825



Wancy M. Novillo Huamani
 DISEÑADORA CML
 400158

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

N° DE CERTIFICADO: 001-TMPU-02
 CLIENTE: Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
 PROYECTO: "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021"
 SOLICITANTE: Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
 CANTERA A.F.: Orcotuna
 CANTERA A.G.: Orcotuna
 FECHA DE EMISION: viernes, 17 de septiembre de 2021

**PESO UNITARIO SUELTO / PESO UNITARIO COMPACTADO
 CARACTERIZACION DE AGREGADOS**

CÓDIGO: NTP 400.017

TITULO: Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado

PESO UNITARIO SUELTO-AGREGADO GRUESO				
I. PESO UNITARIO SUELTO SECO - PUSS	UND	M1	M2	M3
PESO DEL RECIPIENTE (kg)	kg	4.14	4.14	4.14
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (kg)	kg	16.99	16.96	17.03
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg)	kg	12.86	12.83	12.90
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	m3	0.00944	0.0094	0.00944
PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m3)	kg/m3	1362	1359	1366
PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m3)	kg/m3	1363		

PESO UNITARIO COMPACTADO-AGREGADO GRUESO				
II. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - PUCS	UND	M1	M2	M3
PESO DEL RECIPIENTE (kg)	kg	4.14	4.14	4.14
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE (kg)	kg	18.74	18.79	18.77
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg)	kg	14.6	14.65	14.635
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	m3	0.00944	0.0094	0.00944
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m3)	kg/m3	1547	1552	1550
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m3)	kg/m3	1550		



[Signature]
 Nancy M. Montañez Huamán
 ING. CIVIL
 CIP N° 198168

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Plicomayo - Huancayo
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

cel: RPM 920137591 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

N° DE CERTIFICADO: 001-TMPU-01
CLIENTE: Bach.JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
PROYECTO: "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021"
SOLICITANTE: Bach.JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
CANTERA A.F.: Orcotuna
CANTERA A.G.: Orcotuna
FECHA DE EMISION: viernes, 17 de septiembre de 2021

PESO UNITARIO SUELTO / PESO UNITARIO COMPACTADO
CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

CÓDIGO: NTP 400.017

TÍTULO: Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado

PESO UNITARIO SUELTO-AGREGADO FINO				
I. PESO UNITARIO SUELTO SECO - PUSS	UND	M1	M2	M3
PESO DEL RECIPIENTE (Kg)	kg	2.12	2.12	2.12
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (Kg)	kg	6.869	6.869	6.881
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (Kg)	kg	4.749	4.749	4.761
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	m3	0.00283	0.00283	0.00283
PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m3)	kg/m3	1677	1677	1681
PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m3)	kg/m3	1679		

PESO UNITARIO COMPACTADO-AGREGADO FINO				
II. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - PUCS	UND	M1	M2	M3
PESO DEL RECIPIENTE (Kg)	kg	2.12	2.12	2.12
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE (Kg)	kg	7.221	7.175	7.174
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (Kg)	kg	5.101	5.06	5.054
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	m3	0.00283	0.00283	0.00283
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (Kg/m3)	kg/m3	1801	1785	1785
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (Kg/m3)	kg/m3	1790		



Nelly
 Nancy M. Montañez Heredia
 ING. CIVIL
 C° N° 198168

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

cel: RPM 920137591 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

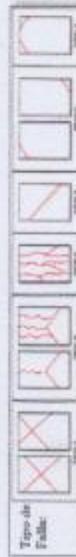
PROPIETARIO : Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CUENTE EN LAB.

PROYECTO : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021" EXPEDIENTE : 01 - RTM01-01

FECHA DE EMISION : viernes, 24 de septiembre de 2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

ITEM	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIÁMETRO (D) (cm)	ALTURA (H) (cm)	RELACION (H/D)	FACTOR DE CORRECCION	PESO (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESION AXIAL (kg/cm2)	TIPO DE FALLA
1	PATRÓN	17/9/2021	24/9/2021	7	9.97	20.17	2.0	1.0	3.792	199.67	259	2
2	PATRÓN	17/9/2021	24/9/2021	7	9.97	20.09	2.0	1.0	3.779	196.66	257	2
3	PATRÓN	17/9/2021	24/9/2021	7	9.98	20.14	2.0	1.0	3.788	194.64	254	2
4	5% CEMENTO	17/9/2021	24/9/2021	7	10.02	20.12	2.0	1.0	3.821	174.84	226	2
5	5% CEMENTO	17/9/2021	24/9/2021	7	9.94	20.17	2.0	1.0	3.809	168.60	222	2
6	5% CEMENTO	17/9/2021	24/9/2021	7	9.93	20.15	2.0	1.0	3.794	171.72	226	2
7	10% CEMENTO	17/9/2021	24/9/2021	7	9.98	20.14	2.0	1.0	3.725	170.06	222	2
8	10% CEMENTO	17/9/2021	24/9/2021	7	9.97	20.18	2.0	1.0	3.750	168.48	220	2
9	10% CEMENTO	17/9/2021	24/9/2021	7	10.00	20.09	2.0	1.0	3.713	171.64	223	2
10	15% CEMENTO	17/9/2021	24/9/2021	7	9.96	20.05	2.0	1.0	3.788	150.88	197	2
11	15% CEMENTO	17/9/2021	24/9/2021	7	9.96	20.09	2.0	1.0	3.785	151.07	198	2
12	15% CEMENTO	17/9/2021	24/9/2021	7	9.97	20.06	2.0	1.0	3.749	151.25	198	2



NOTA:

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10".

EXPRESS
CONCRETE & MATERIALES



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PROPIETARIO : Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA **MUESTREO** : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CUENTE EN LAB.

PROYECTO : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021" **EXPEDIENTE** : 01 - RTM02-01

FECHA DE EMISIÓN : viernes, 24 de septiembre de 2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIÁMETRO (D) (cm)	ALTURA (H) (cm)	RELACIÓN (H/D)	FACTOR DE CORRECCIÓN	PESO (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
1	5% AG	17/9/2021	24/9/2021	7	9.95	20.06	2.0	1.0	3.796	203.66	267	2
2	5% AG	17/9/2021	24/9/2021	7	9.92	20.10	2.0	1.0	3.797	206.20	272	2
3	5% AG	17/9/2021	24/9/2021	7	9.96	20.14	2.0	1.0	3.780	204.93	267	2
4	10% AG	17/9/2021	24/9/2021	7	9.98	20.12	2.0	1.0	3.789	171.80	224	2
5	10% AG	17/9/2021	24/9/2021	7	9.90	20.07	2.0	1.0	3.757	175.79	229	2
6	10% AG	17/9/2021	24/9/2021	7	10.00	20.11	2.0	1.0	3.784	169.07	220	2
7	15% AG	17/9/2021	24/9/2021	7	10.01	20.05	2.0	1.0	3.755	206.26	267	2
8	15% AG	17/9/2021	24/9/2021	7	9.99	20.12	2.0	1.0	3.756	201.25	262	2
9	15% AG	17/9/2021	24/9/2021	7	9.96	20.11	2.0	1.0	3.741	204.45	267	2



NOTA:

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231C1231M-10".

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INCOEPI: 09-04-1993).
Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areaqcexpress@gmail.com



EXPRESS
MATERIALS

EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PROPIETARIO : Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CLIENTE EN LAB.

PROYECTO : 'EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021*' EXPEDIENTE : 01 - RTM03-01

FECHA DE EMISION : viernes, 1 de octubre de 2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

ITEM	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIÁMETRO (D) (cm)	ALTURA (H) (cm)	RELACION (H/D)	FACTOR DE CORRECCION	PESO (Kg)	CARGA MAXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESION AXIAL (kg/cm2)	TIPO DE FALLA
1	PATRÓN	17/9/2021	1/10/2021	14	9.67	20.14	2.0	1.0	3.783	226.97	298	2
2	PATRÓN	17/9/2021	1/10/2021	14	9.68	20.05	2.0	1.0	3.795	224.66	283	2
3	PATRÓN	17/9/2021	1/10/2021	14	9.59	20.04	2.0	1.0	3.791	229.27	298	2
4	5% CEMENTO	17/9/2021	1/10/2021	14	9.68	20.17	2.0	1.0	3.839	207.04	270	2
5	5% CEMENTO	17/9/2021	1/10/2021	14	10.03	20.10	2.0	1.0	3.838	199.21	259	2
6	5% CEMENTO	17/9/2021	1/10/2021	14	10.02	20.16	2.0	1.0	3.812	203.13	263	2
7	10% CEMENTO	17/9/2021	1/10/2021	14	9.65	20.11	2.0	1.0	3.751	180.52	237	2
8	10% CEMENTO	17/9/2021	1/10/2021	14	9.84	20.15	2.0	1.0	3.782	178.85	235	2
9	10% CEMENTO	17/9/2021	1/10/2021	14	9.97	20.07	2.0	1.0	3.757	177.54	232	2
10	15% CEMENTO	17/9/2021	1/10/2021	14	9.95	20.16	2.0	1.0	3.786	159.50	209	2
11	15% CEMENTO	17/9/2021	1/10/2021	14	9.98	20.13	2.0	1.0	3.741	166.61	218	2
12	15% CEMENTO	17/9/2021	1/10/2021	14	9.99	20.09	2.0	1.0	3.785	164.40	214	2



NOTA:

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231C1231M-10".

