



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Andrade Cordova, Sergio Alberto (orcid.org/0000-0002-1709-1530)

Becerra Romero, Janneth Elizabeth (orcid.org/0000-0002-3721-4737)

ASESOR:

Mg. Villar Quiroz, Josualdo Carlos (orcid.org/0000-0003-3392-9580)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico Y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

TRUJILLO - PERÚ

2022

DEDICATORIA

Esta investigación está dedicada con mucho amor a mi madre, mi hermana que siempre me apoya incondicionalmente y mis seres queridos por ser mi soporte e impulso de cada día, por su apoyo durante cada etapa de mi vida, ya que ellos son mi motor y motivo de poder alcanzar nuestras metas.

BECERRA ROMERO, JANNETH ELIZABETH

Este trabajo está dedicado a mi familia la cual estuvo siempre conmigo durante todo el desarrollo de mi vida universitaria brindándome apoyo moral, técnico y económico con lo que pude sobrellevar exitosamente las asignaturas ciclo tras ciclo hasta lograr curar el último ciclo de la carrera en ingeniería civil.

ANDRADE CORDOVA, SERGIO ALBERTO

AGRADECIMIENTO

A mis padres por darme la vida y hacer lo posible por darme todo lo necesario para salir adelante, por inculcarme buenos valores y ser criarme como una buena persona. A mi asesor, el ing. Villar Quiroz, Josualdo Carlos, quien fue el que me orientó y brindó sus conocimientos para que pueda desarrollar esta investigación. A mis maestros de la Escuela Académica Profesional de ingeniería civil de la Universidad Cesar Vallejo, quien fueron los encargados de brindarme sus conocimientos y posteriormente implementarlo en mi investigación.

ANDRADE CORDOVA, SERGIO ALBERTO

A Dios por bendecirme cada día y llenarme de fortaleza y esperanza en esta labor como estudiante y permitirme la culminación del presente trabajo. De la misma forma, al docente por haberme guiado y orientado con sus enseñanzas para mejorar cada día. También, familiares por su apoyo incondicional en esta etapa de mi educación, ya que sin la ayuda de ellos no podría ser posible, y a mis amigos que me acompañaron y apoyaron en cada proceso de mi etapa educativa.

BECERRA ROMERO, JANNETH ELIZABETH

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Realidad problemática.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	9
1.3 Justificación.....	9
1.3.1 Justificación general.....	9
1.3.2 Justificación teórica.....	10
1.3.3 Justificación práctica.....	10
1.3.4 Justificación metodológica.....	10
1.4 Objetivos.....	12
1.4.1 Objetivo general.....	12
1.4.2 Objetivos específicos.....	12
1.5 Hipótesis.....	13
1.5.1 Hipótesis general.....	13
II. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1 Antecedentes.....	14
2.2 Bases teóricas.....	18
III. Metodología.....	32
3.1 Enfoque, tipo y diseño de investigación.....	32
3.1.1 Enfoque de la investigación (Cuantitativo-Cualitativo -Mixto).....	32

3.1.2	Tipo de investigación.....	32
3.1.3	Diseño de investigación	33
3.2	Variables y operacionalización	34
3.2.1	Variables.....	34
3.2.2	Clasificación de variables.....	36
3.2.3	Operacionalización de variables.....	37
3.3	Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	39
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	42
3.4.1.	Técnica de recolección de datos.....	42
3.4.2.	Instrumento de recolección de datos:.....	42
3.4.3.	Validación del instrumento de recolección de datos:	44
3.4.4.	Confiabilidad del instrumento de recolección de datos:.....	45
3.5.	Procedimientos	46
3.6.	Método de análisis de datos.....	51
3.7.	Aspectos éticos.....	56
3.8.	Desarrollo	57
IV.	RESULTADOS.....	72
4.1.	Dimensión: Porcentaje de adición de arcilla expandida y aserrín.....	72
4.2.	Dimensión: Granulometría	73
4.3.	Dimensión: Dosificación.....	76
4.4.	Dimensión: Propiedades Físicas.....	79
4.5.	Dimensión: Propiedades Mecánicas.....	81
V.	DISCUSIÓN	108
	Valores de adición de arcilla expandida y aserrín.....	108
	Granulometría.....	108
	Dosificación	110
	Propiedades Físicas	112
	Propiedades Mecánicas	113
	Limitaciones de la investigación	129

VI. CONCLUSIONES.....	132
VII. RECOMENDACIONES.....	135
REFERENCIAS.....	136
ANEXOS.....	142

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de hipótesis	13
Tabla 2. <i>Clasificación de variables</i>	36
Tabla 3. Cantidad de probetas cilíndricas con adición de arcilla expandida y aserrín	40
Tabla 4. Cantidad de probetas rectangulares tipo Viga con adición de arcilla expandida y aserrín.....	40
Tabla 5. Instrumentos y validaciones.....	44
Tabla 6. Porcentajes de adición de aserrín y arcilla expandida	72
Tabla 7. Valores de porcentaje de adición de aserrín y arcilla expandida	72
Tabla 8. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso	73
Tabla 9. Módulo de Finura del Agregado Grueso	73
Tabla 10. Análisis Granulométrico del Agregado Fino	74
Tabla 11. Análisis Granulométrico de la Arcilla Expandida.....	75
Tabla 12. Proporcionamiento del Diseño de Mezcla.....	76
Tabla 13. Proporciones del Diseño en Peso.....	76
Tabla 14. Relación Agua y Cemento	76
Tabla 15. Diseño de Mezcla de la muestra patrón para cada probeta cilíndrica..	76
Tabla 16. Diseño de Mezcla para la adición de la muestra 0.5% de aserrín y 1.5% de arcilla expandida para probetas cilíndricas.....	76
Tabla 17. Diseño de Mezcla para la adición de la muestra 2.5% de aserrín y 5% de arcilla expandida para probetas cilíndricas.....	76
Tabla 18. Diseño de Mezcla para la adición de la muestra 5% de aserrín y 10% de	

arcilla expandida para probetas cilíndricas.....	77
Tabla 19. Cantidad de muestra total utilizada para cada 3 probetas cilíndricas por porcentaje de aserrín y arcilla expandida.	77
Tabla 20. Diseño de Mezcla de la muestra patrón para cada probeta rectangular	77
Tabla 21. Diseño de Mezcla para la adición de la muestra 0.5% de aserrín y 1.5% de arcilla expandida para probetas rectangulares	77
Tabla 22. Diseño de Mezcla para la adición de la muestra 2.5% de aserrín y 5% de arcilla expandida para probetas rectangulares	77
Tabla 23. Diseño de Mezcla para la adición de la muestra 5% de aserrín y 10% de arcilla expandida para probetas rectangulares	78
Tabla 24. Cantidad de muestra total utilizada para 3 probetas rectangulares por porcentaje de aserrín y arcilla expandida.	78
Tabla 25. Asentamiento del Concreto en estado fresco	79
Tabla 26. Temperatura del concreto en estado fresco.....	79
Tabla 27. Peso Unitario del concreto	80
Tabla 28. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón a los 7 días	81
Tabla 29.1. Resumen y análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón a los 7 días	81
Tabla 30. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 7 días	82
Tabla 31.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 7 días .	82
Tabla 32. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto	

+2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 7 días	83
Tabla 33.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 7 días	83
Tabla 34. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 7 días	84
Tabla 35.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 7 días	84
Tabla 36. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón a los 14 días	85
Tabla 37.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón a los 14 días	86
Tabla 38. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 14 días	86
Tabla 39.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 14 días	87
Tabla 40. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 14 días	87
Tabla 41.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 14 días..	88
Tabla 42. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 14 días	88
Tabla 43.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 14 días...	88
Tabla 44. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón a los 28 días	90

Tabla 45.1 Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón a los 28 días	90
Tabla 46. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 28 días	91
Tabla 47.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 28 días	91
Tabla 48. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 28 días	92
Tabla 49.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 28 días..	92
Tabla 50. Resultado del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 28 días.....	93
Tabla 51.1 Resumen y Análisis de Resultado del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 28 días ...	93
Tabla 52. Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto Patrón a los 7 días	97
Tabla 53.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto Patrón a los 7 días	97
Tabla 54. Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 7 días.....	98
Tabla 55.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 7 días	98
Tabla 56. Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 7 días.....	99
Tabla 57.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 7 días	99

Tabla 58. Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 7 días.....	100
Tabla 59.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 7 días.....	100
Tabla 60. Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto Patrón a los 28 días.....	102
Tabla 61.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto Patrón a los 28 días.....	102
Tabla 62. Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 28 días.....	103
Tabla 63.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 28 días.....	103
Tabla 64. Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 28 días.....	104
Tabla 65.1. Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 28 días.....	104
Tabla 66. Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 28 días.....	105
Tabla 67.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 28 días.....	105
Tabla 68. Matriz de Operacionalización de Variables.....	144
Tabla 69. Matriz de consistencia.....	146
Tabla 70. Matriz de indicadores de variables.....	150

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Molde para el ensayo del asentamiento NTP.....	21
Figura 2. Esquema de los patrones de tipos de fractura.	23
Figura 3. Diagrama del diseño de investigación.....	33
Figura 4. Medidas de probeta cilíndrica según norma ASTM C39	41
Figura 5. Moldes cilíndricos para concreto.	41
Figura 6. Molde rectangular para concreto.....	42
Figura 7. Organizador visual del procedimiento.	46
Figura 8. Gráfico de barras.....	51
Figura 9. Resistencia a compresión de especímenes cilíndricos ensayados a la edad de 7 días- Tratamiento de curado por inmersión.....	52
Figura 10. Ejemplo de cuadro de análisis de datos que corresponde a resistencia a compresión de especímenes cilíndricos ensayados a la edad de 7 días- Tratamiento de curado por inmersión.....	53
Figura 11. Fórmula para hallar la desviación estándar.....	54
Figura 12. Fórmula para hallar el coeficiente de variación (v).	54
Figura 13. Valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control.	55
Figura 14. Desviación estándar y coeficiente de variación para muestras cilíndricas ensayadas a compresión.....	55
Figura 15. Anuncio de venta de arcilla expandida de la empresa Agriplant srl. ...	58
Figura 16. Infografía sobre la arcilla expandida que vende la empresa Agriplant srl.	58

Figura 17. Estudiante con los materiales para que se usarán en el laboratorio para elaborar el concreto.....	59
Figura 18. Tamices utilizados para el ensayo granulométrico del agregado grueso y la arcilla expandida.....	60
Figura 19. Tesista utilizando los tamices para el ensayo granulométrico del agregado fino.	61
Figura 20. Excel utilizado para determinar la dosificación de los porcentajes de arcilla expandida y aserrín.....	62
Figura 21. Estudiante realizando la toma de medida del asentamiento.	63
Figura 22. Estudiante realizando la toma de temperatura el concreto en estado fresco.....	65
Figura 23. Estudiante realizando el llenado del recipiente con mezcla para luego ser pesado en una balanza.	66
Figura 24. Estudiante realizando el llenado del recipiente con mezcla para luego ser pesado en una balanza.	67
Figura 25. Probetas cilíndricas recién llenadas de concreto con distintos diseños.	67
Figura 26. Estudiantes señalando los especímenes cilíndricos en la piscina de curado.	68
Figura 27. Proceso de llenado de los moldes de tipo viga.	69
Figura 28. Estudiantes señalando los especímenes de tipo viga en la piscina de curado.	69
Figura 29. Estudiante señalando la marca en la probeta de tipo viga la cual contiene la fecha de creación y diseño de mezcla.....	70
Figura 30. Estudiantes frente a la prensa luego de haber ensayado un espécimen	

de tipo viga.....	71
Figura 31. Curva Granulométrica del Agregado grueso.	73
Figura 32. Curva Granulométrica del Agregado fino.	74
Figura 33. Curva Granulométrica de la Arcilla Expandida.	75
Figura 34. Diagrama del peso unitario de las muestras en función a la adición de arcilla expandida y aserrín.....	80
Figura 35. Diagrama comparativo de todos los diseños para Resistencia a la Compresión a los 7 días.....	85
Figura 36. Diagrama comparativo de todos los diseños para Resistencia a la Compresión a los 14 días.....	89
Figura 37. Diagrama comparativo de todos los diseños para Resistencia a la Compresión a los 28 días.....	94
Figura 38. Diagrama comparativo de todos los diseños para todos los días de curado de los ensayos a compresión.	96
Figura 39. Diagrama Comparativo del módulo de rotura a los 7 días.....	101
Figura 40. Diagrama Comparativo del Módulo de Rotura a los 28 días.	106
Figura 41. Diagrama comparativo de todos los diseños para todos los días de curado de los ensayos a flexión.	107

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la ciudad de Trujillo, La Libertad, se determinó la influencia de la adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas, el diseño de investigación corresponde al experimental puro, teniendo como población el concreto aplicado a viviendas; como muestra se tiene 84 probetas con diferente porcentaje de adición de arcilla expandida y aserrín. Como técnica de recolección de datos se ha hecho uso de la observación y el análisis de datos se realizó por medio de la técnica de estadística descriptiva. El problema de esta investigación radica en la forma para producir concreto, las características que tendría un concreto elaborado con materiales alternativos tales como la arcilla expandida y aserrín, los cuales son menos nocivos para el medio ambiente. Al realizar los ensayos de resistencia a la compresión se obtuvieron valores cercanos a la muestra patrón de 210 kg/cm² para los días 7, 14 con porcentajes de adición del 0.5% de aserrín y 1.5% de arcilla expandida. Concluyendo que la adición de estos elementos en cantidades de 0.5% de aserrín y 1.5% de arcilla expandida no reducen en más del 20% la resistencia del concreto a compresión.

Palabras clave: Adición, arcilla expandida, aserrín, concreto, experimental.

ABSTRACT

This research was carried out in the city of Trujillo, La Libertad, with the general objective of determining the influence of the addition of expanded clay and sawdust on the physical-mechanical properties of concrete for housing in Trujillo, La Libertad-2022. Likewise, its research design corresponds to the experimental one, having as population the concrete applied to houses; as a sample there are 3 specimens with different percentages of expanded clay and sawdust addition. The data collection technique used was observation and the data analysis was carried out by means of descriptive statistics. The problem of this research lies in the way to produce concrete and the characteristics that a concrete made with alternative materials such as expanded clay and sawdust would have, which are less harmful to the environment. When the compressive strength tests were carried out, values close to the standard sample of 210 kg/cm² were obtained for days 7 and 14 with addition percentages of 0.5% sawdust and 1.5% expanded clay. Concluding that the addition of these elements in amounts of 0.5% sawdust and 1.5% expanded clay do not reduce the compressive strength of concrete by more than 20%.

Keywords: admixture, expanded clay, sawdust, concrete, experimental.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática.

El crecimiento de la población a nivel mundial está directamente relacionado con el aumento en el número de construcciones, ya que son más las personas que tienen la necesidad de construir un techo para sus hogares, dentro de este contexto, se busca innovar con materiales que puedan sustituir a los tradicionales y con ellos poder desarrollar concreto con distintas propiedades físicas y mecánicas que puedan satisfacer las diferentes necesidades del usuario. Es decir, para construcciones en cuyo periodo de vida se haya previsto la llegada de sismos de gran magnitud, es requerido un concreto con elevada resistencia tanto a compresión, tracción y flexión, además de otras propiedades como durabilidad. Principalmente, es en Latinoamérica donde se evidencia la necesidad de construir viviendas de bajo costo y que cumplan con los requisitos mínimos, esto debido al notable índice de crecimiento de la población en países como México, Colombia, Brasil, Ecuador, Chile y Perú (Strong's SF Forms, 2021, p1).

El noveno lugar del listado de objetivos de desarrollo sostenible se titula industria, innovación e infraestructura, habla sobre crear puestos de trabajo en industrias inclusivas y sostenibles, siendo una industria sostenible aquella que es amigable con el medio ambiente, que usa eficientemente la energía y usa responsablemente los recursos, pudiendo ser esta la industria del concreto con materiales reciclados. En este trabajo se busca obtener resultados favorables en cuanto al uso de la arcilla y el aserrín (materiales que suelen desecharse) para elaborar concreto cuyas propiedades físico mecánicas lo haga apto para usarse en diversas obras de construcción civiles, de ser así se abrirían las puertas para una nueva industria que se especialice en elaboración de este tipo de concreto y otros similares.

El objetivo número 11 se titula ciudades y comunidades sostenibles y habla acerca de la urbanización de nuestro planeta, siendo así que más del cincuenta por ciento de la población mundial en zonas urbanizadas, es decir, ciudades y áreas metropolitanas, con ello también se sabe que la mayor cantidad de emisiones de CO₂ y consumo de energía corresponde a esta mayoría debido a las obras civiles, estilo de vida, industrias alimenticias, etc. Es por ello que, de encontrarse una forma

de fomentar la construcción de edificaciones con menor impacto ambiental, como sería el uso de concreto adicionado con aserrín y arcilla, estaríamos reduciendo los índices de contaminación y ayudando a construir ciudades sostenibles.

El objetivo número 12 se titula producción y consumo saludable y habla acerca de no desperdiciar los productos, debido a que estos son hechos con recursos del planeta y mientras más se produce los efectos destructivos aumentan, por otra parte la producción sostenible es elaborar más y mejor utilizando menos recursos o sin la consecuencia de degradar el medio ambiente, como lo podría ser al usar un material común y que suele desperdiciarse, como puede ser el aserrín, para elaborar concreto menos pesado y a menor costo que pueda ser usado para construir un hogar a personas con menos recursos.

En México, se han realizado varios intentos para aumentar la oferta de viviendas de baja altura (máximo dos niveles) y de bajo costo, para este tipo de edificios es ideal el concreto cuya principal propiedad físico-mecánica sea su bajo peso específico, es decir, que sea un concreto ligero, ya que este es mejor en cuanto a la facilidad de colocación por tener una alta trabajabilidad en estado fresco lo que además elimina la necesidad de usar vibradores y esto a su vez baja los costos de construcción; también se suele usar para la creación de elementos de concreto prefabricado. Cabe mencionar que este tipo de concreto presenta una interesante acústica y una considerable resistencia al fuego. Carrillo León, Alcocer Sergio y Aperador William (2013). No obstante, el uso de este tipo de concreto no es apto para diseños en que se requiera una elevada resistencia a la compresión debido a que no alcanza valores mayores a los 200 kg/cm².