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD JUNTA PERUANA INDECOPI: OP. 084.1560.
Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PROPIETARIO : Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA **MUESTREO** : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CLIENTE EN LAB.

PROYECTO : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021" **EXPEDIENTE** : 01 - RTM04-01 **FECHA DE EMISION** : viernes, 1 de octubre de 2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

ITEM	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIÁMETRO (D) (cm)	ALTURA (H) (cm)	RELACION (H/D)	FACTOR DE CORRECCION	PESO (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESION AXIAL (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
1	5% AG	17/8/2021	1/10/2021	14	10.00	20.10	2.0	1.0	3.765	213.18	277	2
2	5% AG	17/8/2021	1/10/2021	14	9.99	20.15	2.0	1.0	3.798	213.67	278	2
3	5% AG	17/8/2021	1/10/2021	14	9.96	20.14	2.0	1.0	3.764	212.66	278	2
4	10% AG	17/8/2021	1/10/2021	14	9.93	20.13	2.0	1.0	3.769	204.29	289	2
5	10% AG	17/8/2021	1/10/2021	14	9.95	20.16	2.0	1.0	3.761	205.55	270	2
6	10% AG	17/8/2021	1/10/2021	14	9.96	20.19	2.0	1.0	3.756	203.03	266	2
7	15% AG	17/8/2021	1/10/2021	14	9.96	20.19	2.0	1.0	3.793	235.22	308	2
8	15% AG	17/8/2021	1/10/2021	14	9.97	20.10	2.0	1.0	3.782	225.35	294	2
9	15% AG	17/8/2021	1/10/2021	14	9.99	20.06	2.0	1.0	3.762	229.90	289	2



NOTA:

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10*



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PROPIETARIO : Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CLIENTE EN LAB.

PROYECTO : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021" EXPEDIENTE : 01 - RTMCS-01

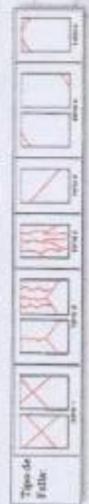
FECHA DE EMISION : viernes, 15 de octubre de 2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

ITEM	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIÁMETRO (D) (cm)	ALTURA (H) (cm)	RELACION (H/D)	FACTOR DE CORRECCION	PESO (Kg)	CARGA MAXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESION AXIAL (kgf/cm ²)	TIPO DE FALLA
1	PATRÓN	17/9/2021	15/10/2021	28	9.98	20.11	2.0	1.0	3.305	275.48	359	2
2	PATRÓN	17/9/2021	15/10/2021	28	10.22	20.04	2.0	1.0	3.787	287.57	357	2
3	PATRÓN	17/9/2021	15/10/2021	28	10.00	20.10	2.0	1.0	3.842	278.84	359	2
4	5% CEMENTO	17/9/2021	15/10/2021	28	9.98	20.06	2.0	1.0	3.801	239.34	312	2
5	5% CEMENTO	17/9/2021	15/10/2021	28	9.95	20.11	2.0	1.0	3.906	227.03	258	2
6	5% CEMENTO	17/9/2021	15/10/2021	28	10.05	20.05	2.0	1.0	3.766	231.74	268	2
7	10% CEMENTO	17/9/2021	15/10/2021	28	9.99	20.13	2.0	1.0	3.726	221.27	286	2
8	10% CEMENTO	17/9/2021	15/10/2021	28	10.02	20.12	2.0	1.0	3.756	220.80	286	2
9	10% CEMENTO	17/9/2021	15/10/2021	28	10.00	20.05	2.0	1.0	3.741	219.94	286	2
10	15% CEMENTO	17/9/2021	15/10/2021	28	9.98	20.06	2.0	1.0	3.779	209.08	273	2
11	15% CEMENTO	17/9/2021	15/10/2021	28	10.01	20.09	2.0	1.0	3.836	211.12	274	2
12	15% CEMENTO	17/9/2021	15/10/2021	28	9.99	20.10	2.0	1.0	3.805	211.75	275	2



EXPRESS
CONCRETE & MATERIALS



NOTA:

1) Como elementos de distribución de carga en los entornos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10*

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO. SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD PARA PERUANA INDECOPI. BP: 84-1891.
Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areqaqexpress@gmail.com

EMPRESA QA/QC CONSTRUCCION SAC

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PROPIETARIO : Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CLIENTE EN LAB.

PROYECTO : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021" EXPEDIENTE : 01 - RTM06-01

FECHA DE EMISION : viernes, 15 de octubre de 2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

ITEM	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Dias)	DIAMETRO (D) (cm)	ALTURA (H) (cm)	RELACION (H/D)	FACTOR DE CORRECCION	PESO (Kg)	CARGA MAXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESION AXIAL (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
1	5% AG	17/9/2021	15/10/2021	28	9.99	20.10	2.0	1.0	3.767	245.56	319	2
2	5% AG	17/9/2021	15/10/2021	28	9.96	20.02	2.0	1.0	3.779	236.66	314	2
3	5% AG	17/9/2021	15/10/2021	28	10.01	20.12	2.0	1.0	3.808	243.71	316	2
4	10% AG	17/9/2021	15/10/2021	28	9.96	20.06	2.0	1.0	3.760	247.22	324	2
5	10% AG	17/9/2021	15/10/2021	28	9.99	20.08	2.0	1.0	3.781	248.44	323	2
6	10% AG	17/9/2021	15/10/2021	28	9.99	20.10	2.0	1.0	3.891	248.12	323	2
7	15% AG	17/9/2021	15/10/2021	28	10.02	20.08	2.0	1.0	3.771	263.51	341	2
8	15% AG	17/9/2021	15/10/2021	28	10.00	20.12	2.0	1.0	3.770	262.81	341	2
9	15% AG	17/9/2021	15/10/2021	28	9.98	20.05	2.0	1.0	3.751	263.03	343	2



NOTA:

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10".



EXPRESS
CONCRETE & MATERIALS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

N° DE CERTIFICADO: 01-TMFM01-01
CLIENTE: Bach JULIEMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
PROYECTO: "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021"
SOLICITANTE: Bach JULIEMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
CANTERA A.F.: Orocutuna
FECHA DE EMISION: viernes, 8 de octubre de 2021

FLUIDEZ DEL MORTERO DE CEMENTO
ASTM C-230

CEMENTO ANDINO PORTLAND TIPO I
AGUA POTABLE

CÓDIGO: ASTM C-230

MUESTRA	CEMENTO (g)	ARENA (g)	AGUA (ml)	ADICIÓN (g)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	D. PROM. (mm)	FLUIDEZ %
PATRÓN	250.00	687.50	178.00	0.00	118.00	119.00	118.00	118.00	118	16%
PATRÓN	250.00	687.50	165.00	0.00	117.00	115.00	114.00	114.00	115	13%
PATRÓN	250.00	687.50	155.00	0.00	113.00	110.00	105.00	110.00	110	8%



Ing. M. Huancayo
INGENIERA CIVIL
CIP N° 198109

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 00411993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo
e-mail: areaqaqcepress@gmail.com

cel: RPI 920137591 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

N° DE CERTIFICADO: 01-TMFMD2-01
CLIENTE: Bach JULIENY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
PROYECTO: "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021"
SOLICITANTE: Bach JULIENY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
CANTERA A.F.: Crocutana
FECHA DE EMISION: viernes, 8 de octubre de 2021

FLUIDEZ DEL MORTERO DE CEMENTO
ASTM C-230

CEMENTO ANDINO PORTLAND TIPO I
AGUA POTABLE

MUESTRA	CEMENTO (g)	ARENA (g)	AGUA (ml)	ADICIÓN (g)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	D. PROM. (mm)	FLUIDEZ %
DOISIS 5%	237.50	687.50	165.00	12.50	117.00	116.00	117.00	119.00	117	15%
DOISIS 5%	237.50	687.50	150.00	12.50	100.00	104.00	102.00	102.00	102	0%
DOISIS 5%	237.50	687.50	160.00	12.50	106.00	108.00	106.00	104.00	106	4%



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GF: 004-1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo
e-mail: areaqaqcexpres@ gmail.com

cel: RPM 920137691 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

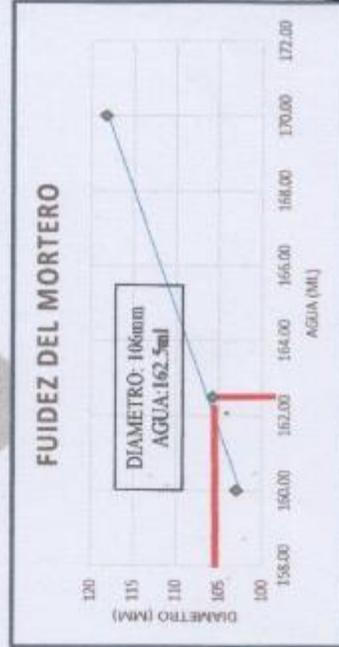
N° DE CERTIFICADO: 01-TMFM03-01
 CLIENTE: Bach JULIANY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
 PROYECTO: "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021"
 SOLICITANTE: Bach JULIANY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
 CANTERA A.F.: Circolupa
 FECHA DE EMISION: viernes, 8 de octubre de 2021