En países bajos se viene realizando una investigación acerca del uso de “concreto verde” debido a que los procesos de eliminación de los residuos de construcción son muy costosos, para ellos se plantea usar esos desechos para la elaboración de concreto, sin embargo, investigaciones como las de Lima, Caggiano, Faella, Martinelli, Pepe y Realfonzo (2013), arrojan que “las propiedades físico-mecánicas del concreto con áridos reciclados (RAC) endurecido se ven afectadas por la mayor porosidad de los áridos reciclados”. Esto también afecta la trabajabilidad de la mezcla debido a que el agua es absorbida por los áridos, además, se resalta de

que el RAC tiene una elevada permeabilidad siendo esto perjudicial en construcción en contacto con el suelo debido a que el transporte de cloruros y otros agentes dañinos para en concreto suben junto con el agua.

Para el vecino país Ecuador, las propiedades físico-mecánicas más relevantes en una mezcla a la que se adiciona arcilla expandida, es la resistencia a la compresión, la trabajabilidad y peso específico. Se verifica en base a los ensayos a compresión que la resistencia a la misma es similar para muestras con y sin adición a los 7 días, estando por debajo la muestra con 5% de adición de arcilla expandida; en cuanto a la trabajabilidad se resalta que se mantenía conforme se aumentaba el porcentaje de arcilla expandida. Por último, en cuanto el peso específico se obtuvo importantes resultados en la disminución de la medida de esta propiedad a mayor adición de arcilla expansiva.

En el Perú, Apaza y Salcedo (2019), han hecho uso de ceniza de cáscara de cebada(CCC), bagazo de caña (CBC) y de hoja de maíz (CHM) como materiales puzolánicos artificiales para la elaboración de concreto sustituyendo el cemento con dichos materiales y evaluar el efecto en las propiedades físico-mecánicas ; entre los resultados se menciona que existe una mínima variación entre los valores obtenidos en cuanto a temperatura, contenido de aire y peso unitario concluyendo que sustituir cemento por puzolana artificial en realidad no afectaría significativamente a propiedades ya mencionadas (p. 258). En cuanto a resistencia a la compresión, sorprendentemente se han obtenido valores mayores a los un concreto común al sustituir el 5% de cemento con CBC.

En cuanto a la ciudad de Trujillo, en un trabajo de titulación en donde se adiciona arcilla expandida a la mezcla con el fin de estudiar sus propiedades físico-mecánicas se ha obtenido que cuanto más arcilla se adicione menor será el asentamiento de esta debido a que el aserrín es un material bastante absorbente resultando en disminuir el slump en 2 cm cuando el concreto tiene 0.5% de adición de aserrín, y hasta 4cm cuando se adiciona de aserrín de 1.0%” (Cigüeñas Pablo, 2020, p. 92). Además de esto, a través de los ensayos a compresión se ha podido comprobar que la adición de arcilla en un 0.5% aumenta la resistencia a comparación de las muestras patrón.

Estas investigaciones nos dan un aporte muy importante en cuanto a las propiedades físicas como mecánicas del concreto mezclado con otros materiales, pero en el Perú se debe regir de acuerdo a la Norma E 0.60 Concreto Armado, ya que establece las exigencias básicas para el diseño, análisis, materiales, etc. del concreto. Por otro lado, la N.T.P. 339.239:2009. CONCRETO también nos dice el procedimiento y que ensayos se debe hacer para determinar las propiedades concreto tanto mecánicas como físicas.

Las variables independientes como es la adición de arcilla expandida y adición de aserrín dependen de los porcentajes indicados por los tesisistas y son controladas netamente por ellos cuyas unidades de medición serían las equivalencias en masa (kg) o volumen (lt), en el caso de la variable dependiente propiedades físico-mecánicas del concreto, esta es controlada por la cantidad de adición que se usará para el diseño ya que cierta cantidad provoca una variación en los valores de propiedades.

Bellido (2018) encontró que gracias a la inclusión de virutas de madera logro reducir el peso y obtener un concreto liviano, aunque sus propiedades mecánicas son reducidas, pero sigue estando entre los tipos de hormigón liviano no estructural. Con la disminución del peso, las partes estructurales y el costo de las partes estructurales de soporte también disminuyen.

Sánchez (2017) encontró que la estructura de hormigón más óptima de los bloques de carga se da con un reemplazo del 30% arena por aserrín tuvo en su propiedad mecánica con una resistencia de 72 kg/cm², en su propiedad física un asentamiento 1", absorción de agua 9,5% y una densidad de 1916 kg/m³. Sin embargo, para el concreto usado en bloques la capacidad en vacío se da al 40% con resistencia 49 kg/cm², tiro ", absorción de agua 10,7% y densidad 1883 kg/m³.

Rosas (2020) encontró en sus propiedades mecánicas, comparando las resistencias en kg/cm² obtenidas para concreto normal y concreto con ceniza de café adicionada como porcentaje de sustitución de agregados finos, las muestras reemplazadas fueron 10%, promediando después de 28 y 40 días es 119,92 kg/cm². e incluso para muestras con 8% de intercambio, la media es de 139,9067 kg/cm² y finalmente, para 5% de intercambio, la media es de 144,92 kg/cm², en

donde el mayor aumento de su $f'c$ se logró en el día 28. Con este estudio se demostró que la ceniza de cascarilla de café no puede ser considerada como un material con propiedades puzolánicas artificiales, dado que no logra las mismas propiedades que el cemento portland obtenido de la Tabla 02, la resistencia promedio a los 28 días es de 224.45 kg/cm² y a los 40 días es de 211.47 kg/cm² en promedio, se requiere tener en cuenta que la resistencia a la compresión los valores disminuyen mientras aumenta el porcentaje de ceniza de cascarilla de café, lo que indica que esta propiedad reacciona de manera inversa a la sustitución por ceniza de cascarilla de arroz.

Moreno, Ospina y Rodríguez (2019) encontró en los agregados CCB reducen tanto las propiedades mecánicas como la resistencia del concreto en comparación con los agregados naturales. Solo necesita establecer un límite en el porcentaje de anulación para este marcador de posición para algunas aplicaciones de compilación. Con base en la revisión de la literatura, la cobertura de la prueba debe extenderse para incluir una mezcla de concreto que pese más de 250 kg de cemento y una relación A/C inferior a 0,70.

En cuanto a la resistencia a la compresión, se afirma que al reemplazar el 100% de agregado grueso por una masa de arcilla triturada en el rango de relaciones A/C reportadas en la literatura (de 0.46 a 0.74), se estima una reducción promedio del 30% en promedio. Se deben tomar precauciones especiales cuando se intente utilizar este agregado en ambientes con altas concentraciones de cloruro en el ambiente (como áreas costeras) debido a su alta porosidad y permeabilidad.

Las tesis y artículos que se han encontrado señalan una buena relación entre aserrín y concreto, además de concreto y arcilla, ya que, al someterlo a ensayos de resistencia a la compresión, da un buen resultado óptimo siempre y cuando los porcentajes utilizados cumplan y sean factibles, ya que al utilizar grandes porcentajes ya no dan con los parámetros en cuando a resistencia a la compresión e igualmente en sus propiedades físicas.

Northwestern University, (2016) buscó una alternativa a la mezcla de cemento convencional necesaria para producir concreto. Eligieron una tecnología que había estado en desarrollo desde principios de la década de 1970: el hormigón a base de

azufre. El material se fabrica calentando azufre a una temperatura de unos 240 grados centígrados, mezclándolo con áridos y enfriándolo, pero en tierra el proceso a veces presenta problemas: la reducción del azufre durante el enfriamiento, los vacíos y la tensión interna debilitan el material final. Sin embargo, Lin Wang y su equipo descubrieron que al usar agregados que simulaban el suelo de Marte (que contenían sílice, aluminio, óxido de hierro y dióxido de titanio), podían crear el doble de concreto, en sus propiedades mecánicas es 5 veces más fuerte que la compresión mínima, fuerza requerida por la norma de construcción. También se ha descubierto que una mezcla del 50 % de suelo de Marte con un tamaño máximo de agregado de 1 milímetro debería poder mantener la alineación en una atmósfera marciana menos densa, evitando los problemas observados en la Luna, donde el vacío del espacio genera azufre. para sublimar. gas y convertir la nueva estructura de azufre no es diferente de una pila. reagruparse. Por lo tanto, la presión atmosférica y la temperatura en Marte son suficientes para contener estructuras de hormigón con azufre.

Por otro lado, la empresa de cemento del Grupo Argos (2020) con RUC: 20407938527, está catalogada como una de empresas las más innovadoras con sede Colombia, según lo mencionado por 242 organizaciones, ocupando el cuarto lugar en la encuesta anual realizada por la Asociación Nacional de Empresarios (ANDI) en colaboración con la revista Dinero; es por ello que Argos lazo al mercado un nuevo Concreto Avanzado, un producto tecnológicamente avanzado que involucra una mezcla de aglutinantes y fibras especiales para transformarse en un concreto particularmente innovador con una amplia gama de alternativas estructurales y estéticas. Clasificado como concreto de súper alta resistencia, este material tiene propiedades mecánicas excepcionales y alta trabajabilidad, lo que lo hace ideal para una amplia variedad de aplicaciones donde la alta resistencia, la durabilidad y la estética juegan un papel importante.

Este producto presento una fluidez de 200 mm a 260 mm evaluado bajo la metodología NTC 5784, además su resistencia a la comprensión a los 28 días tuvo un valor de 17 psi o 120 MPa sacos y en premezclado 21 psi o 150 MPa, siendo evaluado por la NTC 673 y ASTM C39. Mientras que en su resistencia a la flexión a los 28 días tuvo un valor de 18 MPa evaluado por ASTM C 947, por consiguiente

en la resistencia a la tracción a los 28 días tuvo un valor de 55 MPa evaluado con la metodología recomendada HPFRCC-JSCE, además de presentar un módulo de elasticidad de 38 GPa evaluado por la NTC 4025 Y ASTM C 469, así mismo presentó una permeabilidad al agua muy baja que fue evaluado por la NTC 4483 y por último presentó una resistencia a la penetración del ión cloruro menor a 1000 Coulombs previamente evaluado por la norma ASTM C 1202.

La mayoría de viviendas en la ciudad de Trujillo presentan rajaduras en sus columnas y paredes con el paso de los años, esto hace más evidente ante un sismo, inclusive de pequeña magnitud, además de no estar nivelada una estructura o tenga una buena base no presenta un buen diseño de mezcla en el concreto, es por ello que las propiedades físicas – mecánicas del concreto de esas viviendas no son aceptables, con el tiempo se va deteriorando. Todo esto es debido a que las viviendas se han expandido radicalmente por el gran aumento de la población, donde hoy en día se observa que muchas familias construyen sus casas en lugares no adecuados por su suelo para construir. **(Ver Anexo N° 9)**

Por otro lado, la base de una vivienda son los cimientos, los cuales son diseñados para soportar una carga máxima que en muchas viviendas depende del número de pisos que se quiere construir, y suele ocurrir que la edificación con el paso del tiempo se va asentando de manera paulatina lo que resulta en un evidente desnivel en el peor de los casos, a su vez hace que ciertos elementos se esfuercen más que otros debilitando la estructura. Siendo la principal causa de esto y muchas veces no se tiene en cuenta cuál el número máximo de pisos, pero podría solucionarse esta situación si se usara concreto ligero para los pisos superiores.

En la ciudad de Trujillo se ha visto un aumento significativo de viviendas en zonas de invasión y la mayoría de casas tienen en común que son relativamente sencillas a nivel de estructura y arquitectura, muchas veces siendo estas prefabricadas con materiales como drywall debido a su bajo costo, sin embargo, esto también significa que las casas no sean de buena calidad y que no estén preparadas para soportar sismos ni fuertes lluvias llegando muchas veces a ocurrir tragedias. Por otro lado, están las fallas en construcciones a causa de los errores cometidos por los albañiles eso es debido a que no están preparados ni capacitados, muchas veces le dan los

planos a los albañiles, pero exactamente porque no están capacitados no saben leer bien los planos, lo cual especifica de cuanto tiene una columna, cuanto de acero se utiliza etc. Otro factor como causa es el no usar materiales de calidad, si bien hay de todo precio, pero existe para cada tipo de construcción, por ejemplo, cuando se quiere construir en un terreno altamente salitroso, se utiliza el cemento antisalitre o cemento tipo MS, pero las personas muchas veces por ahorrar compran el más barato lo cual no es tal vez el adecuado.

Dicha situación es causada porque en el mercado comercial no existes otras soluciones para construir viviendas de calidad y de bajo costo, como podría ser el uso de elemento prefabricados de concreto con baja conductividad térmica, ligero y con aislamiento acústico a pesar de que sean de poco grosor.

Por último, el clima es un factor importante en la zona donde se construye, ya que, si es un ambiente muy frio o cálido, se debe utilizar productos que sean aptos para esas condiciones como aditivos que ayuden al curado del concreto en diferentes trabajos, y al no tener conocimiento de ello no utilizan los materiales o productos adecuados que ayudan en sus propiedades del concreto e inclusive hay productos que alteran la trabajabilidad de este.

Esta investigación quiere investigar las propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando la arcilla expandida y el aserrín en diferentes proporciones en para verificar si las propiedades físicas como mecánicas son óptimas en la fabricación de este producto para viviendas y de esta manera dar una alternativa de solución para aquellas familias de escasos recursos y de la misma forma al reutilizar un material, sin la posibilidad de afectar la durabilidad y resistencia de dicha vivienda.

Las consecuencias de no investigar este problema es que seguirán creciendo el numero el índice de familias que construyen sus viviendas sin conocimiento alguno, siendo de esta manera viviendas poco habitables, por su resistencia y durabilidad, además se perjudican a sí mismos por no tener buenos materiales para la elaboración de dicho concreto que será usado para la construcción de sus viviendas.

De la misma forma, al no investigar no encontrarías otra forma de elaborar el concreto con productos que algún día pueda haber escasez y este trabajo sería una posible solución en la elaboración del concreto con otros recursos que son reutilizados y se pueden encontrar fácilmente de la materia prima.

1.2 Planteamiento del problema.

En base a la situación problemática, surge la siguiente pregunta a demostrar en el caso de estudio: ¿Cómo influye la adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad-2022?

1.3 Justificación

1.3.1 Justificación general

La presente investigación titulada adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico – mecánicas del concreto para viviendas tiene gran importancia ya que se buscó emplear materiales reutilizables y de menor impacto ambiental en su fabricación, con ello se quiere influir positivamente en las propiedades tanto mecánicas como físicas del concreto de tal forma que pueda ser producido y utilizado en mayor cantidad.

En este proyecto de investigación daremos a conocer las propiedades físico-mecánicas del concreto adicionado con cierto porcentaje de aserrín y arcilla expandida, lo cual permitirá tener un nuevo proceso en la elaboración del concreto al sustituir parte de los materiales convencionales (piedra y arena gruesa) por los ya mencionado, los cuales permitirán aumentar el volumen de la mezcla reduciendo el peso y conservando las propiedades más importantes del concreto. El aserrín es un material de desperdicio obtenido de trabajar el madero en los aserraderos y que en su mayoría terminará su ciclo allí ya que no se le da otro uso

comercial.

Al presentar este trabajo lograremos una alternativa de solución a los materiales que se emplean en la actualidad para la elaboración del concreto y que cumplan con los estándares mínimos de calidad, ya que se tiene la preocupación de que escaseen en un futuro, entonces, se tendría otra forma de elaborar dicho hormigón.

Esta alternativa en la fabricación de concreto es de interés para: las industrias que fabrican concreto ya que destinan gran parte sus recursos en la obtención de piedra chancada y arena gruesa. También favorece en general a la población mundial al poder obtener un producto que satisface sus necesidades constructivas sin generar un mayor impacto al ambiente y usando nuevas tecnologías.

1.3.2 Justificación teórica

En esta investigación tiene su justificación en el aspecto teórico en que la información que se obtendrá en los ensayos, determina las propiedades físicas y mecánicas del concreto lo cual esta adicionado con aserrín y arcilla expandida, y sirve para conocer el comportamiento de las variables entre sí.

1.3.3 Justificación práctica

Este trabajo se justifica prácticamente porque contribuirá a modificar el concreto tradicional con la elaboración de un concreto con materiales reutilizables, ello es conveniente ya que se puede conocer otro método de elaboración del concreto siendo prometedor para el futuro.

1.3.4 Justificación metodológica

Este trabajo tiene como instrumento la observación, para lo cual se utilizó preferencialmente una ficha de recolección de datos donde se encuentra plasmado los ensayos según la NTP. 339.239:2009. CONCRETO y siguiendo las instrucciones de la Norma E 0.60 Concreto Armado para determinar las propiedades

físicas y mecánicas.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar la influencia de la adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad-2022.

1.4.2 Objetivos específicos

- Obtener 0.5% de aserrín más 1.5% arcilla expandida, 2.5% de aserrín más 5% arcilla expandida, 5% de aserrín más 10% arcilla expandida en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad-2022.
- Conocer la curva granulométrica y el módulo de finura de la adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad-2022.
- Conseguir la dosificación de los materiales para la adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad-2022.
- Obtener el asentamiento, temperatura, peso unitario del concreto con la adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad-2022.
- Conocer la resistencia a la compresión y la flexión de la adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad-2022.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

La adición de arcilla expandida y aserrín influye significativamente en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad-2022.

Tabla 1. *Matriz de hipótesis*

Hipótesis	Variable	Unidad de estudio	Conectores	Lugar	Tiempo
La adición de arcilla expandida y aserrín influye significativamente en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas, La Libertad-2022.	Adición de arcilla expandida y aserrín. Propiedades físico – mecánicas .	Viviendas	Influye significativamente	Ciudad de Trujillo, La Libertad	2022

Fuente: Elaboración propia.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

“Influencia de la arcilla expandida en el diseño de mezcla de concreto liviano de alto rendimiento en el distrito de Lircay – Angaraes - Huancavelica”.

Obregón y Osorio (2021). Buscó determinar de qué manera la adición de arcilla expandida influye en la resistencia del concreto de alto rendimiento. Para la metodología se han seguido normativas con respecto a los ensayos y cantidad de muestras, optando por una incorporación de arcilla expandida en cantidades de 5%, 10%, 15% y 20% en probetas para diseños de mezcla de $f'c= 210$ y 280 (kg/cm²), luego se ensayaron los especímenes a los 7, 14 y 28 días de curado y se compararon con las muestras patrón. Se tuvo como resultados que aspectos como la trabajabilidad y la homogeneidad se mantenían con forme se aumentaba el valor de adición, consiguiendo un asentamiento de entre 2.5 y 6 cm que pertenecen al rango de la consistencia balanceada. En cuanto a los valores de $f'c$ obtenidos a los 28 días se tiene que los valores de las muestras con adición son ligeramente inferiores que el patrón, pero logrando superar la vaya de los 210 o 280 kg/cm² según el respectivo diseño. En este trabajo se concluyó que la arcilla expandida es usable para la elaboración de concreto como reemplazo parcial del agregado grueso gracias a la ligereza de sus partículas logrando una resistencia similar al concreto convencional, pero con menor densidad. (p.175)

La presente investigación aporta en como redactar los resultados correctamente por medio de tablas y gráficos, ya que cumple lo visto en las sesiones formativas además de contar con variables similares. También se destaca la redacción de la sección del análisis estadístico por medio de la desviación estándar.

En la investigación titulada ***“Evaluación del concreto con arcilla expandida como agregado grueso para utilizarse en concreto estructural liviano”***

Quispe Gina y Vera Jonatán (2018). Buscó determinar los valores de

propiedades como el peso específico y resistencia a la compresión con el objetivo evaluar las propiedades del concreto con arcilla expandida que hace las de agregado grueso para utilizarse en concreto estructural liviano. Este estudio tuvo un diseño explicativo cuantitativo experimental ya que buscó explicar las condiciones del concreto elaborado con arcilla expandida. Como principales resultados se tuvo que el peso específico es menor a 1850.00 kg/m³ y su $f'c$ mayor a 17.00 MPa con lo cual se puede clasificar como un concreto estructural liviano. En el estudio se concluye que es factible utilizar el concreto con arcilla expandida como concreto estructural liviano. (p.116)

De esta investigación los estudiantes encuentran el aporte en que, a diferencia de muchos otros trabajos, en este sí se ha logrado evaluar la resistencia a la flexión del concreto con arcilla expandida al usar probetas de tipo viga, con los cual se tiene una guía del procedimiento, análisis de datos y redacción de resultados y conclusiones.

“Resistencia de concreto con agregado de bloque de arcilla triturado como reemplazo de agregado grueso”.

Moreno, Ospina y Rodríguez (2019). Se realizó una síntesis sobre la resistencia de concretos empleando bloques con triturado de arcilla (BTA) como sustituto total del agregado grueso. Se desarrolló una metodología de tipo investigación documental por medio del análisis comparativo de distintos estudios acerca del uso de arcilla de bloques triturados resaltando la resistencia a la compresión. En la mayoría de investigaciones se muestra que la producción de concretos utilizando agregados reciclados presenta inferior resistencia a la compresión a comparación de las mezclas convencionales. Incluso habiendo numerables investigaciones publicadas que hablan sobre la utilización de material de demolición para la fabricación de productos, no se tiene una respuesta acertada sobre el efecto neto que tiene el usar triturado de bloques de arcilla a manera de agregado grueso en las distintas propiedades del concreto ya sea endurecido o en su estado. (p.24)

La presente investigación aporta un panorama general acerca del estado del uso de agregado reciclado en la fabricación de concreto por

medio de la síntesis de distintas fuentes, lo cual nos ayudará a saber qué resultados esperar luego de proceder con el estudio de nuestras variables por medio de los ensayos respectivos, los cuales son similares.

“Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo”.

Carrillo, Alcoser & Aperador (2012). Realizó la investigación con el objetivo de plantear ayudas de diseño que incentiven el uso de destinitos tipos de concreto en viviendas de bajo costo. Para ello se realizó un estudio experimental que consta de ensayar 603 especímenes para luego caracterizar las propiedades mecánicas de tipos de concreto tales como de peso normal (CPN), peso ligero (CPL) y autocompactable (CAC). Los ensayos arrojan que, en los CPN y CAC, algunos valores evidenciaron ser menores que los especificados para este diseño según el NTC-C (2004). Como conclusión se tiene de que, hoy por hoy el uso de muros de concreto prefabricado en la construcción de viviendas es una alternativa integralmente eficiente, debido a que puede satisfacer factores como el diseño sismorresistente además de que es más amigable con el planeta. (p. 268)

Esta investigación aporta en brindar un panorama de que tan funcional es el uso de otro tipo de concreto como es el ligero y autocompactable en la construcción de muros de concreto aplicado a viviendas de bajo costo, ello nos brinda un uso para el concreto elaborado con distintas fibras vegetales como es el caso del aserrín el cual produce una mezcla cuya principal característica es su menor peso específico a comparación del concreto normal.

“Comportamiento del aserrín sobre la resistencia a la compresión, absorción, densidad y asentamiento del concreto para bloques en la construcción”.

Sánchez, C. (2017). Determinó el comportamiento del aserrín como parte de la elaboración de bloques, los cuales luego se emplearon para construir muros de mampostería, se tuvo en cuenta propiedades de la mezcla tales como asentamiento, absorción, compresión y densidad.

Para lo cual, la arena fue sustituida por aserrín en porcentajes de 0%, 10%,

20%, 30%, 40% y 50% para cada diseño de mezcla. El diseño del concreto contemplaba una resistencia de 70 kg/cm² y estaba hecho a base de Cemento Portland Compuesto Tipo ICo, arena y confitillo; se usó una constante relación a/c de 0.90 y aserrín. Como resultados, se logró producir concreto menos pesado para la elaboración de bloques, pero aumentando su grado de absorción, al mismo tiempo se reduce el asentamiento y su resistencia a la compresión. Además, se logró concluir que la cantidad de sustitución de arena por aserrín de 30% es la que da el diseño más óptimo para bloques portantes. (p. 107)

Esta investigación aporta en que da a conocer cuáles son las propiedades del concreto que más son alteradas por la adición de aserrín, siendo estas el peso, la absorción y la resistencia a la compresión, con lo cual se espera encontrar resultados similares en la etapa de desarrollo de nuestro proyecto.

“Propiedades mecánicas del concreto ligero con incorporación de virutas de madera”

Bellido (2018). Elaboró una investigación cuyo objetivo radica evaluar las propiedades mecánicas del concreto ligero (CPL) incorporado con virutas de madera. Para ello se realizaron ensayos de testigos y viguetas, durante la elaboración de las probetas también se ejecutaron los ensayos para determinar las características de los agregados. (p. 22). Entre los resultados se tiene que los valores de f_c son inferiores a la de los patrones. Además, se observó un incremento la resistencia a la compresión con forme pasan los días de curado, todas las probetas pasan las exigencias para cpl moderada (7-15MPa). (p. 55). Se concluye que el esfuerzo a la compresión disminuye en relación a la cantidad de viruta de se adiciona. (p. 72).

En esta investigación aporta que en sus propiedades mecánicas encontradas disminuyen por la incorporación de virutas, pero mantiene el rango de CPL no estructural, además que la humedad presente en las virutas de madera se redujo después de los tratamientos realizados para cada ensayo.

2.2 Bases teóricas

➤ **Variable dependiente: Propiedades Físico-mecánicas del concreto**

Para Chumpitaz (2019) el concreto en su estado fresco y endurecido está sometido a varios tipos de ensayos para determinar y calcular la dimensión de las propiedades físicas (peso específico, asentamiento, absorción, temperatura, etc.) y mecánicas (resistencia a la tracción, compresión, flexión, abrasión, acústica, conductividad térmica, etc.) que el concreto experimenta. (p. 59)

Propiedades físico-mecánicas del concreto

Trabajabilidad:

Según Chumpitaz (2019) es la facilidad de compactación y plasticidad que tiene el concreto para adecuarse a cualquier elemento. Así mismo es influenciada por una serie de factores que varían la consistencia del concreto como la duración de transporte, tamaños, las formas y texturas de los agregados, etc. Por ello es importante que una mezcla tenga un asentamiento adecuado o que este dentro del rango accesible por la norma (p.60).

Cantidad de vacíos (Porosidad): Para Vélez, (2010) es un total de huecos en el material compuesto, que está relacionado con agua y cemento, para agregados comunes de densidades normales tienen una relación de agua/cemento alto y el grado de hidratación bajo (p. 175)

Resistencia a la compresión: representado como f_c es una característica mecánica y se define como la capacidad de soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm², MPa y dependiendo del país también se puede expresar en libras por pulgada cuadrada (psi) (Cigüeñas, 2020, p.24).

Resistencia a la Tracción: Es una forma de comportamiento de gran interés para el diseño y control de calidad en todo tipo de obras, el método de ensayo ayuda a determinar una de sus características mecánicas en donde se aplica a la probeta cilíndrica en dirección axial un esfuerzo creciente hasta su punto de rotura. (Rincón y Barreto, 2019, p.28)

Temperatura del Concreto: Lo ideal es mantener una temperatura de 15 C° para la etapa de colocación del concreto, sin embargo, esto es imposible de conseguir en climas cálidos por lo que se debe hacer el máximo esfuerzo para disminuir la temperatura de colocación debajo de los 30C° (Cigüeñas, 2020, p.24).

Peso unitario: O densidad, es el peso del concreto por unidad de volumen, se expresa en kg/m³ o lb/pe³.

Concreto liviano: también se llama concreto ligero o de peso ligero. Es aquel concreto cuyo valor de masa por unidad de volumen se encuentra en el rango 1440 a 1900 kg/m³. A diferencia del concreto normal cuyo valor oscila de 2240 a 2400 kg/m³. El concreto ligero es estructural cuando además de tener la característica antes mencionada, también posee una resistencia no menor a los 173.35 kg/cm² (17.0 Mpa,2500 psi). (NRMCA, 2020, p.1)

El concreto: Este material que es conocido por todo el mundo debido a lo nos permite hacer y lo que significa para nuestra civilización y es que, los edificios, puentes, carreteras, parques, canchas deportivas, canales, presas y más, están hechas de concreto siendo así que es gracias a el que se construido la realidad en la vivimos. Se define como la mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos; existiendo diferentes tipos de concreto clasificado por sus propiedades distintas, funcionalidades, aplicaciones, peso, etc. (E.060, 2009, p. 14). En el desarrollo de este trabajo será muy influyente un tipo de concreto denominado concreto ligero o liviano, el cual es aquel con agregado liviano que cumple con lo especificado en la NTP correspondiente, y tiene una densidad que no excede 1850 kg/m³ (E.060,

2009, p. 14).

Cemento: Según el Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 (2020, p.26) es un componente que al adicionarle el H₂O forman una pasta que se endurece.

Agregado: Definido como el conjunto de partículas que pueden ser de origen natural o artificial, tratados o elaborados y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la NTP 400.037. Se establece que el agregado usado en la producción de concreto debe cumplir con las NTP correspondientes tanto en la atmósfera como dentro del agua. (Especificación técnica ,2016, p. 4)

Agua: El líquido que permite la vida, en construcción, el agua es empleada en la mezcla y en el curado del concreto debiendo esta ser limpia y fresca hasta donde sea posible además de estar ausente de residuos de aceites, ácidos, álcalis, sales, limo, materias orgánicas u otras sustancias dañinas y estará asimismo exenta de arcilla, lodo y algas. (Especificación técnica ,2016, p. 6)

Ensayos para concreto

Ensayo para la medición del Asentamiento del concreto (NTP 339.035 / ASTM C 143):

Se define al asentamiento como la medida de la consistencia de concreto, es decir, el grado de fluidez de la mezcla lo cual nos indica si es fluida o seca (Cigüeñas, 2020, p.24). Este ensayo nos permite hallar dicha medida de consistencia del concreto la cual es diferente según el diseño y según el uso que se le dará, pudiendo ser esta fluida, plástica o seca. La principal causa del nivel de consistencia de la mezcla está dada por la cantidad de agua que se usa para el amasado, aunque también son influyentes la forma de los áridos y las características de estos, tal es el caso de que si se usa materiales con gran índice de absorción entonces la mezcla deberá necesitar de más agua para lograr una consistencia fluida.

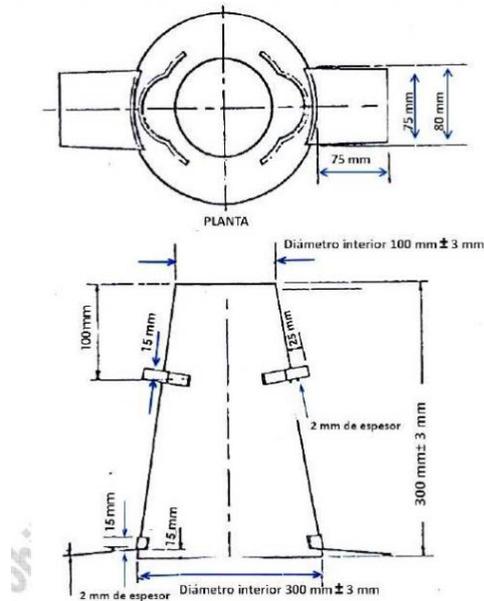


Figura 1. Molde para el ensayo del asentamiento NTP.

Ensayo para determinar la densidad, absorción y porcentaje de vacíos en el hormigón (NTP 339.187 / ASTM C 642):

Este ensayo nos permite establecer los datos de la absorción del agua lo que nos ayuda a obtener un porcentaje de absorción del agua, la densidad y la porosidad en el concreto en estado endurecido.

Las muestras pueden ser piezas de forma cilíndricas de cualquier medida o tamaño, pero el volumen no debe ser menor de 350 cm³ o en peso aproximadamente 800 gramos.

Para los cálculos se deben realizar estos 5 pasos:

$$\text{Absorción después de la inmersión, \%} = [(B-A)/A] \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Absorción después de la inmersión y hervido, \%} = [(C-A)/A] \times 100 \quad (2)$$

$$\text{Densidad seca} = [A/(C-D)] \rho = g^1 \quad (3)$$

$$\text{Densidad después de la inmersión} = [B/(C-D)] \rho \quad (4)$$

$$\text{Densidad después de la inmersión y hervido} = [C / (C - D)] \rho \quad (5)$$

Dónde:

A = Masa de la muestra seca, g

B = Masa de la muestra saturada superficialmente seca, después de la inmersión, g

C = Masa de la muestra superficialmente seca, después de la inmersión y hervido, g

D = Masa aparente de la muestra en agua, después de la inmersión y hervido, g

g^1 = Densidad seca, Mg/m³

g^2 = Densidad aparente, Mg/m³

\tilde{n} = Densidad del agua = 1 Mg/ m³ =1 g/cm³

Ensayo para determinar la resistencia a la Compresión (NTP 339.034 / ASTM C 39):

Esta norma se aplica a tipos de concreto cuyo peso específico sea mayor a los 800 kg/m³, este ensayo nos permite ejercer una carga de compresión axial a las probetas de forma cilíndrica a una velocidad que ya está programada por la misma maquinaria hasta llegar a la falla.

La resistencia a la compresión de la muestra sería el cociente entre la carga máxima alcanzada durante el ensayo y el área de la sección transversal de la muestra.

Para el cálculo utiliza la siguiente formula:

$$E = A - B \quad (1)$$

$$E_p = 100 \frac{(A - B)}{B}$$

Dónde:

E = Error

E_p = Porcentaje de error

A = Carga (KN)

B = Carga aplicada (kN)

- Para calcular la densidad de la muestra con un rango de 10 kg/m^3 :

$$\text{Densidad} = W / V \quad (2)$$

Donde:

W = Masa del espécimen (kg)

V = Volumen del espécimen determinado del peso del cilindro en el aire y sumergido en el agua (m^3) o también del diámetro promedio y longitud promedio o del peso del cilindro en el aire y sumergido en el agua (m^3).

- El volumen de la muestra cilíndrica es determinado por el peso sumergido:

$$\text{Volumen} = \frac{W - W_s}{\gamma_a} \quad (3)$$

Donde:

W_s = Masa aparente del espécimen sumergido (kg)

γ_a = Densidad del agua a $23 \text{ }^\circ\text{C} = 997,5 \text{ kg/m}^3$

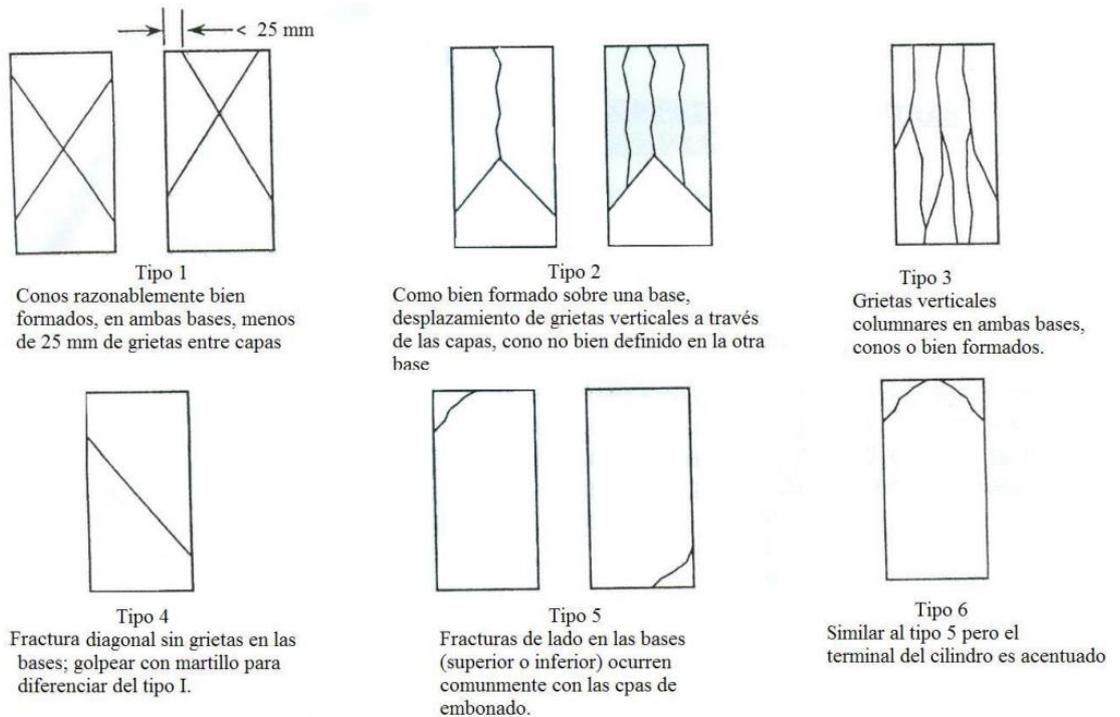


Figura 2. Esquema de los patrones de tipos de fractura.