FLUIDEZ DEL MORTERO DE CEMENTO
 ASTM C-230

CODIGO: ASTM C-230

CEMENTO ANDINO PORTLAND TIPO I
 AGUA POTABLE

MUESTRA	CEMENTO (g)	ARENA (g)	AGUA (ml)	ADICIÓN (g)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	D. PROM. (mm)	FLUIDEZ %
DOSIS 10%	225.00	687.50	160.00	25.00	103.00	103.00	104.00	102.00	103	1%
DOSIS 10%	225.00	687.50	162.50	25.00	105.00	104.00	106.00	107.00	106	4%
DOSIS 10%	225.00	687.50	170.00	25.00	118.00	119.00	118.00	118.00	118	16%



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPPE GP. 004-1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pitomayo - Huancayo
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

cel: RPM 920137591 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

N° DE CERTIFICADO: 01-TMF04-01

CLIENTE: Bach JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA

PROYECTO: "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCAUPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021"

SOLICITANTE: Bach JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA

CANTERA A.F.: Orcollina

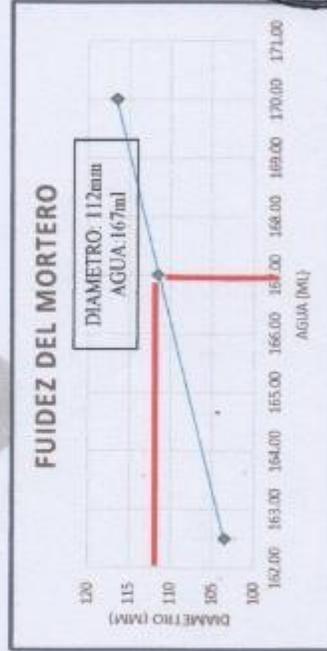
FECHA DE EMISION: viernes, 8 de octubre de 2021

FLUIDEZ DEL MORTERO DE CEMENTO
ASTM C-230

CÓDIGO: ASTM C-230

CEMENTO ANDINO PORTLAND TIPO I
AGUA POTABLE

MUESTRA	CEMENTO (g)	ARENA (g)	AGUA (ml)	ADICIÓN (g)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	D. PROM. (mm)	FLUIDEZ %
DOSES 15%	212.50	687.50	162.50	37.50	105.00	103.00	103.00	103.00	104	2%
DOSES 15%	212.50	687.50	167.00	37.50	110.00	112.00	112.00	112.00	112	10%
DOSES 15%	212.50	687.50	170.00	37.50	117.00	116.00	116.00	117.00	117	15%



[Firma]
Ing. M. Rodríguez Hualde
P.O. CIVIL
COP. N° 196148

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004-1993)

Av. Leocadio Prado N° 340 Píscocmayo - Huancayo

e-mail: areaqcexpress@gmail.com

cel: RPM 920137591 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE: 01-TMTF01-01
 CLIENTE: Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
 PROYECTO: "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIFTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021"
 SOLICITANTE: Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
 FECHA DE ENSAYO: lunes, 11 de octubre de 2021
 FECHA DE EMISION: viernes, 15 de octubre de 2021

ASTM C191 - 08

PATRÓN

TIEMPO DE FRAGUADO -					
Tiempo Real (h:min)	Tiempo Absoluto Acumulado (minutos)	Tiempo Absoluto Acumulado (h:min)	Penetración (mm.)	T° Concreto (°C)	T° Ambiental (°C)
14:00 (Inicio de mezclado)	0	0:00	40	20.0	24.0
14:30	30	0:30	40	21.0	25.0
14:45	45	0:45	40	21.5	24.5
15:00	60	1:00	40	22.5	24.0
15:15	75	1:15	40	20.0	24.5
15:30	90	1:30	40	19.5	24.5
15:45	105	1:45	40	22.0	22.5
16:00	120	2:00	40	23.0	22.5
16:15	135	2:15	39	20.5	24.0
16:30	150	2:30	30	22.5	22.5
16:45	165	2:45	20	20.5	23.0
17:00	180	3:00	7	22.0	24.5
17:15	195	3:15	2	22.5	24.0
17:30	210	3:30	2	21.0	24.0
17:45	225	3:45	2.5	19.5	23.0
18:00	240	4:00	2.5	22.5	22.5
18:15	255	4:15	2.5	19.0	23.5
18:30	270	4:30	0.5	22.0	24.0
18:45	285	4:45	0.5	21.5	23.0
19:00	300	5:00	0.5	21.0	23.5
19:15	315	5:15	0.5	19.5	22.5
19:30	330	5:30	0.5	21.0	24.0
19:45	345	5:45	0.5	19.5	22.5
20:00	360	6:00	0.5	20.5	23.5
20:15	375	6:15	0.5	20.0	24.0
20:30	390	6:30	0.5	22.0	22.5
20:45	405	6:45	0.5	22.0	25.0
21:00	420	7:00	0.5	23.0	24.5
21:15	435	7:15	0.5	23.0	22.5
21:30	450	7:30	0.5	19.5	22.5
21:45	465	7:45	0.5	19.0	22.5
22:00	480	8:00	0.5	20.0	22.5
22:15	495	8:15	0.5	20.5	22.0
22:30	510	8:30	0.5	22.5	24.0
22:45	525	8:45	0.5	22.5	25.0
23:00	540	9:00	0	19.5	25.0

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)



Nancy M. Montañez
 Nancy M. Montañez Huamán
 ING. CIVIL
 COP. N° 156108

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE: 01-TMTF01-02
 CLIENTE: Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
 PROYECTO: "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO"
 SOLICITANTE: Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
 FECHA DE ENSAYO: lunes, 11 de octubre de 2021
 FECHA DE EMISION: viernes, 15 de octubre de 2021

ASTM C191 - 08

Tiempo de Fraguado Inicial	158	2:37	Min. Horas
Tiempo de Fraguado Final	540	9:00	Min. Horas



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1995)

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE: 01-TMTF02-01
 CLIENTE: Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
 PROYECTO: "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021"
 SOLICITANTE: Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
 FECHA DE ENSAYO: lunes, 11 de octubre de 2021
 FECHA DE EMISION: viernes, 15 de octubre de 2021

ASTM C191 - 08

DOSIS 5%

TIEMPO DE FRAGUADO					
Tiempo Real (h:min)	Tiempo Absoluto Acumulado (minutos)	Tiempo Absoluto Acumulado (h:min)	Penetración (mm.)	T° Concreto (°C)	T° Ambiental (°C)
10:15 (Inicio de mezclado)	0	0:00	40	21,5	22,0
10:45	30	0:30	40	23,0	23,0
11:00	45	0:45	40	21,0	24,5
11:15	60	1:00	40	21,5	23,0
11:30	75	1:15	40	22,0	22,0
11:45	90	1:30	40	22,5	22,5
12:00	105	1:45	40	22,0	23,5
12:15	120	2:00	40	21,5	23,0
12:30	135	2:15	40	22,5	24,5
12:45	150	2:30	40	21,0	23,5
13:00	165	2:45	40	20,5	24,0
13:15	180	3:00	40	22,0	23,0
13:30	195	3:15	33,5	21,0	24,0
13:45	210	3:30	20	22,5	22,0
14:00	225	3:45	8,5	21,0	24,0
14:15	240	4:00	2,5	23,0	24,0
14:30	255	4:15	0,5	21,0	22,5
14:45	270	4:30	0,5	21,0	23,5
15:00	285	4:45	0,5	20,5	23,5
15:15	300	5:00	0,5	21,0	22,0
15:30	315	5:15	0,5	20,5	23,5
15:45	330	5:30	0,5	22,0	24,5
16:00	345	5:45	0,5	23,0	25,0
16:15	360	6:00	0,5	20,5	24,5
16:30	375	6:15	0,5	22,5	24,5
16:45	390	6:30	0,5	21,5	23,5
17:00	405	6:45	0,5	19,0	22,5
17:15	420	7:00	0,5	20,0	25,0
17:30	435	7:15	0,5	21,5	23,5
17:45	450	7:30	0,5	20,0	22,5
18:00	465	7:45	0,5	19,5	24,0
18:15	480	8:00	0,5	23,0	24,5
18:30	495	8:15	0,5	20,5	22,0
18:45	510	8:30	0	22,0	23,5

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)



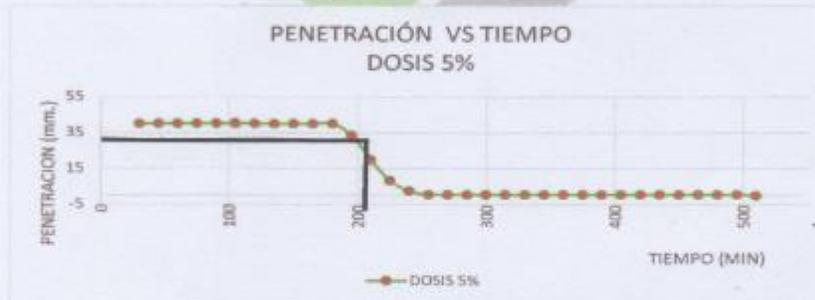
Handwritten signature
 Ingrid M. Huamán
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 13016R

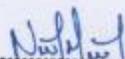
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE: 01-TMTF02-02
CLIENTE: Bach JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
PROYECTO: "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021"
SOLICITANTE: Bach JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
FECHA DE ENSAYO: lunes, 11 de octubre de 2021
FECHA DE EMISION: viernes, 15 de octubre de 2021

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA (AGUJA DE VICAT)
ASTM C191 - 08

Tiempo de Fragado Inicial	204	3:24	Min:Horas
Tiempo de Fragado Final	510	8:30	Min:Horas