Ensayo para determinar la resistencia a la Tracción (NTP 339.084 / ASTM C 496):

Este ensayo nos permite determinar la resistencia a la tracción de las muestras preparadas y curadas, lo cual se aplica una fuerza de compresión por medio de un pistón que cubre todo el diámetro y de esta forma se transmite la fuerza a toda la longitud de la muestra de forma cilíndrica de concreto, con una velocidad prescrita hasta que haya un punto de rotura. La máxima carga soportada por la muestra es dividida por un factor geométrico apropiado, para obtener la resistencia a la tracción.

Para el calcular la resistencia a la tracción se utiliza la siguiente formula:

$$T = \frac{2 P}{\pi l d} \quad (1)$$

Dónde:

T = Resistencia a la tracción indirecta (MPa)

P = Máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo (N)

l = Longitud (mm)

d = Diámetro (mm)

Marco Normativo:

NORMA TÉCNICA E-060 Concreto Armado. Reglamento Nacional de Edificaciones

NORMA TÉCNICA PERUANA

- ✓ NTP 334.009 Cemento. Cemento Portland. Requisitos (Norma Obligatoria).
- ✓ NTP 339.088 HORMIGÓN (CONCRETO). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos.
- ✓ NTP 339.215 HORMIGON (CONCRETO). Método para el pronóstico de la resistencia del concreto a partir de la resistencia del concreto joven.

- ✓ NTP 339.217 HORMIGON (CONCRETO). Método para el pronóstico de la resistencia a la compresión por método de maduración.
- ✓ NTP 339.035 HORMIGON. Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams.
- ✓ NTP 339.046 HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo gravimétrico para determinar el peso por metro cúbico, rendimiento y contenido de aire del hormigón.
- ✓ NTP 339.080 HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas. Ensayo tipo hidráulico.
- ✓ NTP 339.187 HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, absorción y porcentaje de vacíos en el hormigón (concreto) endurecido.

Normas ASTM

- ✓ C31/C31M Práctica para fabricar y curar especímenes de prueba de concreto en el campo
- ✓ C39/C39M Método de prueba para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto
- ✓ C117 Método de prueba para materiales de tamiz más fino que 75 m (n.º 200) en agregados minerales mediante lavado
- ✓ C125 Terminología relacionada con el concreto y los agregados de concreto
- ✓ C127 Método de prueba para densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregados gruesos
- ✓ C128 Método de prueba para densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregados finos
- ✓ C136 Método de prueba para análisis de tamiz de agregados finos y gruesos
- ✓ C138/C138M Método de prueba para densidad (unidad de peso), rendimiento y contenido de aire (gravimétrico) del concreto
- ✓ C173/C173M Método de prueba para el contenido de aire del concreto recién mezclado por el método volumétrico

- ✓ C231 Método de prueba para el contenido de aire del concreto recién mezclado por el método de presión
- ✓ C802 Práctica para realizar un programa de prueba entre laboratorios para determinar la precisión de los métodos de prueba para materiales de construcción
- ✓ D75 Práctica para muestreo de agregados
- ✓ E4 Prácticas para verificación de fuerza de máquinas de prueba
- ✓ E11 Especificación para tejido Tamiz de prueba de alambre Tela y tamices de prueba
- ✓ E1301 Guía para pruebas de competencia mediante comparaciones entre laboratorios

Importancia de las propiedades físico-mecánicas del concreto:

Para ASOCEM (2015) señala que el concreto juega un papel muy importante, aunque pasa desapercibido. El hormigón es fabricado por el ser humano y es el más utilizado en el mundo lo cual ofrece beneficios sociales tan importantes que muchas de las cosas que vemos todos los días no existiría sin él, ya que con ello se puede construir escuelas, hospitales, etc., fundamentales para el crecimiento de la sociedad.

Usos del concreto:

Según el blog Arqhys el concreto por ser un material compuesto y muy versátil es usado para pavimentar puentes, fabricación de tuberías de agua residuales, fabricación de tuberías estructurales, construcción, reparación de estructuras, pavimentación de carreteras, paneles decorativos de la construcción y muchos otros usos en la construcción en general.

Indicadores de medición:

Los indicadores de medición de las propiedades físico-mecánicas se encuentran la granulometría donde se obtiene la curva granulométrica y el módulo de finura, también está la dosificación donde se tendrá una relación de agua/cemento y los porcentajes de los materiales, además dentro de las

propiedades físicas del concreto se tiene el slump o asentamiento del concreto, temperatura del concreto, el contenido de humedad y la absorción, mientras que en las propiedades mecánicas del concreto se tiene la resistencia a la compresión y a la flexión.

➤ **Variable Independiente: Adición de arcilla expandida**

Es un material mineral ligero que se basa en trozos de arcilla natural calentada en un horno rotatorio a temperaturas promedio de 1200 grados Celsius, a esta temperatura la arcilla libera gases los cuales expanden los granos creando estructuras redondas de baja densidad y muy porosas con cubierta bastante dura. Es químicamente neutro, es decir que no desprenderá gases u otras sustancias cuando se mezcla con algún otro material, no se pudre ni puede ser objeto de roedores u hongos; también es resistente al cambio brusco de temperatura siendo el aislamiento térmico una de sus principales cualidades y es altamente empleado en la agricultura como material de sustrato en la hidroponía. (Carmelo, 2015, p. 60)

Fabricación de arcilla expandida

A grandes rasgos, se inicia con la extracción del material en canteras a cielo abierto, cabe resaltar que no todos los tipos de arcilla común pueden ser usado para el proceso de expansión, el material es triturado para lograr un tamaño uniforme y llevado al interior de un horno rotatorio de longitud variable (comúnmente de 30 a 60 metros) en el cual se logra una temperatura de entre 1100° a 1300° C causando que la arcilla libere gases de su interior que inflan a la partícula hasta un 400% su tamaño inicial, posteriormente es enfriado por medio de aire frío en el mismo horno y depositado para su revisión. Es importante resaltar que la humedad define si se realizará algún paso previo antes de la quema, en su mayoría se trabaja con arcilla con 25% de contenido de humedad. (Carmelo, 2015, p. 61).

Hormigones ligeros

El concepto de arcilla expandida está muy ligado con la fabricación de concreto ligero y concreto estructural ligero, ya que fue de los primeros materiales con los que se experimentó luego de la primera guerra mundial como parte de la búsqueda de agregados ligeros (arcillas, escorias expandidas, cascarilla de arroz, pizarras, etc), partiendo de los antecedentes del uso de la piedra pómez en las construcciones romanas durante los años 20 a.C. Logrando usarse exitosamente para obras como ampliación del Gimnasio de la Escuela de Deportes Acuáticos de Kansas. (Carmelo, 2015, p. 61)

Material puzolánico

Los materiales de carácter puzolánicos son aquellos de compuestos principalmente de sílice y aluminio que en presencia de la humedad reacciona de manera química con el hidróxido de calcio para formar compuestos con características cementicias, es decir que sirve como aglutinante (NTP 334.090, 2013, p.11).

En la construcción el uso de las puzolanas se remonta hasta hace 2000 años en el Imperio Romano, donde se emplearon productos piroclásticos de la actividad volcánica del Vesubio, que sirvió como material para elaborar el famoso cemento romano y con ello consiguieron levantar imponentes obras públicas tales como los acueductos, el Panteón Romano y el Coliseo, entre otras (Apaza & Saledo, 2019, p. 6).

Se divide a las puzolanas en dos grandes grupos siendo estas las naturales y las artificiales, ya que en la antigüedad solo se usaba puzolanas naturales en varios materiales rocosos principalmente los de origen volcánico tales como la piedra pómez, las tobas y las cenizas volcánicas entre otras, pero luego con el desarrollo de las industrias se vio la oportunidad de usar desechos como las cenizas volantes de la siderúrgica, las escorias de alto horno y la micro sílice y de las producciones agrícolas se usaron las cenizas de la caña de azúcar, hoja de maíz, arroz entre otras (Apaza & Saledo, 2019, p. 6).

Importancia de la arcilla expandida:

Para Agriplant la arcilla expandida es un producto ecológico, ligero y natural, presenta un PH neutro, además almacena agua y lo va liberando lentamente, al ser solido no se descompone ni se pudre.

Usos de la arcilla expandida:

Para la empresa de Agriplant la arcilla expandida se utiliza en la agricultura, jardinería, cultivos hidrópicos y en la construcción (utilizado con el concreto).

Indicadores de medición:

Los indicadores de medición de la arcilla expandida son de acuerdo a los porcentajes utilizados, por ellos se estableció los siguientes porcentajes 1.5%, 5% y 10%.

Modelos o tipos de arcilla expandida:

Según Agriplant la arcilla expandida se presenta en 3 tipos:

- Arcilla Expandida Plus con una granulometría de 8.0 /16.0 mm.
- Arcilla Expandida Mini con una granulometría de 8.0 /12.5 mm.
- Arcilla Expandida Fina con una granulometría de 4.0 /8.0 mm.

Variable Independiente: Adición de aserrín

Acerca del aserrín

Es una materia orgánica obtenida de la degradación de elementos de madera usados en trabajos de carpintería y se compone principalmente de fibras de celulosa. En la construcción, estas fibras se añaden al concreto para reducir el agrietamiento por encogimiento plástico logrando una mayor integridad estructural, también hace que la superficie sea más resistente a los impactos y rayaduras (Cigüeñas, 2020, p.23).

Propiedades del aserrín.

Para Bellido (2018, p.30), menciona sobre:

- La resistencia. - Es capaz de aguantar peso flexionando, cuando se

somete en dirección vertical a las hebras.

- Su densidad. - Depende de su contenido de agua esta será una densidad simulada, ya que su densidad definitiva es determinada por la cantidad de celulosa que exista y los derivados de esta.
- La flexibilidad varía entre curvada y arqueada por calor, fuerza y humedecimiento. La madera joven puede doblarse más que la vieja.

Importancia del Aserrín:

Para Castañeda y Escalante (2020) el aserrín tiene un gran beneficio como **aislante térmico**; esto es directamente aplicable para la construcción de viviendas en zonas donde la temperatura del ambiente suele estar por debajo de los 0 °C. (p.18)

Usos del Aserrín:

Para Castañeda y Escalante (2020) tiene 2 tipos de usos:

El uso agrícola, se usa el aserrín como abono ya que, tiene una capacidad de descompensar los hongos y una eficiencia para impedir la proliferación de malas hierbas en las plantaciones. (p.13)

El uso en la construcción, el aserrín se reutiliza o es utilizado como biocombustible por sus propiedades físicas, mecánicas y químicas se utiliza como aislante térmico para viviendas modulares. (p.14)

Indicadores de medición:

Los indicadores de medición del aserrín son de acuerdo a los porcentajes utilizados, por ellos se estableció los siguientes porcentajes 0.5%, 2.5% y 5%.

Modelos o tipos de Aserrín:

Para Barrera (2016) el aserrín presenta diferentes colores y es debido al tipo de madera que se utilice, por ello las maderas más utilizadas es la de canelo que presenta un color oscuro y la de eucalipto que presenta un color claro y al pasar por los procesos de textura es lisa (p.19)

Las viviendas en el Perú:

En el rubro de la construcción civil el aspecto del diseño es algo primordial antes de empezar cualquier obra, sin embargo, muchas veces se pasa por alto el proceso de cálculo dando por hecho que usando las medidas y procesos comunes se construirá una vivienda segura y económica, siendo así que en nuestro país se estima que 3 de cada 4 viviendas han sido construidas sin la intervención de un especialista que garantice que la edificación es segura desde la etapa de planificación y que supervise el correcto desarrollo de la obra hasta ser entregada al cliente.

Debido a que este tipo de edificaciones comúnmente no están diseñadas para soportar grandes esfuerzos puede afirmarse que las cuantías mínimas a cortantes señaladas en la reglamentación mexicana para diseño sísmico de edificios de baja altura, tales como viviendas, son muy conservadoras, en especial para zonas de amenaza sísmica moderada o baja. (Carrillo, Alcoser & Aperador, 2012, p. 288).

Como se mencionó anteriormente, cerca del 50% de las casas en el Perú están hechas con materiales que no son considerados “nobles” tales como la piedra, el barro y la quincha principalmente en zonas de la serranía, lo cual, las hace casas buenas ecológicamente hablando, pero corren el riesgo de derrumbarse ante la presencia de algún sismo de magnitud considerable poniendo en peligro la vida de miles de personas. Sobre la otra mitad de viviendas, la mayoría se encuentran en la región costa del país en ciudades tales como Lima, Trujillo y Piura; construidas con material noble como ladrillo, el acero corrugado y cemento, y se le dice materiales nobles ya que son productos cuyos fabricantes cuentan con algún certificado o reconocimiento que garantiza su calidad (INEI, 2014, p. 277).

III. Metodología

3.1 Enfoque, tipo y diseño de investigación

3.1.1 Enfoque de la investigación (Cuantitativo-Cualitativo -Mixto)

La presente investigación tiene un enfoque CUANTITATIVO, porque trata de cuantificar/medir la variable de estudio siendo esta las propiedades físico - mecánicas del concreto adicionado con arcilla y aserrín. Además, se utilizará el método hipotético-deductivo cuya característica es que a raíz de un problema determinado por la observación se genera una hipótesis que trata de darle respuesta por medio de proposiciones que nacen de la intuición y que deben ser corroboradas por medio principios científicos (Karl R. Popper, 1980, p. 40).

3.1.2 Tipo de investigación

3.1.2.1. Tipo de investigación por el propósito

La presente investigación es tipo APLICADA (práctica), debido que para el proceso de desarrollo se usará información existente de carácter científico y validado, siendo estas la normas E030, E060 y ASTM C39. Con ello podemos conocer y seguir los pasos necesarios para realizar los ensayos pertinentes, tales como el compresión y tracción, para estudiar las variables y cumplir los objetivos.

Para Lozada (2014, p.1) Afirma que la investigación aplicada tiene como objetivo generar conocimientos con aplicación directa y de mediano plazo a problemas sociales o en el campo de la productividad.

3.1.2.2. Tipo de investigación por el diseño

Para Fernández, Baptista y Hernández (2014) El diseño experimental de laboratorio se lleva a cabo en condiciones

controladas, siendo más riguroso en la recolección de datos ya que se eliminan factores externos (p.150).

La presente investigación tiene un diseño EXPERIMENTAL, porque los investigadores si manipularán deliberadamente las variables, siendo que se le da valores de adición de arcilla y aserrín (variables independientes) y se analiza como estos influyen en las propiedades físico-mecánicas del concreto.

3.1.2.3. Tipo de investigación por el nivel

La presente investigación tiene un nivel EXPLICATIVO ya que en este trabajo se busca explicar la relación que tiene las variables dependientes con la independiente, en otras palabras, saber cómo influye la adición de arcilla y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto.

3.1.3 Diseño de investigación

Diseño de investigación: Este estudio es de diseño experimental puro, debido a que existe manipulación de las variables de estudio, además es experimental puro, debido a que cumple con los 3 supuestos los cuales son aleatoriedad, control local y repeticiones.



Figura 3. Diagrama del diseño de investigación.

O1	X1	O5
O2	X2	O6
O3	X3	O7
O4	X4	O8

Figura 4. Esquema del diseño de investigación.

Dónde:

O1, O2, O3 Y O4: Grupo de sujetos (probetas).

X1: Adición del 0% de arcilla expandida y aserrín.

X2: Adición del 1.5% de arcilla expandida y 0.5% de aserrín.

X3: Adición del 5% de arcilla expandida y 2.5% de aserrín.

X4: Adición del 10% de arcilla expandida y 5% de aserrín.

O5, O6, O7 y O8: Resultados tras los ensayos de las propiedades físico-mecánicas de las probetas con adición de arcilla expandida y aserrín.

3.2 Variables y operacionalización

3.2.1 Variables

- Variable Dependiente:

Propiedades físicas del concreto

Pastrana et al. (2019, p. 184) definen a las propiedades físicas del concreto como densidad, porosidad y absorción, los resultados obtenidos deben cumplir la norma ASTM C642.

Propiedades mecánicas del concreto

Carrillo, Alcocer y Aperador (2013, p. 292) “las propiedades mecánicas del concreto son resistencia a la compresión ($f'c$), resistencia a tensión indirecta (ft), resistencia a tensión por flexión o módulo de ruptura (fr) y módulo de elasticidad (Ec)”.

- Variable Independiente:

Adición de arcilla expandida

Es un material mineral ligero que se basa en trozos de arcilla natural que a una cierta temperatura crea estructuras redondas de baja densidad y muy porosas con cubierta bastante dura, no desprenderá gases u otras sustancias cuando se mezcla con algún otro material; también es resistente al cambio brusco de temperatura siendo el aislamiento térmico una de sus principales cualidades. (Carmelo, 2015, p. 60)

Adición de aserrín

Según Carhunambo (2016, p. 37) define aserrín como materia orgánica de difícil degradación el cual está compuesta por fibras de celulosa unidas con lignina. Al ser de origen vegetal este debe ser previamente procesado si se tiene la intención de ser usado en la elaboración de concreto, aunque como se tiene planeado usar aserrín que procede de una maderera basta con que esta esté seca y limpia de otros elementos como polvo para que se pueda emplear en construcción.