 Nancy M. Montañez Huaman
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 19816R

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE: 01-TMTF03-01
 CUENTE: Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
 PROYECTO: "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021"
 SOLICITANTE: Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
 FECHA DE ENSAYO: martes, 12 de octubre de 2021
 FECHA DE EMISION: viernes, 15 de octubre de 2021

ASTM C191 - 08

DOSIS 10%

TIEMPO DE FRAGUADO					
Tiempo Real (h:min)	Tiempo Absoluto Acumulado (minutos)	Tiempo Absoluto Acumulado (h:min)	Penetración (mm.)	T° Concreto (°C)	T° Ambiental (°C)
10:20	0	0:00	40	21,0	24,0
10:50	30	0:30	40	22,0	23,5
11:05	45	0:45	25	22,0	25,0
11:20	60	1:00	15	20,5	22,5
11:35	75	1:15	0,5	21,5	23,5
11:50	90	1:30	0,5	20,5	24,5
12:05	105	1:45	0,5	19,5	24,0
12:20	120	2:00	0,5	21,5	24,0
12:35	135	2:15	0,5	22,0	24,5
12:50	150	2:30	0,5	20,0	22,0
13:05	165	2:45	0,5	20,0	23,5
13:20	180	3:00	0,5	22,5	24,0
13:35	195	3:15	0,5	21,0	23,0
13:50	210	3:30	0,5	21,0	22,0
14:05	225	3:45	0,5	23,0	24,0
14:20	240	4:00	0,5	19,0	23,5
14:35	255	4:15	0,5	21,5	25,0
14:50	270	4:30	0,5	19,5	22,5
15:05	285	4:45	0,5	22,0	24,5
15:20	300	5:00	0,5	20,0	23,5
15:35	315	5:15	0,5	20,0	24,0
15:50	330	5:30	0,5	21,5	23,5
16:05	345	5:45	0,5	19,5	23,0
16:20	360	6:00	0,5	21,5	22,0
16:35	375	6:15	0,5	19,0	23,0
16:50	390	6:30	0,5	22,0	24,0
17:05	405	6:45	0,5	20,5	24,5
17:20	420	7:00	0,5	23,0	22,5
17:35	435	7:15	0,5	20,0	23,5
17:50	450	7:30	0	21,5	23,0



Nancy M. Montañez Huaman
 Nancy M. Montañez Huaman
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 198168

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004/1993)

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE: 01-TMTF03-02
 CUENTE: Bach JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
 PROYECTO: "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021"
 SOLICITANTE: Bach JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
 FECHA DE ENSAYO: martes, 12 de octubre de 2021
 FECHA DE EMISION: viernes, 15 de octubre de 2021

**ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA (AGUJA DE VICAT)
ASTM C191 - 08**

Tiempo de Fraguado Inicial	45	0:45	Min Horas
Tiempo de Fraguado Final	450	7:30	Min Horas

EXPRESS



Nancy M. Montañez Huamán
 Nancy M. Montañez Huamán
 INGENIERA CIVIL
 "CIP N° 19811"

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

cel: RPM 920137591 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE: 01-TMTF04-01
 CUENTE: Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
 PROYECTO: "EFECTO DE LA INCORPORACION DE GENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021"
 SOLICITANTE: Bach. JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
 FECHA DE ENSAYO: martes, 12 de octubre de 2021
 FECHA DE EMISION: viernes, 15 de octubre de 2021

ASTM C191 - 08

DOSIS 15%

TIEMPO DE FRAGUADO					
Tiempo Real (h:min)	Tiempo Absoluto Acumulado (minutos)	Tiempo Absoluto Acumulado (h:min)	Penetración (mm.)	T° Concreto (°C)	T° Ambiental (°C)
11:16	Inicio de Vaciado	0:00	40	21.5	22.5
11:46	0	0:30	40	22.0	24.5
12:16	30	1:00	40	21.5	23.0
12:31	45	0:45	25	22.0	25.0
12:46	60	1:00	15	20.5	22.5
13:01	75	1:15	0.5	23.0	24.5
13:16	90	1:30	0.5	21.0	22.5
13:31	105	1:45	0.5	21.5	25.0
13:46	120	2:00	0.5	19.0	22.5
14:01	135	2:15	0.5	20.5	23.0
14:16	150	2:30	0.5	19.5	24.5
14:31	165	2:45	0.5	21.0	23.5
14:46	180	3:00	0.5	20.0	24.5
15:01	195	3:15	0.5	22.0	23.0
15:16	210	3:30	0.5	20.5	22.5
15:31	225	3:45	0.5	21.0	24.5
15:46	240	4:00	0.5	22.0	23.5
16:01	255	4:15	0.5	22.0	23.0
16:16	270	4:30	0.5	22.5	23.5
16:31	285	4:45	0.5	20.5	24.0
16:46	300	5:00	0.5	22.5	23.0
17:01	315	5:15	0.5	20.5	24.0
17:16	330	5:30	0.5	22.5	24.0
17:31	345	5:45	0.5	20.5	23.0
17:46	360	6:00	0.5	19.0	23.5
18:01	375	6:15	0.5	22.5	24.0
18:16	390	6:30	0	21.5	23.5



Nancy M. Montañez Huamán
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 198168

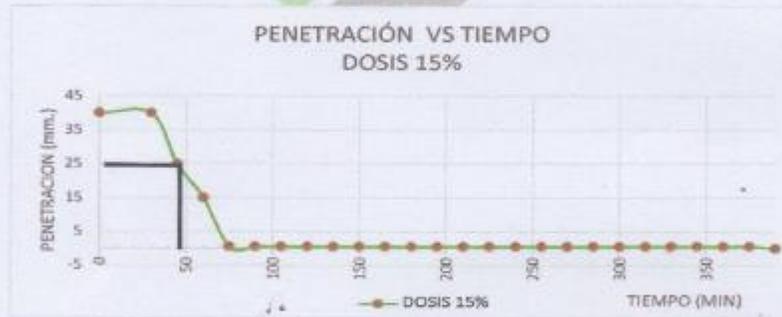
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (BUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004-1993)

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE: 01-TMTF04-02
 CUENTE: Bach JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
 PROYECTO: "EFECTO DE LA INCORPORACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y FISICAS DEL MORTERO HUANCAYO 2021"
 SOLICITANTE: Bach JULEYMY SHELO GIRON CALDERON, JESICA MANCHA CASO, LE ALBERTH ROMERO YACOLCA
 FECHA DE ENSAYO: martes, 12 de octubre de 2021
 FECHA DE EMISION: viernes, 15 de octubre de 2021

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUÁ (AGUJA DE VICAT)
 ASTM C191 - 08

Tiempo de Fraguado Inicial	45	0:45	Min:Horas
Tiempo de Fraguado Final	390	6:30	Min:Horas



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI- GP- 004:1993)



Nancy M. Montañez Huaman
 Nancy M. Montañez Huaman
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 19816A

Anexo 5

Certificados de calibración de los equipos utilizados



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1498-200-2021

Página 1 de 2

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/09/16
Solicitante MANCHA CASO JESICA
Instrumento de medición TAMIZ N° 325
Identificación 1498-200-2021
Marca ARSOU
Modelo NO INDICA
Serie 014Y21
Diámetro 8"
Estructura ACERO
Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2021/09/16

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC 012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arvelo Caralca
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Plie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L 0031 2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLa-313-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

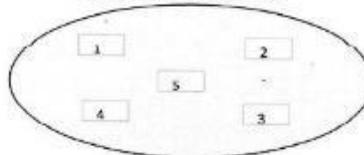
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	42.56	45µm	+/- 3 µm
N° 2	45.78	45µm	+/- 3 µm
N° 3	43.85	45µm	+/- 3 µm
N° 4	47.95	45µm	+/- 3 µm
N° 5	44.51	45µm	+/- 3 µm

PROMEDIO **44.93** : **OK**

UBICACION DE PUNTOS



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Aravalo Carrico
METROLOGÍA



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LLA - 313 - 2021

Laboratorio de Longitud y Angulo

Página 1 de 4

Expediente **1043955**

Solicitante **ARSOU GROUP S.A.C.**

Dirección **Asoc. De Viv. Las Flores De San Diego
Mz C Lote 01**

Instrumento de Medición **RETICULA DE MEDICION**

Intervalo de Indicaciones **0 mm a 5 mm**

Resolución **0,2 mm**

Marca **Q-SCOPE**

Modelo **NO INDICA**

Número de Serie **AG 302 (*)**

Fecha de Calibración **2021-08-10**

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

La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).

La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.



Responsable del área



Firmado digitalmente por
DANIEL ADOLFO GARCIA
Licenciado FAU
2021-08-13
17:14:33

Dirección de Metrología

Responsable del laboratorio



Firmado digitalmente por
DANIEL ADOLFO GARCIA
Licenciado FAU
2021-08-13
10:56:45

Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Cometas N° 617, San Isidro, Lima - Perú
Tel.: (01) 640-8820 Anexo 1501
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 313 – 2021

Página 2 de 4

Método de Calibración

Determinación del error de medición de la retícula de medición, por el método de medición directa.