3.2.2 Clasificación de variables

Tabla 2. *Clasificación de variables*

CLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES					
Variabes	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Adición de arcilla expandida y aserrín	Independiente	Cuantitativa	Razón	Unidimensional	Indirecta
Propiedades físico-mecánicas del concreto	Dependiente	Cuantitativa	Razón	Multidimensional	Indirecta

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se elabora de acuerdo a las variables de esta investigación.

3.2.3 Operacionalización de variables

Variable Independiente: Adición de arcilla expandida y aserrín. (Cualitativa).

- **Definición conceptual:**

Según Carhunambo (2016, p. 37) define aserrín como materia orgánica de difícil degradación el cual está compuesta por fibras de celulosa unidas con lignina.

Para Carmelo (2015, p. 60) define arcilla expandida como un material mineral ligero que se basa en trozos de arcilla natural que a una cierta temperatura crea estructuras redondas de baja densidad y muy porosas con cubierta bastante dura, no desprenderá gases u otras sustancias cuando se mezcla con algún otro material; también es resistente al cambio brusco de temperatura siendo el aislamiento térmico una de sus principales cualidades.

- **Definición operacional:** Será analizado mediante las distintas adiciones en porcentaje de arcilla y aserrín para el diseño de mezcla para la elaboración del concreto.
- **Dimensiones:** Porcentaje de adición de arcilla y aserrín.
- **Indicadores:** Valores de porcentaje de adición de aserrín más arcilla.
- **Escala de medición:** Se utilizo para todos los indicadores una escala de medición de razón.

Variable Dependiente: Propiedades físico-mecánicas del concreto.
(Cuantitativa).

- **Definición conceptual:**

PASTRANA et al. (2019, p. 184) definen a las propiedades físicas del concreto como densidad, porosidad y absorción, los resultados obtenidos deben cumplir la norma ASTM C642.

Carrillo, Alcocer y Aperador (2013, p. 292) “las propiedades mecánicas del concreto son resistencia a la compresión (f_c), resistencia a tensión indirecta (f_t), resistencia a tensión por flexión o módulo de ruptura (f_r) y módulo de elasticidad (E_c)”.

- **Definición operacional:** Los materiales serán analizados mediante su granulometría y después determinar la dosificación para la obtención de las propiedades, serán medidas a través los ensayos correspondientes a la Norma Técnica Peruana 339.239:2009 y la Norma E 0.60 del concreto armado, adicionando aserrín y arcilla expandida.
- **Dimensiones:** Granulometría, Dosificación, Propiedades Físicas, Propiedades Mecánicas.
- **Indicadores:**
 - Curva granulométrica
 - Módulo de finura
 - Relación agua/ cemento
 - Cuanificación de los materiales
 - Asentamiento del concreto o Slump
 - Temperatura del concreto
 - Peso unitario del concreto.
 - Absorción
 - Resistencia a la compresión
 - Resistencia a la flexión
- **Escala de medición:** Se utilizo para todos los indicadores una escala de medición de razón.

Es por ello, que se organizó la Matriz de Operacionalización de variables con dicha información (**Ver Anexo N°3.1, Tabla N°68**)

3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

3.3.1 Población (Contenido-espacio –Tiempo)

Para esta investigación se tiene como población el concreto aplicado a viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.

3.3.2 Muestra y muestreo

3.3.2.1 Técnica de muestreo.

El muestreo es no probabilístico porque la elección depende de las causas relacionadas con las características de la investigación, específicamente es un muestreo por juicio de experto, debido a que la población es heterogénea, además, se basa en la norma ASTM C39 para escoger el número de probetas, el especialista verificará y evaluará nuestros instrumentos que se aplicará en las muestras en función al porcentaje de adición de arcilla y aserrín.

3.3.2.2 Muestra

De acuerdo con la norma ASTM C39 se utilizará una probeta o testigo de concreto, lo cual se tendrá que elaborar 3 probetas por cada cantidad de adición, lo cual varía de acuerdo el porcentaje de arcilla expandida utilizada, siendo de 1.5%, 5% y 10% de reemplazo en relación con el volumen del agregado grueso; y la adición de aserrín se hará en cantidades de 0.5%, 2.5% y 5% con respecto al peso del agregado fino, las fibras de aserrín como aditivo fue recolectado en la maderera Merino en Trujillo y arcilla fue adquirida de la empresa proveedora llamada "Agriplant S.R.L.". Además, el concreto para viviendas de un nivel, se utilizará cemento Pacasmayo tipo I, agregados fino y grueso por la cantera El Milagro con tamaño máximo nominal de 3/4", agua potable de la localidad de Trujillo, la relación de agua/cemento y otros factores o serán obtenidos al realizar el diseño de mezcla.

3.3.2.3 Tamaño de muestra

Para realizar el ensayo a compresión, según la norma ASTM C39 se deben elaborar 3 probetas por cada porcentaje de adición de arcilla expandida y aserrín, en esta investigación se usaron probetas cilíndricas de medidas: 30cm de altura x 15cm de diámetro y 20cm de alto x 10cm de diámetro, según lo establecido por la norma ASTM C31. Para cada porcentaje de adición de arcilla expandida y aserrín. Dando en total 36 probetas cilíndricas para el ensayo a compresión, adicionalmente se necesitarán otras 24 probetas rectangulares para realizar el ensayo a flexión.

Tabla 3. Cantidad de probetas cilíndricas con adición de arcilla expandida y aserrín

% adición de aserrín	% adición de arcilla	Ruptura a los días			Total
		7	14	28	
0	0	3	3	3	9
0.5	1.5	3	3	3	9
2.5	5	3	3	3	9
5	10	3	3	3	9
Total					36

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Por cada porcentaje se elaboran 3 probetas evaluadas a 7,14 y 28 días de curado.

Tabla 4. Cantidad de probetas rectangulares tipo Viga con adición de arcilla expandida y aserrín

% adición de aserrín	% adición de arcilla	Ruptura a los días		Total
		7	28	
0	0	3	3	6
0.5	1.5	3	3	6
2.5	5	3	3	6
5	10	3	3	6
Total				24

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Por cada porcentaje se elaboran 3 probetas rectangulares evaluadas a 7 y 28 días de curado, además al tener dos variables independientes las cuales son la adición de arcilla expandida y la adición de aserrín, se debe realizar las combinaciones para calcular el total de probetas.

3.3.3 Unidad de análisis

Se utilizaron 2 tipos de probetas cilíndricas de diferente medida y un tipo de probetas en forma rectangular. La primera tenía unas medidas de: 30cm de altura x 15cm de diámetro y la otra de 20cm de altura x 10cm de diámetro.

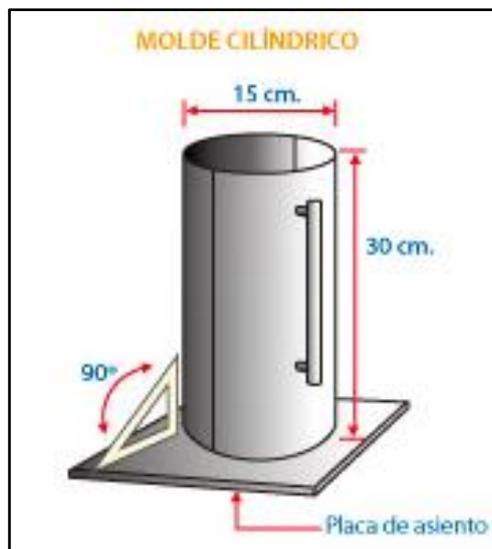


Figura 4. Medidas de probeta cilíndrica según norma ASTM C39

Fuente: Boletín Construyendo N17 Aceros Arequipa.



Figura 5. Moldes cilíndricos para concreto.

Además, se utilizó una probeta rectangular de medidas: 15 cm de altura x 15cm de ancho y 50 cm de largo. Para cada porcentaje de adición de arcilla expandida y aserrín.



Figura 6. Molde rectangular para concreto.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

3.4.1. Técnica de recolección de datos

Esta investigación utilizará la técnica de observación experimental no participativa directa, siendo esta sistemática o estructurada, debido a que se recopilarán datos de los ensayos requeridos para la investigación con la disposición de instrumentos y aparatos normados para medir las variables.

3.4.2. Instrumento de recolección de datos:

Partiendo de las técnicas de recolección de datos presentadas, siendo esta la observación experimental, los instrumentos que se tienen para la recopilación de datos son los siguiente:

Para los porcentajes de adición de arcilla expandida y aserrín y denotar la cantidad en relación al resto de materiales se usará la ficha de datos 1 (Anexo 4.1). Para reportar los datos obtenidos mediante el ensayo de granulometría se usará la hoja de fichas de datos 2 (Anexo 4.2). En la

elaboración del diseño de mezcla en la cual se verá la dosificación (relación a/c) se usará la hoja de fichas de datos 3 (Anexo 4.3); para ambas partes se hará uso de una balanza y recipientes de plástico.

Los datos que corresponden a propiedades físicas serán anotados en las guías de observación 1 y 2 respectivamente, como es el caso del asentamiento (Anexo 4.4), temperatura del concreto en estado fresco (Anexo 4.5). En lo que concierne a las propiedades mecánicas, se hará uso de la guía de observación 3 para transcribir los valores de la prensa hidráulica al romper la probeta (Anexo 4.6) en el ensayo a compresión; y la guía de observación 4 (Anexo 4.7) para transcribir los valores del ensayo a flexión.

De igual manera, para la etapa de análisis de datos se hará un recopilatorio de los resultados obtenidos en las etapas anteriores para fines de comparación, para ello el instrumento será la ficha de recolección de datos 1 (Anexo 4.1).

Equipos técnicos

- Balanza
- Horno
- Recipientes
- Tamices del 3/8" al 100
- Equipo para ruptura de probetas cilíndricas a compresión
- Equipo para ruptura de probetas rectangulares a flexión.
- Estanque para curado de testigos

Tabla 5. Instrumentos y validaciones

ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN (Dimensiones)	INSTRUMENTOS	VALIDACIÓN/ CONFIABILIDAD
Porcentaje de adición de arcilla y aserrín	<ul style="list-style-type: none"> • Hoja de fichas de datos 1 	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos
Granulometría	<ul style="list-style-type: none"> • Hoja de fichas de datos 2 	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos NPT 400.01 NPT 400.02 NPT 33.185
Dosificación	<ul style="list-style-type: none"> • Hoja de fichas de datos 3 	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos.
Propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de observación 1 • Guía de observación 2 	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos. • ASTM c143 • NTP 339.184 • NTP 339.046 • NTP 339.232.2010
Propiedades mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de observación 3 • Guía de observación 4 	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos. • • ASTM C39 • ASTM C31 • NTP 339.078

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3. Validación del instrumento de recolección de datos:

Los instrumentos de recolección de datos a emplear en el proyecto serán validados a través del juicio de experto por ingenieros especialistas en el campo de la investigación, los cuales poseen amplia experiencia y conocimientos para los estudios respectivos y además ya han realizado trabajos relacionados al proyecto. Las hojas de fichas de datos 1 y 2 tienen la validación por parte del ingeniero colegiado Jhon Kevin Mercado Cruz con CIP 278081 y el ingeniero Josualdo Villar Quiroz con CIP 106997. (Anexo 5.1 y 5.2); así mismo para todos los instrumentos tendrán 3 validaciones, una por cada ingeniero, como parte del juicio de expertos.

3.4.4. Confiabilidad del instrumento de recolección de datos:

- Los equipos utilizados el peso de los agregados (balanza electrónica) garantizará su confiabilidad a través del certificado de calibración correspondiente. (Anexo N° 6)
- Los datos proporcionados por la máquina para realizar ensayo a compresión (prensa hidráulica), garantizará su confiabilidad mediante del certificado de calibración correspondiente y por jefe de laboratorio. (Anexo N° 6)

3.5. Procedimientos

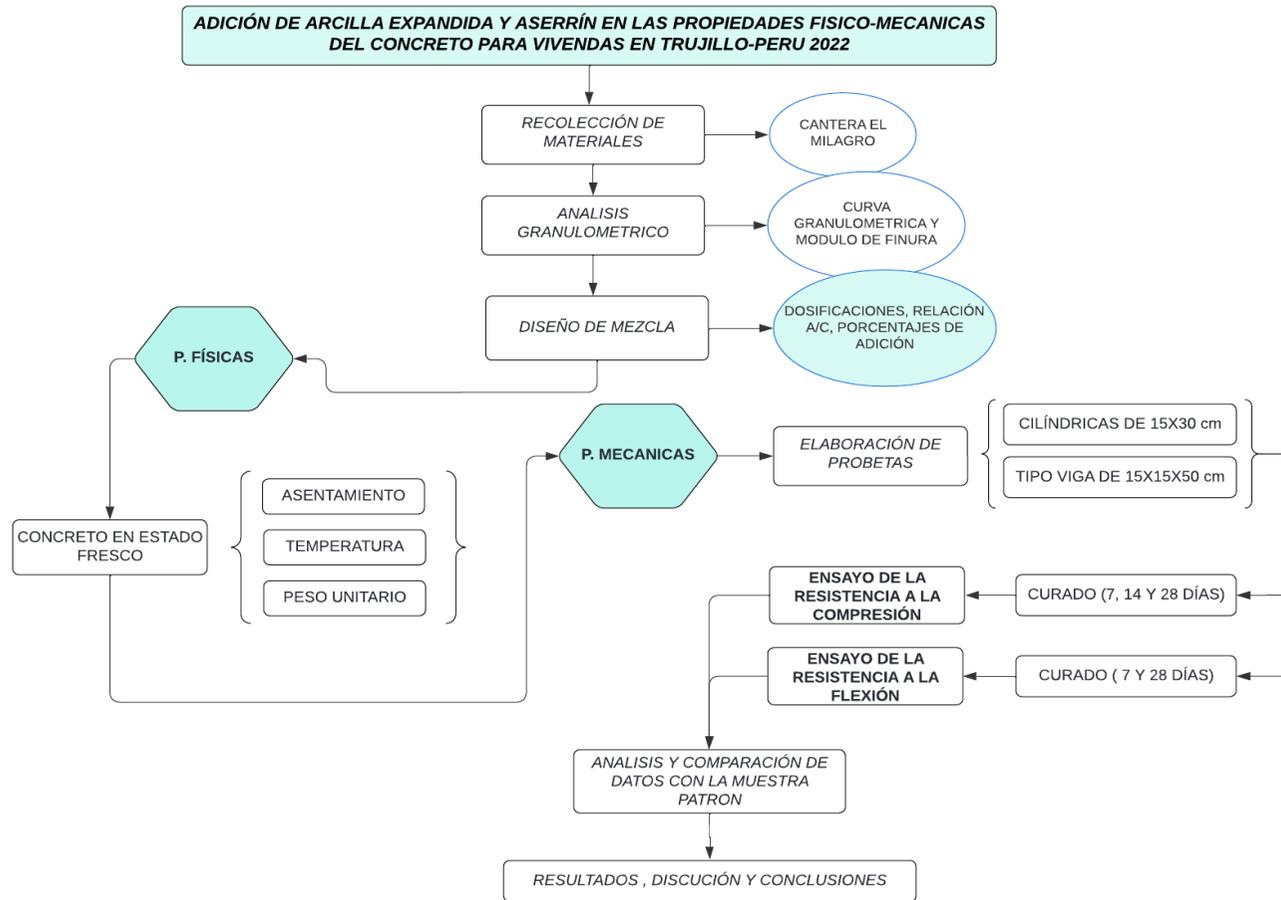


Figura 7. Organizador visual del procedimiento.

Nota: El procesamiento de la información se ha realizado en su mayoría mediante hojas de cálculo del programa Microsoft Excel.

3.5.1 Obtención de los materiales

El material utilizado como sustitución del agregado grueso fue obtenido de la empresa proveedora llamada "Agriplant S.R.L." la cual tiene la arcilla expandida que es el agregado más usado en la jardinería, pero también en la construcción, así mismo por la compra de sus productos nos brinda la ficha técnica del material, en donde se encuentra tamizado y procesado según lo requiera el producto como su granulometría. Además, está la cantera de donde extrajimos el material, la cantera "El Milagro" la cual se ubica en el distrito de El milagro - Trujillo, en el kilómetro 583 de la auxiliar de la Panamericana Norte. Por otro lado, para el aserrín se consiguió de una carpintería; para este trabajo se ha utilizado piedra chancada con tamaño máximo nomas de ½" y arena gruesa convencional para trabajos de construcción.

3.5.2. Determinación de la granulometría de las partículas. Método del tamizado (NTP 400.012)

Este ensayo consiste básicamente en dividir las partículas de una muestra de material seco por medio de una serie de tamices, los cuales son unos recipientes con aberturas de un mismo tamaño) estos recipientes se ordenan de manera decreciente. Se usa en diseños de mezcla para elaborar concreto principalmente analizado el agregado grueso (piedra) y el fino (arena). Sin embargo, partiendo de su definición también se realizó con la arcilla expandida. La cual, si bien es cierto ya viene con un diámetro promedio mostrado por el proveedor, es importante conocer más a fondo el diámetro máximo y mínimo de las partículas con las que se trabajará. Esto a su vez tiene relación con la calidad del material adquirido.

3.5.2.1. Procedimiento

➤ EL primer paso es secar la muestra (para el agregado grueso el tamaño de la muestra mínima es de 2 kg para diámetro de ½" y para el agregado fino es 0.5 kg considerando un diámetro menor a 3/8") a una temperatura constante de 110 °C con un margen de +- 5 °C. En la mayoría de laboratorios de utilizan hornos eléctricos.