Lugar de Calibración

Laboratorio de Longitud y Ángulo
Calle De La Prosa N° 150 - San Borja, Lima

Condiciones Ambientales

La temperatura se ha mantenido dentro de los límites siguientes: $20,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$

Patrones de referencia

Trazabilidad de metrología	Patrón de medición	Documento de calibración
Patrones de Referencia de Laboratorio Acreditado DAKKS D-K-12037-01-00	Microscopio de medición por coordenadas óptico-táctil LA 05 026 Con incertidumbre del orden de $0,7\text{ }\mu\text{m}$	CZ-051-2017 2017-11-13

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL - DM.
(*) El instrumento de medición no tiene número de serie. Esta identificación se encuentra pegada en el estuche que lo contiene.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 313 – 2021

Página 3 de 4

Resultados de Medición

INDICACIÓN DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN (mm)	VALOR ENCONTRADO (mm)	ERROR DE MEDICIÓN (mm)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (mm)	ERROR MÁXIMO PERMITIDO \pm (mm)
0,0	0,000	0,000	0,0081	0,1
0,6	0,603	-0,003	0,0081	0,1
1,0	0,994	0,006	0,0081	0,1
1,6	1,596	0,004	0,0083	0,1
2,0	1,999	0,001	0,0081	0,1
2,6	2,600	0,000	0,0083	0,1
3,0	2,993	0,007	0,0081	0,1
3,6	3,604	0,000	0,0083	0,1
4,0	3,998	0,002	0,0081	0,1
4,6	4,599	0,001	0,0083	0,1
5,0	4,993	0,007	0,0081	0,1

Nota:

El error máximo permitido dado por el solicitante.

GRÁFICO REFERENCIAL DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN





INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración

LLA – 313 – 2021

Página 4 de 4

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

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

Recalibración

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

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con las siguientes Normas internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO 27001 e ISO 37001; con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metrológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 419-064-2020

Página 1 de 2

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2020/08/25
Solicitante QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.
Dirección AV. LEONCIO PRADO NRO. S/N JUNIN - JUNIN

Instrumento de medición TERMÓMETRO
Identificación 419-064-2020
Marca DIGITAL TERMOMETHER
Modelo TERM-001
Serie JR-1

Indicador DIGITAL
Alcance -50 °C a 300 °C
Resolución 0.1 °C
Sensor VASTAGO - 104 mm
Procedencia CHINA

Lugar de calibración Laboratorio de QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.
Fecha de calibración 2020/08/25

Método/Procedimiento de calibración

Calibración efectuada según procedimiento PC-017 2da. Ed. 2012 ,
"Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales", del Instituto
Nacional de la Calidad - INACAL.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con sonda MARCA: EZODO	0545-CLT-2019 - LABORATORIO ACREDITADO CON REGISTRO N° LC-005

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA			
	Indicación del Termómetro °C	Temperatura Convencionalmente Verdadera	Corrección °C
N° 01	113.4	114	0.6
N° 02	114.8	114.1	-0.7
N° 03	113.8	114.2	0.4
N° 04	113.9	114.5	0.6
N° 05	114.5	114.9	0.4

Corrección en la Lectura (°C) ± 0.3

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:
TCV = Indicación del termómetro + corrección

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código Indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con sonda MARCA: EZODO	0545-CLT-2019 - LABORATORIO ACREDITADO CON REGISTRO N° LC-005

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA

	Indicación del Termómetro °C	Temperatura Convencionalmente Verdadera	Corrección °C
N° 01	113.4	114	0.6
N° 02	114.8	114.1	-0.7
N° 03	113.8	114.2	0.4
N° 04	113.9	114.5	0.6
N° 05	114.5	114.9	0.4

Corrección en la Lectura (°C) ± 0.3

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:
TCV = Indicación del termómetro + corrección

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 2kg	0828-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 5 kg	0826-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 10 kg	0827-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 25 kg	0170-CLM-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.05	-0.1
2	15000.0	0.07	-0.15	30000	0.04	-0.12
3	15000.0	0.08	-0.12	30000	0.05	-0.13
4	15000.0	0.06	-0.11	30000	0.04	-0.1
5	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.03	-0.11
6	15000.0	0.07	-0.13	30000	0.05	-0.12
7	15000.0	0.06	-0.11	30000	0.04	-0.13
8	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.05	-0.1
9	15000.0	0.09	-0.12	30000	0.04	-0.11
10	15000.0	0.08	-0.1	30000	0.05	-0.12
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
15000	0		1			
30000	0		5			



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Min ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1	1	0.04	-0.09	500	500	0.07	-0.02	0.07
2		1	0.07	-0.02		500	0.07	-0.02	0
3		1	0.05	0		500	0.08	-0.03	-0.03
4		1	0.02	0.03		500	0.07	0.08	0.05
5		1	0.07	-0.02		500	0.06	0.19	0.21

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1	1	0.07	-0.02						1
5	5	0.04	0.01	0.01	5	0.04	0.01	0.03	1
10	10	0.03	-0.01	0.01	10	0.04	-0.03	-0.05	1
500	500	0.05	0	0	500	0.02	-0.07	-0.05	1
1000	1000	0.06	0	0	1000	0.06	-0.04	0.01	1
2500	2500	0.04	0.01	0.01	2500	0.06	-0.01	0.01	1
5000	5000	0.06	-0.02	0.02	5000	0.05	0	0.02	1
10000	10000	0.07	-0.05	0.03	10000	0.06	-0.3	-0.05	1
15000	14999	0.15	0.01	0.01	14999	0.15	0.43	0.18	5
20000	20000	0.05	0.09	0.03	20000	0.07	-0.12	-0.02	5
30000	29999	0.09	0.15	0.18	29999	0.09	-0.28	-0.24	5

Leyenda

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error encontrado

E₀: Error en cero

E_c: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición $U_w = 2^* \sqrt{0.16706 \text{ g}^2 + 0.0000000008320 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida $R_{\text{corregida}} = R + 0.844152519 \cdot R$

R: Indicación de lectura de balanza (g)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Min ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1	1	0.04	-0.09	500	500	0.07	-0.02	0.07
2		1	0.07	-0.02		500	0.07	-0.02	0
3		1	0.05	0		500	0.08	-0.03	-0.03
4		1	0.02	0.03		500	0.07	0.08	0.05
5		1	0.07	-0.02		500	0.06	0.19	0.21

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1	1	0.07	-0.02						1
5	5	0.04	0.01	0.01	5	0.04	0.01	0.03	1
10	10	0.03	-0.01	0.01	10	0.04	-0.03	-0.05	1
500	500	0.05	0	0	500	0.02	-0.07	-0.05	1
1000	1000	0.06	0	0	1000	0.06	-0.04	0.01	1
2500	2500	0.04	0.01	0.01	2500	0.06	-0.01	0.01	1
5000	5000	0.06	-0.02	0.02	5000	0.05	0	0.02	1
10000	10000	0.07	-0.05	0.03	10000	0.06	-0.3	-0.05	1
15000	14999	0.15	0.01	0.01	14999	0.15	0.43	0.18	5
20000	20000	0.05	0.09	0.03	20000	0.07	-0.12	-0.02	5
30000	29999	0.09	0.15	0.18	29999	0.09	-0.28	-0.24	5

Legenda

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga incrementada

E: Error encontrado

E₀: Error en cero

E_c: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición $U_n = 2^* \sqrt{0.16706 \text{ g}^2 + 0.0000000008320 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida $R_{\text{corregida}} = R + 0.844152519 \text{ R}$

R: Indicación de lectura de balanza (g)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1169-141-2020

Página 2 de 2

Arso Group

Laboratorio de Metrología
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Canister	LLA-CA-145

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01

PUNTO INICIAL

Tipo A	Tipo B
Flecha Amarilla	0
	-1
	-2
	-3
	-4
	-5

TABLA N° 01

LECTURA PATRÓN

Verificación de la Lectura del Manómetro (5%)			
Lectura	%	% Patrón	Diferencia en %
1	5	5	0
2	5	5	0

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carniel
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1168-141-2020

Página 1 de 5

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2020/10/17
Solicitante QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.
Dirección AV. LEONCIO PRADO NRO. 5/N JUNIN - JUNIN

Instrumento de medición HORNO DE LABORATORIO

Identificación 1168-141-2020
Marca PYS EQUIPOS EIRL
Modelo 2015-1
Serie 16113
Cámara 220 Litros
Ventilación NATURAL
Pirómetro DIGITAL

Procedencia CHINA
Lugar de calibración Laboratorio de QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.
Fecha de calibración 2020/10/17

Método/Procedimiento de calibración

- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arvalo Carrica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1168-141-2020

Página 1 de 5

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2020/10/17
Solicitante QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.
Dirección AV. LEONCIO PRADO NRO. S/N JUNIN - JUNIN
Instrumento de medición HORNO DE LABORATORIO
Identificación 1168-141-2020
Marca PYS EQUIPOS EIRL
Modelo 2015-1
Serie 16113
Cámara 220 Litros
Ventilación NATURAL
Pirómetro DIGITAL
Procedencia CHINA
Lugar de calibración Laboratorio de QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.
Fecha de calibración 2020/10/17

Método/Procedimiento de calibración

- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isoterms con aire como medio termostático. INACAL.
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Cernica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1168-141-2020

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con sonda MARCA: EZODO	0545-CLT-2019 - LABORATORIO ACREDITADO CON REGISTRO N° LC-005