- Se seleccionarán tamaños adecuados de tamices, el uso de tamices adicionales puede ser necesario para obtener otra información, tal como módulo de fineza o para regular la cantidad de material sobre un tamiz. Encajar los tamices en orden de abertura decreciente desde la tapa hasta el fondo y colocar la muestra sobre el tamiz superior. Agitar los tamices manualmente o por medio de un aparato mecánico por un período suficiente.
- Se seleccionarán tamaños adecuados de tamices, el uso de tamices adicionales puede Limitar la cantidad de material sobre el tamiz utilizado de tal manera que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar la abertura del tamiz un número de veces durante la operación de tamizado.
- Continuar el tamizado por un período suficiente, de tal manera que al final no más del 1 % de la masa del residuo sobre uno de los tamices, pasará a través de él durante 1 min de tamizado manual como sigue: Sostener firmemente el tamiz individual con su tapa y fondo bien ajustado en posición ligeramente inclinada en una mano. Golpear el filo contra el talón de la otra mano con un movimiento hacia arriba y a una velocidad de cerca de 50 veces por min, girando el tamiz un sexto de una revolución por cada 25 golpes.
- Calcular el porcentaje que pasa, los porcentajes totales retenidos, o los porcentajes sobre cada tamiz, aproximando al 0,1 % más cercano de la masa seca inicial de la muestra.

3.5.3. Determinación del Asentamiento Del Concreto Fresco (NTP 339.035 / ASTM C 143)

3.5.3.1. Procedimiento

- EL primer paso es colocar los instrumentos manuales, materiales y otros equipos en el lugar donde se realizará los trabajos, tomando las medidas necesarias como los equipos de protección personal, así como otros necesarios para no dañar los ambientes tales como plástico para cubrir el suelo y las paredes.
- Al tener la mezcla de concreto lista se da un ligera pasada con un trapo

húmedo al interior de cono de Abrams para que se realice de manera más fácil el ensayo, luego se procede a adoptar la postura de sujeción del cono la cual es teniendo ambas manos sujetando los lados y apoyando los pies sobre las orejas del cono para que de esta manera hacer presión y evitemos la salida del concreto por donde no debe.

- Procedemos a llenar el cono una tercera parte a la vez, resultando en 3 capas que han sido chuseadas con una varilla de fierro 5/8" 25 veces por capa.
- Una vez lleno el cono, se retira el molde con cuidado y continuamos con medir el asentamiento que experimenta la masa de hormigón colocada en su interior.
- Ayudándose con el cono para medir, se coloca este de cabeza y se posiciona la varilla a nivel del cono sobresaliendo un extremo sobre la mezcla.
- Este ensayo se realizó en 2 ocasiones por cada diseño de mezcla, el primero con las cantidades específicas para el concreto patrón $f'c$ 210 kg/cm², y los otros tres fue con adición de aserrín al 5% y arcilla al 0.5%, aserrín al 10% y arcilla al 1.0%, aserrín al 15% y arcilla al 1.5%, etc. Así se pudo obtener 20 diferentes asentamientos y poder compararlos.

3.5.4. Determinación de la resistencia a la comprensión del concreto (NTP 339.034 / ASTM C 39)

3.5.4.1. Procedimiento

- Los ensayos de resistencia a la comprensión de las muestras deben haber pasado por una poza de curado por 7, 14 o 28 días, pero si uno desea que lleguen al 100% de la resistencia requerida tiene que estar 28 días, después de ese tiempo determinado se retira la probeta de concreto de la poza de curado, obtenemos el tiempo para poder romperla en la maquina por lo menos más o menos 20 horas.
- Posteriormente se identifica la probeta del concreto con la fecha de vaciado y la resistencia requerida, después se seca con un trapo de franela

y se procede a pesar, medir la altura, diámetro con un vernier.

➤ El siguiente pase sería comprimir la probeta de concreto en la máquina de compresión axial, antes de introducir la probeta las bases de neopreno se colocan en la base inferior y debe estar centrada, luego se coloca la probeta y se coloca la base de la parte superior, después se cierra la máquina.

➤ La misma máquina tiene una pantalla digital donde la persona especializada para hacer ese tipo de ensayo, hace avanzar el piso hasta que esté cerca de la base superior, todo ello lo dirige desde la pantalla digital, después llega a la base superior se detiene la máquina para tarar la fuerza, donde en la pantalla digital observamos que fuerza de falla y esfuerzo máximo deben estar en 0, después se procede a comprimir haciendo clic en inicio de prueba para realizar la compresión de la probeta hasta que nos de cuanto está soportando en kg / cm^2 aumento hasta que la probeta llegue a su fractura total, podremos determinar el tipo de rotura.

3.5.5. Determinación de la resistencia a la tracción del concreto (NTP 339.084 / ASTM C 496)

3.5.5.1. Procedimiento

➤ Las muestras de concreto deben haber pasado por un curado de agua de 7 días, seguido de 21 días de secado al aire a 23°C a 20°C y 50% hasta 5% de humedad relativa, dando 28 días listo para poder hacer el ensayo.

➤ Después de los 28 días de curado se procede a tomar las medidas con un vernier de la altura y el diámetro de la muestra cilíndrica, luego se dibuja una línea diametral en la muestra para saber que se encuentra en el mismo plano axial en todo momento, luego se coloca la tira de rodamiento como auxiliar, para colocar la muestra en la máquina de prueba.

➤ Posterior a ello, se coloca la otra tira de rodamiento encima de la muestra cilíndrica para después colocar la tapa de soporte y verificar que todo este alineado para que la fuerza de tracción se encuentre en todo el cilindro.

➤ Se va aplicando una carga continua hasta que llegue el punto de rotura,

después se toma las lecturas de la pantalla digital donde muestra la carga máxima y su resistencia máxima soportada, de igual manera la maquina nos da el grafico de carga y tiempo y su tipo de rotura que obtiene.

3.6. Método de análisis de datos

Para la recaudación de datos, como es una investigación que emplea la observación experimental, se utilizará la técnica de estadística descriptiva ya que, en los resultados obtenidos serán mostrados en tablas de frecuencia y gráficos estadísticos, por ello para la granulometría se utilizó una tabla de frecuencia y un gráfico de líneas u ojiva. Así mismo para la dosificación se plasmó en tablas, mientras que para los ensayos de resistencia a la compresión y flexión se utilizó los histogramas. Por ello se realizó un análisis estadístico de los datos que se obtuvieron para los resultados de las variables porcentaje de humedad a la edad de 7, 14 y 28 días, resistencia a compresión de los testigos cilíndricos de ambos tamaños a la edad de 7, 14 y 28 días y resistencia a flexión en especímenes prismáticos (de tipo viga) de concreto a la edad de 7 y 28 días.

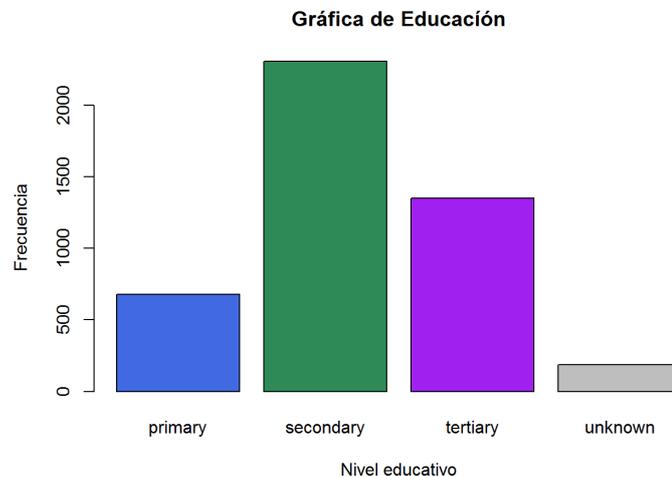


Figura 8. Gráfico de barras.

Fuente: R para principiantes.

Nota: Estos gráficos son muy utilizados por ser simples de elaborar, comparan dos o valores o más representándolos como barras con tamaños variables.

3.6.1 Prueba de Varianza

El nombre completo es Análisis estadístico de varianza y Prueba de Rango Múltiple de Tukey. Guarda similitud con el Análisis de Varianza (ANOVA) ya que es uno de los métodos estadísticos más utilizados en la investigación moderna. Esta prueba es empleado al momento de verificar la hipótesis, cuando esta es para dos o más medias poblacionales; de tal manera que permite probar si dos o más medias muestrales pertenecen o no a la misma población. En caso las medias muestrales tienen diferencia estadística (los valores de desviación estándar) entonces significa que pertenecen a diferentes poblaciones, dicho de manera sencilla, si los resultados de una misma población son distintos en cierto valor, entonces no son de la misma población o existieron errores al momento de realizar los cálculos de los resultados. Esta prueba consiste en la descomposición de la variación total existente de cada variable cuantitativa en sus componentes llamados fuentes de variabilidad. Para el caso de este trabajo, las fuentes de variabilidad serán: adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto, lo cual pertenece a un diseño experimental llamado experimento puro.

ENSAYO N°	FECHA DE ELAB.	FECHA DE ENSAYO	IDENT.	CARGA DE ROTURA (Kg.)	DIÁMETRO (cm)	RESIST. MAX. (Kg/cm ²)	% OBTENIDO DE f'c
01	13/05/2017	20/05/2017	PT - 7D - 01	31000.000	15.170	171.280	82%
02	13/05/2017	20/05/2017	PT - 7D - 02	30000.000	15.200	165.101	79%
03	13/05/2017	20/05/2017	PT - 7D - 03	33000.000	15.280	179.714	86%
04	13/05/2017	20/05/2017	PT - 7D - 04	28000.000	15.190	154.297	73%
05	13/05/2017	20/05/2017	PT - 7D - 05	29000.000	15.210	159.388	76%
06	13/05/2017	20/05/2017	PT - 7D - 06	32000.000	15.200	176.108	84%
07	13/05/2017	20/05/2017	PT - 7D - 07	30000.000	15.190	165.318	79%
08	13/05/2017	20/05/2017	PT - 7D - 06	32500.000	15.130	180.518	86%
09	13/05/2017	20/05/2017	PT - 7D - 08	33000.000	15.090	184.268	88%
10	13/05/2017	20/05/2017	PT - 7D - 09	29500.000	15.170	162.992	78%

Figura 9. Resistencia a compresión de especímenes cilíndricos ensayados a la edad de 7 días- Tratamiento de curado por inmersión.

Fuente: López Jenny 2017.

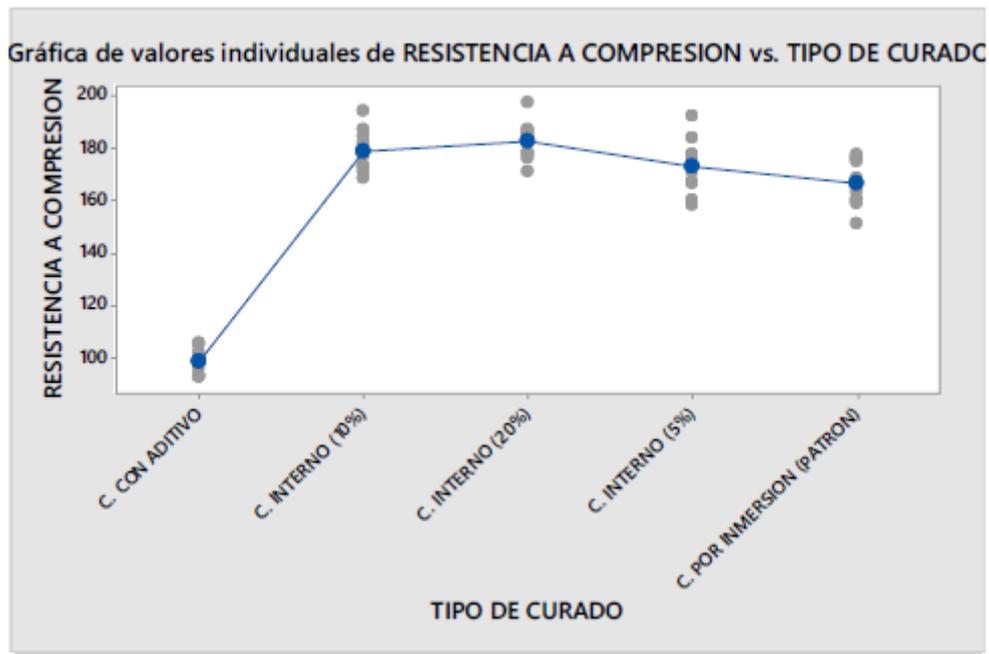


Figura 10. Ejemplo de cuadro de análisis de datos que corresponde a resistencia a compresión de especímenes cilíndricos ensayados a la edad de 7 días- Tratamiento de curado por inmersión.

Fuente: López Jenny 2017.

Respecto a las Pruebas de Rango Múltiple (PRM) son pruebas estadísticas que permiten conocer la diferencia estadística entre las medias muestrales de los tratamientos que se estudian; por lo tanto, se usan cuando en la tabla de análisis de varianza se encuentra significación estadística en la fuente de variación respectiva. Para nuestro caso se usó la PRM de Tukey (al nivel de 95% de confianza) para la fuente de tratamientos; ya que dicha fuente mostró significación estadística en el ANOVA; siendo esta prueba más exigente que otras como la PRM de Duncan.

3.6.2 Desviación estándar (S)

La desviación estándar es cuan diferente son los resultados de un mismo proceso, como es el caso de los datos obtenidos en los ensayos a compresión al romper las probetas, se obtienen valores distintos por diversos factores además de los porcentajes de adición de arcilla y aserrín. Es decir, de las 3 probetas con 0.5% de aserrín y 1.5% de arcilla expandida, curadas y ensayadas a los 28 días, se tendrán diferentes valores de $f'c$

cuando en papel supuestamente de debería conseguir los mismos valores que todos los factores participantes debieron ser los mismos. Para obtener la desviación estándar de los datos obtenidos se aplica la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{(X_1 - X_p)^2 + (X_2 - X_p)^2 + \dots + (X_n - X_p)^2}{n - 1}}$$

donde:

S = Desviación estándar.

n = Número de ensayos de la serie.

X₁, X₂, X_n = Resultados de resistencia de muestras de ensayos individuales.

X_P = Promedio de todos los ensayos individuales de una serie.

Figura 11. Fórmula para hallar la desviación estándar.

Fuente: Bárbara y García, 2018.

3.6.3 Coeficiente de variación (V)

El coeficiente de variación se obtiene de la división de la desviación estándar y la media aritmética de las muestras, con lo cual se obtiene un valor de que tan confiable fueron los trabajos realizados en el laboratorio, debiendo arrojar un valor no mayor al 5% para que dichos datos puedan considerarse confiables.

$$V = \frac{S \times 100}{X_p}$$

donde:

V = Coeficiente de variación (%)

S = Desviación estándar

X_p = Media aritmética

Figura 12. Fórmula para hallar el coeficiente de variación (v).

Fuente: Bárbara y García, 2018.

Grados de control	Coef. de variación
Obtenible sólo en ensayos de laboratorio bien controlados	5%
Excelente en obra	10 a 12 %
Bueno	15%
Regular	18%
Inferior	20%
Malo	25%

Figura 13. Valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control.

Fuente: Díaz Miguel, 2010.

Desviación estándar y coeficiente de variación para ensayos a compresión con Cemento Pórtland Tipo I .				
Rel a/c	Edad (días)	Rc Promedio (kg/cm ²)	S (kg/cm ²)	Coef. de variación (%)
0,45	3	284	13,83	4,86
	7	373	18,30	4,90
	14	412	13,29	3,23
	28	424	7,31	1,73
	56	464	21,00	4,52
0,52	3	268	13,11	4,89
	7	347	15,75	4,54
	14	373	13,39	3,59
	28	392	7,40	1,89
	56	441	21,67	4,92
0,59	3	238	11,60	4,87
	7	316	13,15	4,16
	14	336	11,63	3,46
	28	360	10,27	2,85
	56	400	19,64	4,91

Figura 14. Desviación estándar y coeficiente de variación para muestras cilíndricas ensayadas a compresión.

Fuente: Díaz Miguel, 2010.

3.7. Aspectos éticos

Los valores éticos y la moral son indispensables al ejecutar cualquier investigación, ya que partiendo del principio de que la especie humana es un ser moral y la investigación es un acto propio de los humanos. Principios como la justicia y la autonomía fueron aplicados en el presente proyecto de investigación y por ello se tiene que toda la información recopilada de otros autores se encuentra respectivamente citados conforme lo especifica la normativo ISO 690 y 690-II; (que es la que rige el campo de los estudios en la ingeniería) para dar validación y con esto no existan dudas de que no se haya respetado la labor de otras personas. Este trabajo evidencia su legitimidad y que sea una copia en la evaluación por el programa TURNITIN (ver anexo N°14) el cual nos da un resultado de similitud con otros trabajos de un 22%; valor menor que el 25 % que establece nuestra institución, por ende, se da conformidad y se muestra que se respetó la ética y moral en todo sentido.

3.8. Desarrollo

3.8.1 Porcentaje de adición de arcilla expandida y aserrín

Llegado al punto de la investigación en el que era necesario conseguir los insumos y materiales para llevarlos al laboratorio de ensayos, era necesario cuantificar la cantidad que sería necesaria, ya que se bien es cierto se conoce los porcentajes a utilizar, esto no representa un valor en unidades practicas tales como masa o volumen. Es por ello que en base a los valores de la tabla de cálculo de materiales (Ver anexo 11) fue posible cuantificar los porcentajes de 1.5%, 5% y 10% de arcilla expandida con respecto a la cantidad de agregado grueso (piedra) y los porcentajes 0.5%, 2.5% y 5% de aserrín con respecto a la cantidad del agregado fino (arena gruesa). Primero hallando dichas equivalencias para un m³ de concreto y con ello pudiendo conocer los valores para la cantidad de concreto que se usará en para realizar la investigación. Netamente esto se realizó por medio del uso de Excel ya que facilita mucho los cálculos y presentación de estos para la etapa de desarrollo.

Luego, era necesario conseguir los insumos y materiales para llevarlos al laboratorio de ensayos, se toparon con una dificultad, la cual fue conseguir la arcilla expandida. Este producto es muy usado en el extranjero y en las ciudades un poco más desarrolladas que Trujillo, caso Lima. Siendo así que la búsqueda de un proveedor para este material tomó alrededor de una semana, por medio de internet en páginas de venta, en Facebook y de manera presencial buscando en algunos mercados botánicos, finalmente fue en el Marketplace de Facebook en donde encontramos el anuncio de venta de arcilla expandida en la ciudad de Trujillo con stock disponible para compra inmediata.