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (h:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	110.7	110.1	110.1	110.7	110.1	110.8	110.7	110.6	111.0	110.5	110.5	0.9
00:02	110	110.5	110.9	110.5	110.4	110.8	110.7	110.8	110.9	111.0	110.1	110.6	1.0
00:04	110	110.4	110.5	110.0	110.7	110.5	110.9	111.0	110.5	110.4	110.6	110.6	1.0
00:06	110	110.2	110.5	110.2	110.5	110.2	110.7	110.1	110.3	110.7	110.9	110.4	0.8
00:08	110	110.9	110.1	111.0	110.5	111.0	110.8	110.2	110.5	110.0	110.5	110.5	1.0
00:10	110	110.9	110.1	110.3	110.7	110.5	110.3	110.3	110.9	110.9	110.1	110.5	0.8
00:12	110	110.0	110.8	110.8	110.0	110.8	110.6	110.9	110.5	110.7	110.7	110.6	0.9
00:14	110	110.3	110.3	110.9	110.7	110.3	110.5	110.7	110.9	110.8	110.6	110.6	0.6
00:16	110	110.8	110.0	110.5	110.1	110.6	110.3	110.5	110.3	110.0	110.4	110.4	0.8
00:18	110	110.4	110.8	110.5	110.4	110.3	110.9	110.1	110.8	110.8	110.3	110.5	0.8
00:20	110	110.9	110.1	110.3	110.1	110.2	110.5	110.1	110.1	110.9	110.8	110.4	0.8
00:22	110	110.3	110.4	110.5	110.4	110.1	110.5	110.6	110.6	110.6	110.2	110.4	0.5
00:24	110	110.1	110.1	110.5	110.5	110.7	110.1	110.3	110.0	110.8	110.9	110.4	0.9
00:26	110	110.7	110.2	110.1	110.2	110.0	110.9	110.4	110.2	110.3	110.9	110.4	0.9
00:28	110	110.8	110.0	110.4	110.5	110.6	110.7	110.5	110.9	111.0	110.6	110.6	1.0
00:30	110	110.1	110.8	110.1	110.3	110.4	110.5	110.9	110.3	110.9	110.4	110.5	0.8
00:32	110	110.7	110.3	110.5	110.6	110.2	110.7	110.9	110.1	110.1	110.8	110.5	0.8
00:34	110	110.1	110.0	111.0	110.8	110.8	110.5	110.4	110.7	110.8	110.3	110.5	1.0
00:36	110	110.9	110.4	110.5	110.4	111.0	110.1	110.6	110.5	110.9	110.4	110.6	0.9
00:38	110	110.7	110.1	110.8	110.5	110.2	110.5	110.9	110.6	110.9	110.4	110.6	0.8
00:40	110	110.4	110.6	110.9	110.2	110.2	110.9	110.4	110.1	110.1	110.6	110.4	0.8
00:42	110	110.1	110.6	111.0	110.9	110.5	110.5	110.5	110.8	110.9	110.5	110.6	0.9
00:44	110	110.2	111.0	110.3	110.2	110.3	110.6	110.1	110.4	110.1	111.0	110.4	0.9
00:46	110	110.9	110.6	110.2	110.3	110.4	110.7	110.8	110.9	110.3	111.0	110.6	0.8
00:48	110	110.2	110.1	111.0	110.4	110.5	110.2	110.1	110.0	110.2	110.9	110.4	1.0
00:50	110	110.7	110.5	110.1	110.6	110.5	110.3	110.2	110.9	110.3	110.3	110.4	0.8
T. PROM.	110	110.5	110.4	110.5	110.4	110.5	110.6	110.5	110.5	110.6	110.5	110.5	
T. MAX.	110	110.9	111.0	111.0	110.9	111.0	110.9	111.0	110.9	111.0	111.0	111.0	
T. MIN.	110	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.1	110.1	110.0	110.0	110.0	110.0	



Nomenclatura:

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tma Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

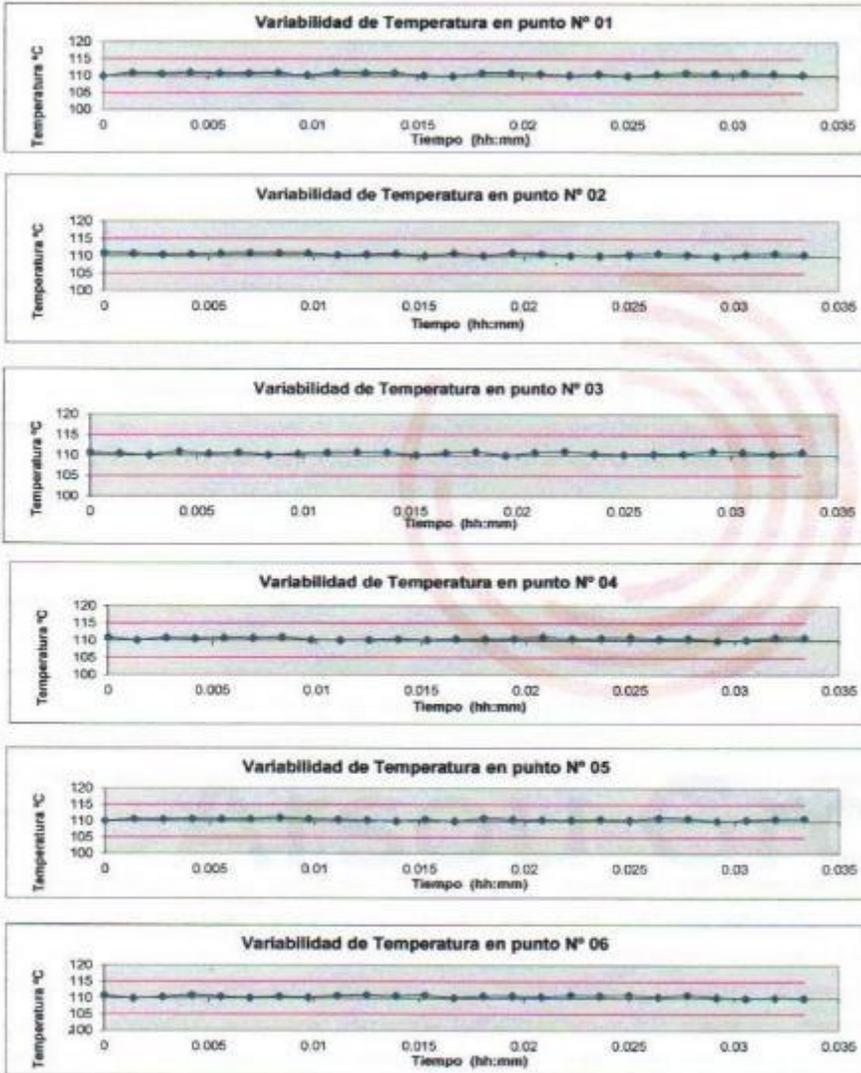
ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C
 Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
 METROLOGIA



GRÁFICO

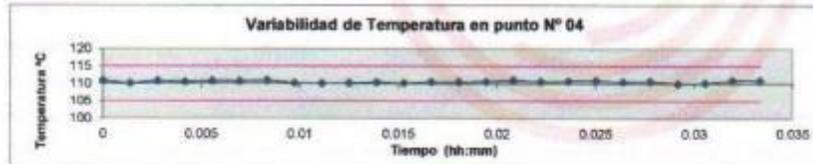
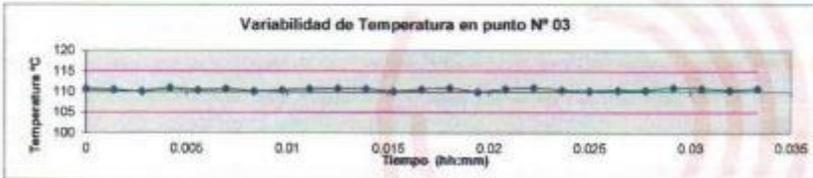
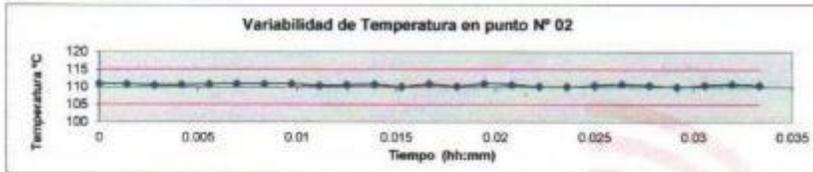
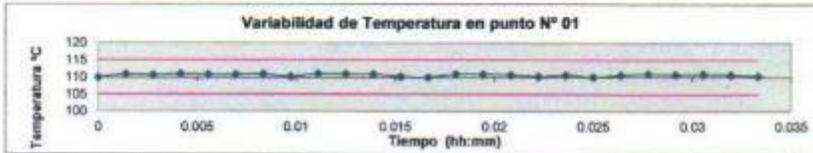


ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carlica
METROLOGÍA

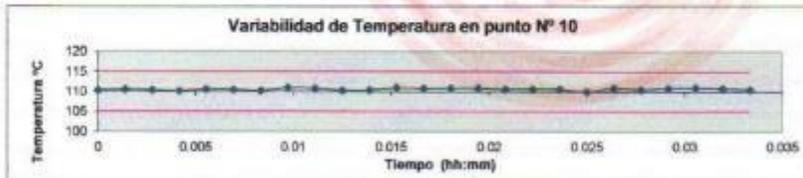
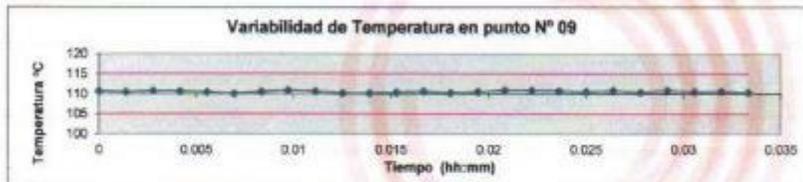
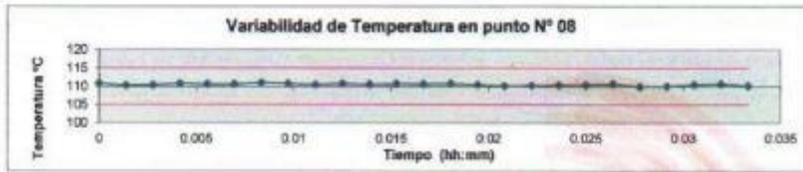
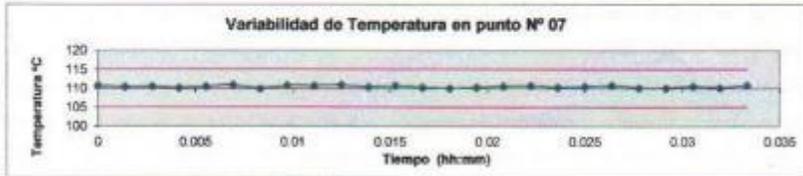


GRÁFICO



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR



NIVEL INFERIOR

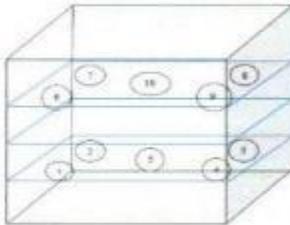


ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 411-064-2020

PENETRÓMETRO DE CONCRETO

CLIENTE : QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.
DIRECCIÓN : AV. LEONCIO PRADO NRO. S/N JUNIN - JUNIN
LUGAR : LIMA - LIMA.

DATOS DEL EQUIPO

Marca : HUMBOLDT
Modelo : 1047
Serie : 212
Estructura : Metálica/Pintado
Indicador : Análogo
Procedencia : USA
Identificación : 411-064-2020
Ubicación : Laboratorio de QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.

Fecha de emisión:

Lima, 25 de agosto del 2020

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo L. Arsuín Cornejo

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437



VERIFICACIÓN

1.- GENERALIDADES.

A solicitud de QA/QC CONSTRUCCION S.A.C., se procedió a verificar un Penetrómetro de Concreto. La calibración se realizó en las Instalaciones donde se ejecuta la obra

2.- DEL SISTEMA A VERIFICAR.

PENETRÓMETRO DE CONCRETO		Indicador	:	Análogo
Marca	: HUMBOLDT	Marca	:	Wika
Modelo	: 1047	Modelo	:	Sin modelo
Serie	: 212	Serie	:	Sin serie
Estructura	: Metálica	Rango	:	200
Acabado	: Pintado	Sensibilidad	:	2
Procedencia	: USA	Unidad	:	Lbf
Identificación	: 411-064-2020			
Ubicación	: Laboratorio de QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.			

3.- DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN.

Dispositivo	: VERNIER (PIE DE REY)	Celda de Carga	:	ANYLOAD
Marca	: ACCUD	Modelo	:	101BH
Indicación	: Digital	Serie	:	10702017
Alcance	: 300 mm	Carga Nominal	:	5000 kgf.
División	: 0.01 mm	Modalidad	:	Compresión.
Procedencia	: AUSTRIA	Indicador Digital	:	YAOHUA
		Serie	:	82018217

4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN.

Fecha	:	2020-25-08
Lugar	:	Instalaciones donde se ejecuta la obra.

5.- PROCEDIMIENTO.

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, la Norma ASTM E4-07, ASTM C-403 y la ISO 7500-1, Se aplicaron tres series de carga al Sistema Digital mediante el mismo penetrómetro. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437



6.- TRAZABILIDAD.

Con Certificado de Calibración MS-0223-2018 del Laboratorio de Longitud y Ángulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL. Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015.

Certificado de Calibración MT-LF-282-2018 con trazabilidad en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica. – Expediente ...: INF-LE 426.

7.- CONDICIONES AMBIENTALES.

Temperatura Inicial / Final : 17,2 °C / 18,1 °C
Humedad Relativa : 55 %

8.- RESULTADOS

- En cuadro del punto 9, se indican las medidas normadas del equipo y lo datos actuales del equipo..
- Confines de identificación se ha colocado en el Penetrómetro de Concreto una etiqueta con el

8.1.- INSPECCIÓN VISUAL

- El equipo no presenta ninguna observación.

9.-

VERIFICACIÓN

TABLA N° 01

Penetrómetro de Concreto HUMBOLDT, Estructura Metálica Pintado
Indenticado como 411-064-2020

Lectura "A" Lbf	Lectura del Patrón						Promedio "B" Lbf	Error Ep %	RPTBLD Rp %
	Serie (1) Lbf	Serie (2) Lbf	Serie (3) Lbf	Error (1) %	Error (2) %	Error (3) %			
20	20.94	20.92	20.95	4.70	4.60	4.75	20.9	-4.47	0.07
60	61.07	61.09	61.08	1.78	1.82	1.80	61.1	-1.77	0.02
100	101.85	101.84	101.86	1.85	1.84	1.86	101.9	-1.82	0.01
160	162.04	162.05	162.02	1.28	1.28	1.26	162.0	-1.26	0.01
200	201.65	201.63	201.66	0.83	0.81	0.83	201.6	-0.82	0.01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1. - La Calibración se hizo según el Método de Norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(3) - Error(2) - Error(1)$$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 2Lbf

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 410-064-2020

Página 1 de 3

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2020/08/24

Solicitante QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.

Dirección AV. LEONCIO PRADO NRO. S/N JUNIN - JUNIN

Instrumento de medición PRENSA HIDRAULICA PARA ROTURA DE CONCRETO

Identificación 410-064-2020

Marca PYS EQUIPOS

Modelo STYE-2000

Serie 160653

Capacidad 2000 kN

Indicador DIGITAL

Bomba ELÉCTRICA

Procedencia CHINA

Ubicación Laboratorio de QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.

Fecha de calibración 2020/08/24

Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437



Arso Group

Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 410-064-2020

Página 1 de 3

Fecha de emisión	2020/08/24
Solicitante	QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.
Dirección	AV. LEONCIO PRADO NRO. S/N JUNIN - JUNIN
Instrumento de medición	PRENSA HIDRAULICA PARA ROTURA DE CONCRETO
Identificación	410-064-2020
Marca	PYS EQUIPOS
Modelo	STYE-2000
Serie	160653
Capacidad	2000 kN
Indicador	DIGITAL
Bomba	ELÉCTRICA
Procedencia	CHINA
Ubicación	Laboratorio de QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.
Fecha de calibración	2020/08/24

Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 410-064-2020

Página 2 de 3

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 100 TN	192-19 con trazabilidad INF-LE 250-18.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,3 °c	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 63 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (Kg)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) kN	SERIE (2) kN	ERROR %	ERROR (2) %			
100	99.4	99.5	-0.6	-0.5	99.5	-0.55	0.07
200	198.9	199.1	-0.6	-0.5	199.0	-0.50	0.07
300	300.0	299.8	0.0	-0.1	299.9	-0.04	0.04
400	400.1	400.1	0.0	0.0	400.1	0.03	0.00
500	499.4	499.5	-0.1	-0.1	499.5	-0.11	0.01
600	600.3	600.9	0.1	0.2	600.6	0.10	0.07
700	700.5	702.4	0.1	0.3	701.4	0.20	0.20
800	804.5	805.7	0.6	0.7	805.1	0.64	0.11

NOTAS SOBRE CALIBRACION

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100$$

$$Rp = Error(2) - Error(1)$$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %
4. - Incertidumbre expandida del Error (Ep) = 0,35 % (1,73 kN)



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437



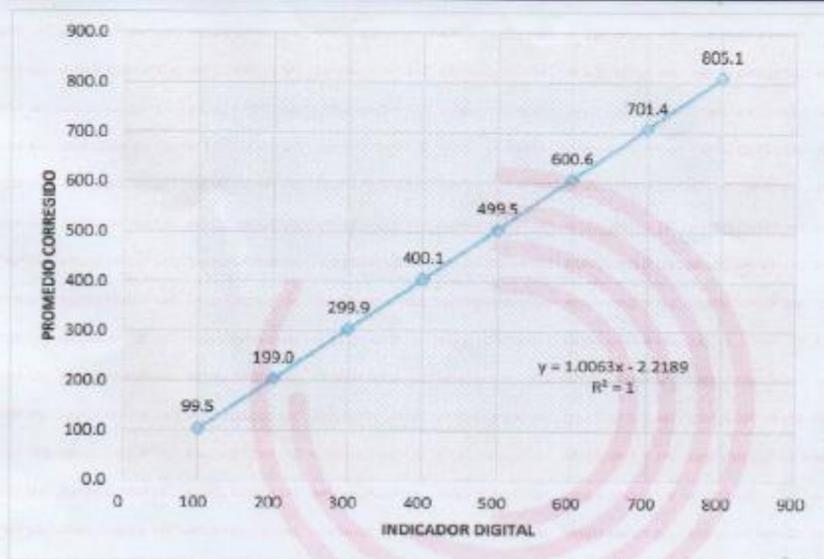
Arso Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 410-064-2020

Página 3 de 3

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 1,0063x - 2,2189$

Coefficiente Correlación $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 705 1580 / Cel: +51 998 405 703 / Cel: +51 995 155 122



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 416-064-2020

Página 1 de 3

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2020/08/25
Solicitante QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.
Dirección AV. LEONCIO PRADO NRO. S/N JUNIN - JUNIN
Instrumento de medición RECIPIENTE DE PESO UNITARIO 1/10 PIE 3
Identificación 416-064-2020
Marca NO INDICA
Modelo NO INDICA
Serie OPUG1
Estructura ALUMINIO
Acabado ZINCADO
Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.