Agriplant srl
15 de agosto de 2019

ARCITEK, Arcilla Expandida

La ARCITEK es un agregado de arcilla de peso ligero aislante derivada de una expansión en un horno rotatorio a 1200 °C. De forma redondeada con poros muy pequeños que permite una buena absorción de agua y de excelente durabilidad. Ideal para plantas ornamentales, así como la horticultura e hidropónica de alto rendimiento.

Precio X mayor y X menor... Ver más

Especialistas en Invernaderos
Productos para Viveros e Invernaderos

Agriplant s.r.l.
www.agriplant.com.pe

T. 719-2418 / 719-2419
ventas@agriplant.com.pe
Av. Primavera 120 Of. B-404, Surco

ARCITEK, Arcilla Expandida

La ARCITEK es un agregado de arcilla de peso ligero aislante derivada de una expansión en un horno rotatorio a 1200 °C. De forma redondeada con poros muy pequeños que permite una buena absorción de agua y de excelente durabilidad. Ideal para plantas ornamentales, así como la horticultura e hidropónica de alto rendimiento.

Características:

- Material es un producto natural y ligero.
- Material incombustible, no inflamable.
- Inalterable con el tiempo.
- De baja densidad y alta resistencia superficial.
- No acumula sales
- De conductividad eléctrica es baja.



Ligero Resistente Aislante Aislante Resistente Ecológico

Figura 15. Anuncio de venta de arcilla expandida de la empresa Agriplant srl.

De esta manera se logró conseguir la arcilla expandida con un costo de 5 soles por litro, necesitándose para realizar el trabajo una cantidad de 62 litros dando un total de 310.00 soles. Posteriormente el material fue llevado al laboratorio para los respectivos trabajos.

Especialistas en Invernaderos
Productos para Viveros e Invernaderos

Agriplant s.r.l.
www.agriplant.com.pe

T. 719-2418 / 719-2419
ventas@agriplant.com.pe
Av. Primavera 120 Of. B-404, Surco

ARCITEK, Arcilla Expandida

La ARCITEK es un agregado de arcilla de peso ligero aislante derivada de una expansión en un horno rotatorio a 1200 °C. De forma redondeada con poros muy pequeños que permite una buena absorción de agua y de excelente durabilidad. Ideal para plantas ornamentales, así como la horticultura e hidropónica de alto rendimiento.

Características:

- Material es un producto natural y ligero.
- Material incombustible, no inflamable.
- Inalterable con el tiempo.
- De baja densidad y alta resistencia superficial.
- No acumula sales
- De conductividad eléctrica es baja.



Ligero Resistente Aislante acústico Aislante térmico Resistente al fuego Ecológico

Usos:
Excelente en geotecnia, agricultura y paisajismo, en particular drenaje, vertederos, florerías y cubiertas ajardinadas.

Producto	Granulometría	pH	Presentación	Volumen	Procedencia
ARCITEK	Fina (4.0/8.0 mm)	Neutro	Bolsa	50 Litros	PORTUGAL
	Mini (8.0 /12.5 mm)				
	Plus (8.0/16.0 mm)				

719-2418 / 719-2419
ventas@agriplant.com.pe
Av. Primavera 120 Of. B-404, Surco

Agriplant s.r.l.
www.agriplant.com.pe

Especialistas en Invernaderos
Productos para Viveros e Invernaderos

Figura 16. Infografía sobre la arcilla expandida que vende la empresa Agriplant srl.

Nota: Para esta investigación se ha adquirido la arcilla de granulometría Plus cuyo tamaño de partículas se encuentra entre los 8.0 a 16.0 mm (1/2") de diámetro.



Figura 17. Estudiante con los materiales para que se usarán en el laboratorio para elaborar el concreto.

Estudiante con los materiales para que se usarán en el laboratorio para elaborar el concreto.

Para este punto se tuvo que esperar a los resultados de la granulometría de los agregados del laboratorio, ya que con ello se determinó la dosificación, en donde se detalla la cantidad de cada material.

3.8.2 Granulometría

La granulometría de los agregados grueso, fino y arcilla expandida. Este ensayo se realizó en el laboratorio a manos del personal que labora allí y con la participación de los tesisistas a pedido de los mismo.

Primeramente, empieza con un proceso de lavado de los materiales indicados, después es colocado en recipientes para llevarlo al horno eléctrico y tenga un proceso de secado, después de 24 horas en el horno es sacado y se deja enfriar a temperatura ambiente. Los tamices utilizados

para hacer la granulometría del agregado grueso y de la arcilla expandida comprende desde el tamiz 4 pulg hasta el tamiz n° 16 y el plato.



Figura 18. Tamices utilizados para el ensayo granulométrico del agregado grueso y la arcilla expandida.

Después se pesa la cantidad que tiene cada tamiz y procedemos anotar el resultado. Así mismo, se realiza para el agregado fino donde los tamices utilizados para hacer la granulometría comprenden desde el tamiz 3/8 pulg hasta el tamiz n° 100 y el plato.



Figura 19. Tesista utilizando los tamices para el ensayo granulométrico del agregado fino.

3.8.3 Dosificación

Para el proceso de sacar la dosificación o diseño de mezcla se realiza después de obtener los datos de la granulometría, la absorción y peso unitario de los agregados, donde se determina por medio de un cálculo el proporcionamiento del diseño de mezcla, en este caso el laboratorio brindo el diseño de mezcla de la muestra patrón y con ello se trabajo para las siguientes dosificaciones de los diferentes porcentajes de aserrín y arcilla expandida. **(Anexo N° 4.2., Ficha de datos 2 y Anexo N° 4.2.1.)**

	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG
38	MUESTRA PATRON PROBETA										
39											Relación Agua / Cemento
40	CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA							
41	2.88 kg	5.71 kg	7.56 kg	1.96 lts						Agua	1.96 lts
42										Cemento	2.88 kg
43										A =	0.681
44	0.5-1.5										
45				0.5-1.5						C	
46	CEMENTO	AGREGADO FINO	ASERRIN	AGREGADO GRUESO	ARCILLA EXPANDIDA	AGUA					
47	2.88 kg	5.68 kg	0.03 kg	7.44 kg	0.11 kg	1.96 lts					
48											
49	2.5-5										
50				2.5-5							
51	CEMENTO	AGREGADO FINO	ASERRIN	AGREGADO GRUESO	ARCILLA EXPANDIDA	AGUA					
52	2.88 kg	5.57 kg	0.14 kg	7.18 kg	0.38 kg	1.96 lts					
53											
54	5-10										
55				5-10							
56	CEMENTO	AGREGADO FINO	ASERRIN	AGREGADO GRUESO	ARCILLA EXPANDIDA	AGUA					
57	2.88 kg	5.42 kg	0.29 kg	6.80 kg	0.76 kg	1.96 lts					
58											

Figura 20. Excel utilizado para determinar la dosificación de los porcentajes de arcilla expandida y aserrín.

Mediante el Excel se determinó la cantidad necesaria que se utilizó en total para la elaboración de las probetas cilíndricas y rectangulares. Por ejemplo para determinar que cantidad se usará en la primer porcentaje de 0.5% de aserrín y 1.5% de arcilla expandida, se tomo como referencia la muestra patrón con 2.88 Kg de cemento, 5.71Kg de agregado fino , 7.56 Kg de Agregado grueso y 1.96 litros de agua, entonces como la arcilla expandida sustituye 1.5% del agregado grueso se hizo el siguiente calculo:

Agregado grueso: 7.56 kg (muestra patrón)

$$\Rightarrow \text{Arcilla expandida} = 1.5\% * 7.56 = 0.11 \text{ kg}$$

$$\Rightarrow \text{Agregado grueso} = 98.5\% * 7.56 = 7.44 \text{ kg}$$

\therefore La suma de esos dos resultados debería ser igual a la cantidad de agregado grueso utilizado en la muestra patrón.

$$\Rightarrow 0.11 \text{ kg de arcilla expandida} + 7.44 \text{ kg de agregado grueso} = 7.56 \text{ kg.}$$

Así sucesivamente para todas las dosificaciones de la arcilla expandida y el aserrín se hace el mismo procedimiento:

Agregado fino: 5.71 kg (muestra patrón)

⇒ Aserrín = $0.5\% * 5.71 = 5.68 \text{ kg}$

⇒ Agregado fino = $99.5\% * 5.71 = 0.03 \text{ kg}$

∴ La suma de esos dos resultados debería ser igual a la cantidad de agregado grueso utilizado en la muestra patrón.

⇒ $0.03 \text{ kg de aserrín} + 5.68 \text{ kg de agregado fino} = 5.71 \text{ kg}$.

Así sucesivamente se determinó la cantidad para las siguientes dosificaciones del aserrín.

3.8.4 Propiedades físicas

Ensayo para Asentamiento o Slump

Para el proceso de este ensayo se ha hecho uso de la NTP - 339.035 en la que se detalla el paso a paso, materiales y otros insumos necesarios. De manera concisa, los estudiantes con ayuda del personal de laboratorio han preparado la mezcla con la correspondiente cantidad en base a la dosificación de materiales, dicha mezcla fue la misma que sería usada para la elaboración de las probetas, es decir que el material una vez se haya usado para determinar el asentamiento, formaría a ser parte los moldes.



Figura 21. Estudiante realizando la toma de medida del asentamiento.

Una vez teniendo la mezcla batida en el trompo eléctrico y teniendo posicionado el cono de Abrams como es debido, con la parte mas pequeña hacia arriba, se comienza a llenar el cono con mezcla, haciendo esto en 3 capas con 25 chuceadas por cada capa, una vez lleno el cono se retira el exceso de mezcla utilizando la varilla con la que se ha chuceado, luego se procedió a levantar el cono de manera lenta y firme y colocando el mismo a un costado de manera inversa (la parte del diámetro mayor para arriba) se mide con una wincha la diferencia de alturas, para esto se hizo uso también de la varilla para proyectar la altura del cono sobre la altura de la mezcla. De esta manera se obtuvo la medida del asentamiento o slump para un diseño de concreto. Consecuentemente, los resultados se anotaron en el instrumento correspondiente. Este proceso se repitió una vez por cada diseño.

Toma de la temperatura del concreto.

Este proceso es relativamente sencillo ya que únicamente los estudiantes hicieron uso de un termómetro digital brindado por el laboratorio, siendo este un termómetro comúnmente empleado para alimentos. La toma de la temperatura se realizó cuando se tenían llenos los moldes con la mezcla de un respectivo diseño, siendo así que se tomó un total de 3 medidas por cada diseño, indiferente de los días de curado. El proceso consiste básicamente en insertar el termómetro en la mezcla y dejarlo por 5 min, luego se procede a anotar el valor.



Figura 22. Estudiante realizando la toma de temperatura el concreto en estado fresco.

Medición del peso específico del concreto

Para realizar este ensayo se tomó como guía los pasos establecidos por la NTP 339.046, en donde se detalla con exactitud todos los aspectos de este ensayo. De manera resumida, se ha tomado una pequeña muestra de concreto en estado fresco del resto del material del trompo y se ha llenado un recipiente previamente pesado y con volumen calculado, al llenar el recipiente se debe procurar ocupar todo el espacio por lo que se ayudó de una varilla para realizar un proceso de chuceo similar al usado en el asentamiento.



Figura 23. Estudiante realizando el llenado del recipiente con mezcla para luego ser pesado en una balanza.

Luego se pesó el recipiente lleno con concreto y haciendo una resta se pudo obtener el peso del concreto en estado fresco. Después, se divide el peso del concreto entre el volumen del recipiente vacío, consiguiendo así un valor en unidades de masa sobre unidad de volumen, pudiendo ser esto en kg/m^3 o de preferencia gr/cm^3 que fue lo que los estudiantes. Este proceso se realizó un total de 2 veces por cada diseño de mezcla, para luego promediarse y obtener el peso unitario promedio de cada diseño.

3.8.5 Propiedades Mecánicas

Ensayo para resistencia a la compresión

Para realizar este ensayo se tomó como guía los pasos establecidos por la NTP 339.034, en donde se detalla con exactitud todos los aspectos de este ensayo. Los investigadores partieron de tener la mezcla preparada en el trompo con su respectiva dosificación, para luego llenar los moldes ya sean cilíndricos grandes o los pequeños, haciéndose en 3 capas y chuceado cada una 2 veces. Corresponden 3 probetas para un diseño y para un tiempo de curado en específico, llegando así a las 34 probetas cilíndricas.



Figura 24. Estudiante realizando el llenado del recipiente con mezcla para luego ser pesado en una balanza.



Figura 25. Probetas cilíndricas recién llenadas de concreto con distintos diseños. Una vez pasada las 24 horas se procedió a desmontar los moldes con mucho cuidado para conseguir el testigo de concreto y que este no tenga fracturas, inmediatamente después se colocó en la piscina de curado no sin antes escribir sobre una marca para diferenciarlo de los demás.



Figura 26. Estudiantes señalando los especímenes cilíndricos en la piscina de curado.

Pasado los días de curado respectivos para el diseño 7, 14 o 28 días se retiró el testigo de la piscina para llevarlo a la máquina de compresión, la cual es en principio, una prensa hidráulica. Antes de colocarla en la prensa se debe retirar el exceso de agua. El manejo, colocación, y seguimiento del proceso de ruptura fue realizado por el personal de laboratorio, quien está calificado para realizar dicho trabajo, el cual es un poco riesgoso. En esta máquina se aplica una carga que va aumentando gradualmente hasta que la probeta llega al punto de ruptura, ese dato se anotó en la respectiva ficha de datos. El mismo proceso de colocación y ruptura se repitió para todos los especímenes.

Una vez se tuvo el valor de la carga aplicada esta se dividió entre el área superior de la probeta para así conseguir la resistencia la cual se expresa en una medida de masa por unidad de área (kg/cm^2 o tn/m^2). De manera general se obtuvieron valores similares para el mismo diseño y la misma fecha de curado, lo cual es correcto. El mismo proceso de cálculo se repitió para todos los especímenes. Luego de eso siguió el trabajo de gabinete que consiste en hacer los respectivos cálculos del promedio y creación de tablas.

Ensayo para resistencia a la flexión

Para realizar este ensayo se tomó como guía los pasos establecidos por la NTP 339.078, en donde se detalla con exactitud todos los aspectos de este

ensayo. Los investigadores partieron de tener la mezcla preparada en el trompo con su respectiva dosificación, para luego llenar los moldes de tipo viga, haciéndose en 3 capas y chuceado cada una 2 veces. Corresponden 3 probetas para un diseño y para un tiempo de curado en específico, a las 26 probetas de tipo viga.



Figura 27. Proceso de llenado de los moldes de tipo viga.

Una vez pasada las 24 horas se procedió a desmontar los moldes con mucho cuidado para conseguir el testigo de concreto y que este no tenga fracturas, inmediatamente después se colocó en la piscina de curado no sin antes escribir sobre una marca para diferenciarlo de los demás.



Figura 28. Estudiantes señalando los especímenes de tipo viga en la piscina de curado.

Pasado los días de curado respectivos para el diseño 7 o 28 días se retiró el testigo de la piscina para llevarlo a la máquina de compresión, la cual es en principio, una prensa hidráulica. Lo mismo que para la compresión, pero se cambia un accesorio en la punta del pistón. Antes de colocarla en la prensa se debe retirar el exceso de agua. El manejo, colocación, y seguimiento del proceso de ruptura fue realizado por el personal de laboratorio, quien está calificado para realizar dicho trabajo, el cual es un poco riesgoso. En esta máquina se aplica una carga que va aumentando gradualmente hasta que la probeta llega al punto de ruptura, ese dato se anotó en la respectiva ficha de datos. El mismo proceso de colocación y ruptura se repitió para todos los especímenes.



Figura 29. Estudiante señalando la marca en la probeta de tipo viga la cual contiene la fecha de creación y diseño de mezcla.



Figura 30. Estudiantes frente a la prensa luego de haber ensayado un espécimen de tipo viga.

Una vez se tuvo el valor de la carga aplicada esta se dividió entre el área superior de la probeta para así conseguir la resistencia la cual se llama módulo de rotura y expresa en una medida de masa por unidad de área (kg/cm^2 o tn/m^2). De manera general se obtuvieron valores similares para el mismo diseño y la misma fecha de curado, lo cual es correcto. El mismo proceso de cálculo se repitió para todos los especímenes. Luego de eso siguió el trabajo de gabinete que consiste en hacer los respectivos cálculos del promedio y creación de tablas.

IV. RESULTADOS

En esta sección se mostraron los resultados de la adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo.

4.1. Dimensión: Porcentaje de adición de arcilla expandida y aserrín.

Tabla 6. *Porcentajes de adición de aserrín y arcilla expandida*

% de Adición de Aserrín	% de Adición de Arcilla Expandida
0.5	1.5
2.5	5
5	10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. *Valores de porcentaje de adición de aserrín y arcilla expandida*

F'c= kg/cm2	% adición de arcilla	% adición de aserrín	Proporción C:A:P	Materiales por m3					
				Cemento (bls)	Arena (m3)	Piedra (m3)	Agua (m3)	Arcilla (lt)	Aserrín (kg)
210	0.00	0.00	1:1.9:1.9	9.73	0.52	0.53	0.186	0	0
	1.50	0.50						7.95	6.73
	5.00	2.50						26.50	33.67
	10.00	5.00						53.00	67.34

Fuente: Elaboración propia

4.2. Dimensión: Granulometría

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO:

Tabla 8. *Análisis Granulométrico del Agregado Grueso*

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa	Requisito de % que pasa
4 plg	100.000	0.00	0.00	0.00	100.00	-
3 1/2 plg	90.000	0.00	0.00	0.00	100.00	-
3 plg	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	-
2 1/2 plg	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	-
2 plg	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	-
1 1/2 plg	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	-
1 plg	25.400	63.90	2.56	2.56	97.44	100 - 100
3/4 plg	19.050	633.90	25.35	27.91	72.09	90 - 100
1/2 plg	12.700	893.80	35.75	63.66	36.34	-
3/8 plg	9.525	314.50	12.58	76.24	23.76	20 - 55
No 4	4.178	584.00	23.36	99.60	0.40	0 - 10
No 8	2.360	8.90	0.36	99.96	0.04	0 - 5
No 16	1.180	0.10	0.00	99.96	0.04	-
PLATO		0.90	0.04	100.00	0.00	
Total		2500.00	100.00			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. *Módulo de Finura del Agregado Grueso*

Contenido de Humedad	Módulo de Finura	Tamaño Máximo	Tamaño Máximo Nominal	HUSO 67
0.48%	7.04	1 plg	3/4 plg = 19.050 mm	

Fuente: Elaboración propia.