Fecha de calibración 2020/08/25

Método/Procedimiento de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma ASTM D 1557 y MTC E 115 Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando una energía modificada (56 000 pie-lb/pie³ [2 700 kN-m/m³]).

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA- 229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 22,1 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN
N° 1	153.92
N° 2	153.65
N° 3	154.15
N° 4	154.10
PROMEDIO	153.96

TABLA N° 02
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN
N° 1	151.83
N° 2	151.74
N° 3	151.86
N° 4	151.89
PROMEDIO	151.83



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 416-064-2020

Página 3 de 3

TABLA N° 03

VOLUMEN

PUNTO	MEDICIÓN	VOLUMEN ESPECIFICADO
N° 1	2826	2831.68

PROMEDIO	2826	:
-----------------	-------------	---

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP-S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA

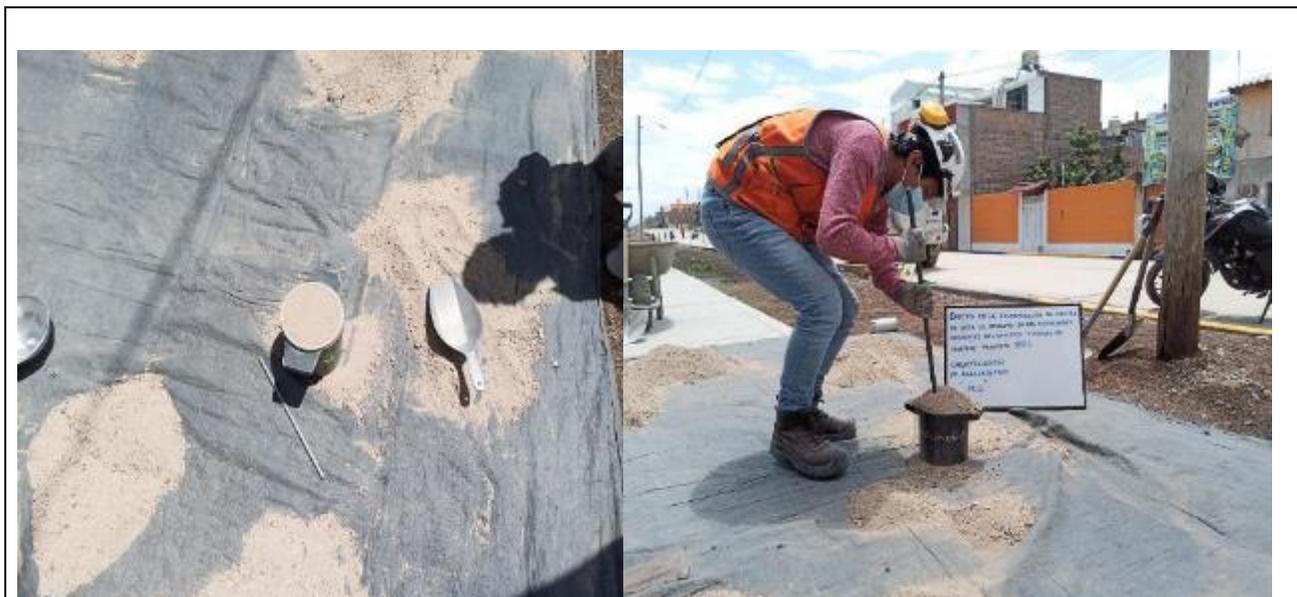
Arsou Group

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Anexo 6
Registro fotográfico
Ensayo previos de granulometría

Fotografía 1: Ensayo de PUC
Se realizo los ensayos de granulometría del agregado.



Fotografía 2: Recoleccion de las hojas de eucalipto
Se recolecto las hojas de eucalito de la localidad de Miraflores, Huancayo.



Fotografía 3: Selección y peso previo de las hojas de eucalipto



Fotografía 4: Quemado de las hojas de eucalipto

Se procedio a incinerar las hojas de eucalipto en un cilindro para mantener el calor por un tiempo aproximado de 1 hora.



Fotografía 5: Tamizado de la ceniza de hoja de eucalipto por la malla N° 325
Se procedio a tamizar por la malla N° 325 y tener una muestra de ceniza de hoja de eucalito mas puro.



Fotografía 6: Elaboracion del concreto patron diseño $f'c=210$ kg/cm²



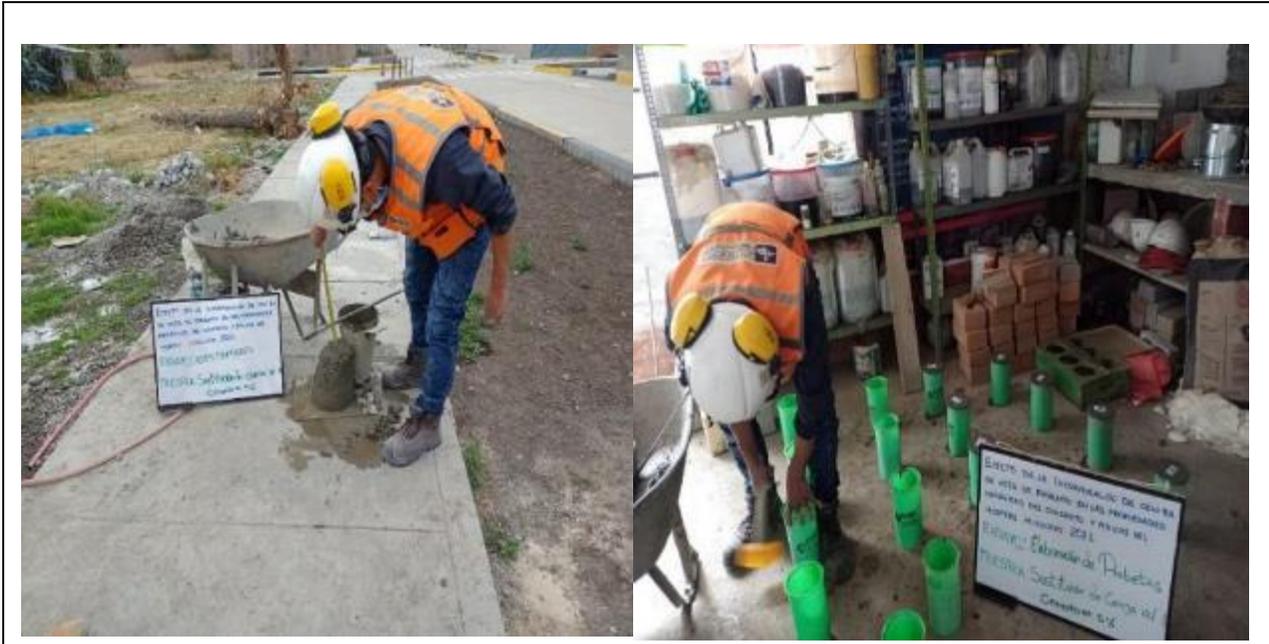
Fotografía 7: Elaboración del ensayo de cono de Abrams y medida de asentamiento y elaboración de briquetas del concreto patrón.



Fotografía 8: Elaboración de los diseños para el concreto $f'c=210$ kg/cm²



Fotografía 9: Ensayo de asentamiento y elaboración de briquetas con 5% adición de ceniza de hoja de eucalipto en reemplazo al cemento para un concreto de $f'c=210$ kg/cm²



Fotografía 10: Ensayo de asentamiento y elaboración de briquetas con 10% adición de ceniza de hoja de eucalipto en reemplazo al cemento para un concreto de $f'c=210$ kg/cm²



Fotografía 11: Ensayo de asentamiento y elaboración de briquetas con 15% adición de ceniza de hoja de eucalipto en reemplazo al cemento para un concreto de $f'c=210$ kg/cm²



Fotografía 12: Ensayo de asentamiento y elaboración de briquetas con 5% adición de ceniza de hoja de eucalipto en reemplazo al agregado fino pasante por la malla N°100 para un concreto de $f'c=210$ kg/cm²



Fotografía 13: Ensayo de asentamiento y elaboración de briquetas con 10% adición de ceniza de hoja de eucalipto en reemplazo al agregado fino pasante por la malla N°100 para un concreto de $f'c=210$ kg/cm²



Fotografía 14: Ensayo de asentamiento y elaboración de briquetas con 15% adición de ceniza de hoja de eucalipto en reemplazo al agregado fino pasante por la malla N°100 para un concreto de $f'c=210$ kg/cm²



Fotografía 15: Ensayo de mesa de flujo para el mortero patron para el mortero



Fotografía 16: Ensayo de contenido de aire para el mortero



Fotografía 17: Ensayo de tiempo de fragua para el mortero