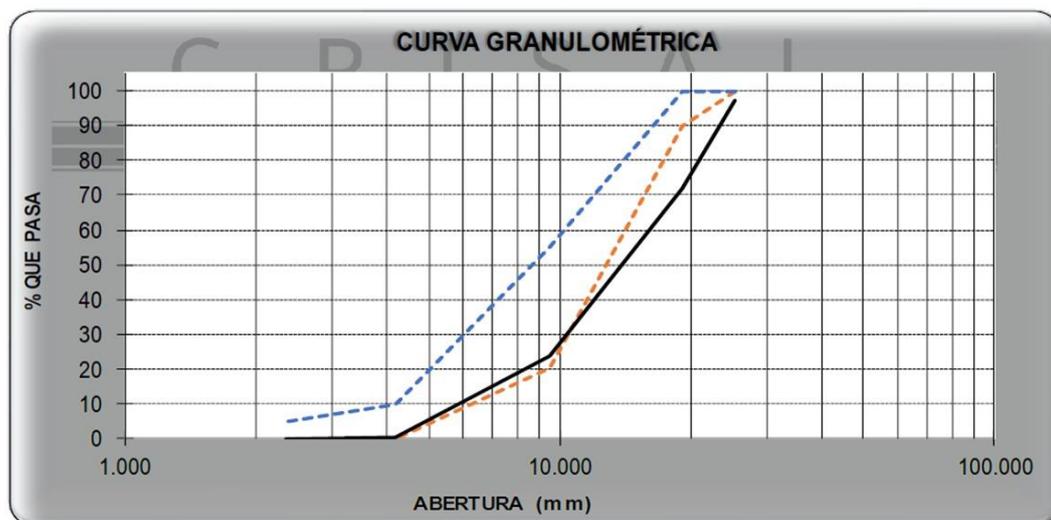


Figura 31. Curva Granulométrica del Agregado grueso.

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO:

Tabla 10. Análisis Granulométrico del Agregado Fino

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa	Requisito de % que pasa
3/8 "	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100
No 4	4.178	56.70	11.34	11.34	88.66	95 - 100
No 8	2.360	84.10	16.82	28.16	71.84	80 - 100
No 16	1.180	64.80	12.96	41.12	58.88	50 - 85
No 30	0.600	52.20	10.44	51.56	48.44	25 - 60
No 50	0.300	213.30	42.66	94.22	5.78	5 -- 30
No 100	0.150	28.70	5.74	99.96	0.04	0 - 10
PLATO		0.20	0.04	100.00	0.00	
Total		500.00	100.00			

Fuente: Elaboración propia.

Contenido de Humedad	Módulo de Finura	Tamaño Máximo	Tamaño Máximo Nominal
0.52%	3.26	3/8"	No 8 = 2.360 mm

Fuente: Elaboración propia.

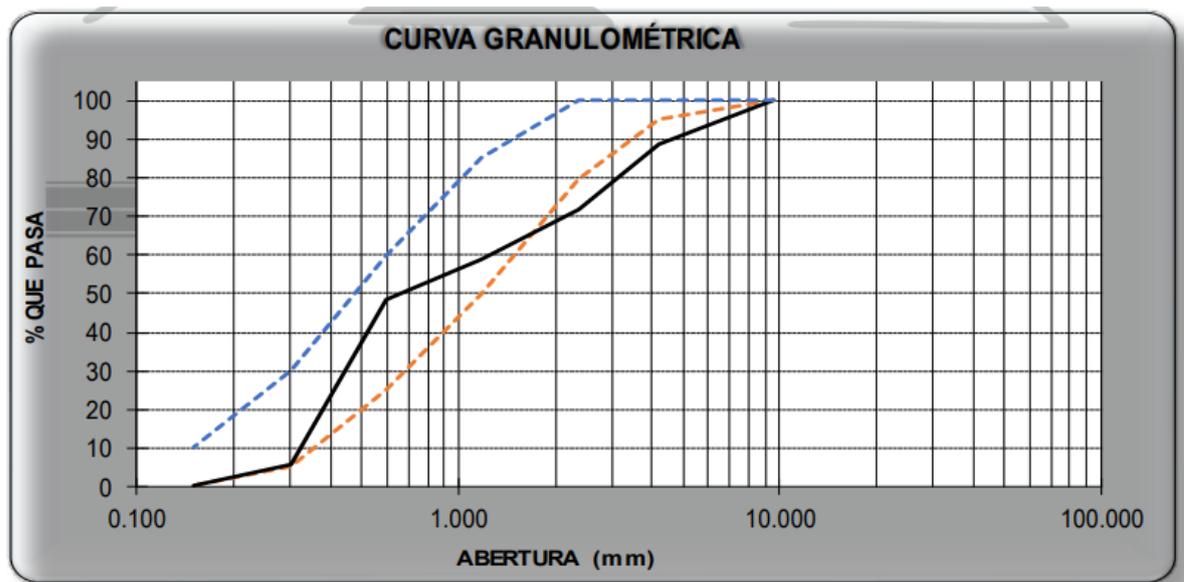


Figura 32. Curva Granulométrica del Agregado fino.

GRANULOMETRÍA DE LA ARCILLA EXPANDIDA:

Tabla 11. Análisis Granulométrico de la Arcilla Expandida

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
4 plg	100.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3 1/2 plg	90.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3 plg	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2 plg	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2 plg	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2 plg	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1 plg	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4 plg	19.050	24.33	3.04	3.04	96.96
1/2 plg	12.700	678.00	84.75	87.79	12.21
3/8 plg	9.525	87.20	10.90	98.69	1.31
No 4	4.178	10.47	1.31	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00
Total		800.00	100.00		

Fuente: Elaboración propia.

Contenido de Humedad	Módulo de Finura	Tamaño Máximo	Tamaño Máximo Nominal
0.22%	6.70	3/4"	3/4 plg = 19.05 mm

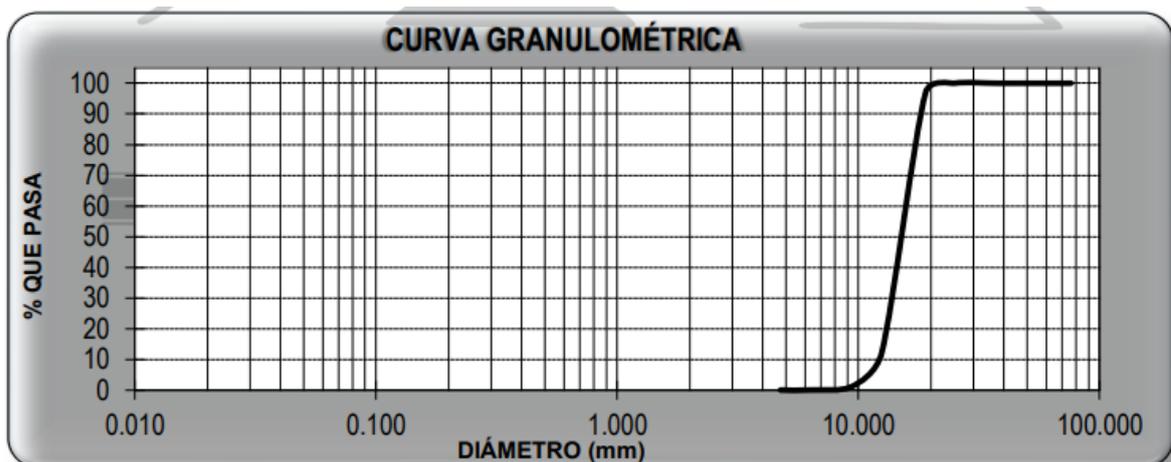


Figura 33. Curva Granulométrica de la Arcilla Expandida.

4.3. Dimensión: Dosificación

Tabla 12. *Proporciones para el Diseño de Mezcla*

CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA
367.12 Kg	728.28 Kg	964.00 Kg	249.54 lts
0.125 m ³	0.281 m ³	0.372 m ³	0.250 m ³
151 kg	301.15 kg	398.62 kg	103.19 lts
4 bolsas	11 latas/baldes	14 latas/ baldes	4 latas/baldes

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. *Proporciones del Diseño en Peso*

1	:	1.98	:	2.63	:	31.67 lts/bolsa
---	---	------	---	------	---	-----------------

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. *Relación Agua y Cemento*

Agua	1.96	lts
Cemento	2.88	kg
A / C =	0.681	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. *Diseño de Mezcla de la muestra patrón para cada probeta cilíndrica*

CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA
2.88 kg	5.71 kg	7.56 kg	1.96 lts

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. *Diseño de Mezcla para la adición de la muestra 0.5% de aserrín y 1.5% de arcilla expandida para probetas cilíndricas*

0.5% Aserrín - 1.5% Arcilla Expandida					
CEMENTO	AGREGADO FINO	ASERRIN	AGREGADO GRUESO	ARCILLA EXPANDIDA	AGUA
2.88 kg	5.68 kg	0.03 kg	7.44 kg	0.11 kg	1.96 lts

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. *Diseño de Mezcla para la adición de la muestra 2.5% de aserrín y 5% de arcilla expandida para probetas cilíndricas*

2.5% Aserrín - 5% Arcilla Expandida					
CEMENTO	AGREGADO	ASERRIN	AGREGADO	ARCILLA	AGUA

	FINO		GRUESO	EXPANDIDA	
2.88 kg	5.57 kg	0.14 kg	7.18 kg	0.38 kg	1.96 lts

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. *Diseño de Mezcla para la adición de la muestra 5% de aserrín y 10% de arcilla expandida para probetas cilíndricas*

5% Aserrín - 10% Arcilla Expandida					
CEMENTO	AGREGADO FINO	ASERRIN	AGREGADO GRUESO	ARCILLA EXPANDIDA	AGUA
2.88 kg	5.42 kg	0.29 kg	6.80 kg	0.76 kg	1.96 lts

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. *Cantidad de muestra total utilizada para cada 3 probetas cilíndricas por porcentaje de aserrín y arcilla expandida.*

Cantidad 0.5 - 1.5		Cantidad 2.5 - 5		Cantidad 5 - 10		TOTAL
Aserrín	0.086 kg	Aserrín	0.428 kg	Aserrín	0.856 kg	1.370 kg
Arcilla Expandida	0.340 kg	Arcilla Expandida	1.133 kg	Arcilla Expandida	2.267 kg	3.740 kg

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. *Diseño de Mezcla de la muestra patrón para cada probeta rectangular*

CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA
13.63 kg	27.04 kg	35.79 kg	9.26 lts

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. *Diseño de Mezcla para la adición de la muestra 0.5% de aserrín y 1.5% de arcilla expandida para probetas rectangulares*

0.5% Aserrín - 1.5% Arcilla Expandida					
CEMENTO	AGREGADO FINO	ASERRIN	AGREGADO GRUESO	ARCILLA EXPANDIDA	AGUA
13.63 kg	26.90 kg	0.14 kg	35.25 kg	0.54 kg	9.26 lts

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. *Diseño de Mezcla para la adición de la muestra 2.5% de aserrín y 5%*

de arcilla expandida para probetas rectangulares

2.5% Aserrín - 5% Arcilla Expandida					
CEMENTO	AGREGADO FINO	ASERRIN	AGREGADO GRUESO	ARCILLA EXPANDIDA	AGUA
13.63 kg	26.36 kg	0.68 kg	34.00 kg	1.79 kg	9.26 lts

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. *Diseño de Mezcla para la adición de la muestra 5% de aserrín y 10% de arcilla expandida para probetas rectangulares*

5% Aserrín - 10% Arcilla Expandida					
CEMENTO	AGREGADO FINO	ASERRIN	AGREGADO GRUESO	ARCILLA EXPANDIDA	AGUA
13.63 kg	25.69 kg	1.35 kg	32.21 kg	3.58 kg	9.26 lts

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. *Cantidad de muestra total utilizada para 3 probetas rectangulares por porcentaje de aserrín y arcilla expandida.*

Cantidad 0.5 - 1.5		Cantidad 2.5 - 5		Cantidad 5 - 10		TOTAL
Aserrín	0.270 kg	Aserrín	1.352 kg	Aserrín	2.704 kg	4.326 kg
Arcilla Expandida	1.074 kg	Arcilla Expandida	3.579 kg	Arcilla Expandida	7.158 kg	11.810 kg

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Dimensión: Propiedades Físicas

Asentamiento del Concreto en estado fresco o Slump.

Tabla 25. *Asentamiento del Concreto en estado fresco*

	Muestra Patrón		Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida		Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida		Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida	
	in	cm	in	cm	in	cm	in	cm
Asentamiento Obtenido	4	10.2	3.5	8.9	2.75	7.0	1.5	3.8

Fuente: Elaboración propia.

Temperatura del concreto.

Tabla 26. *Temperatura del concreto en estado fresco*

	Muestra N°	Temperatura °C	Temperatura Promedio °C
Muestra Patrón	1	21.9	21.9
	2	21.8	
	3	21.9	
Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida	1	21.4	21.4
	2	21.5	
	3	21.4	
Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida	1	21.1	21.2
	2	21.2	
	3	21.2	
Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida	1	22.6	22.6
	2	22.5	
	3	22.6	

Fuente: Elaboración propia.

Peso Unitario del concreto en estado fresco.

Tabla 27. *Peso Unitario del concreto*

Muestra N°	Muestra Patrón		Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida		Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida		Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Peso Unitario (gr/cm ³)	2.371	2.377	2.218	2.214	2.046	2.055	1.879	1.874
Peso Unitario Pomedio (gr/cm ³)	2.37		2.22		2.05		1.88	

Fuente: Elaboración propia.

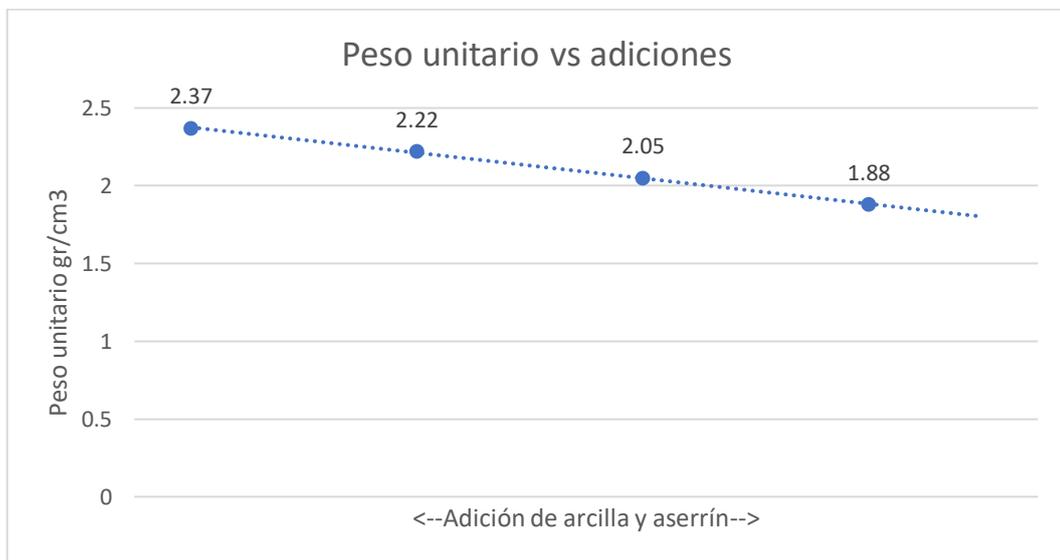


Figura 34. Diagrama del peso unitario de las muestras en función a la adición de arcilla expandida y aserrín

4.5. Dimensión: Propiedades Mecánicas

Resistencia a la Compresión

➤ **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS:**

Tabla 28. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón a los 7 días

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN											
Nº de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	COLUMNAS	210	24/10/2022	31/10/2022	7	124.68	12709.48	10.03	79.01	160.86	76.60
02	COLUMNAS	210	24/10/2022	31/10/2022	7	121.75	12410.81	10.12	80.44	154.29	73.47
03	COLUMNAS	210	24/10/2022	31/10/2022	7	119.32	12163.10	10.07	79.64	152.72	72.72

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29.1. Resumen y análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón a los 7 días

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	f'c promedio kg/cm ²	f'c promedio Mpa	Varianza	Desv. Est.	Coef. Variac.
1	160.86	155.96	15.29	18.65	4.32	2.77
2	154.29					
3	152.72					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 7 días

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO +0.5% ASERRIN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA											
Nº de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	COLUMNAS	210	25/10/2022	01/11/2022	7	225.22	22958.21	15.10	179.08	128.20	61.05
02	COLUMNAS	210	25/10/2022	01/11/2022	7	230.03	23448.52	15.12	179.55	130.59	62.19
03	COLUMNAS	210	25/10/2022	01/11/2022	7	248.99	25381.24	15.04	177.66	142.87	68.03

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 7 días

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	f'c promedio	f'c promedio Mpa	Varianza	Desv. Est.	Coef. Variac.
1	128.2	133.89	13.13	61.95	7.87	5.88
2	130.59					
3	142.87					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 7 días

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO +2.5% ASERRIN + 5% ARCILLA EXPANDIDA											
Nº de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	COLUMNAS	210	25/10/2022	01/11/2022	7	110.84	11298.67	15.04	177.66	63.60	30.28
02	COLUMNAS	210	25/10/2022	01/11/2022	7	117.35	11962.28	15.21	181.70	65.84	31.35
03	COLUMNAS	210	25/10/2022	01/11/2022	7	112.22	11439.35	15.13	179.79	63.63	30.30

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 7 días

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	f'c promedio	f'c promedio Mpa	Varianza	Desv. Est.	Coef. Variac.
1	63.6	64.36	6.31	1.65	1.28	2.00
2	65.84					
3	63.63					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 7 días

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO +5% ASERRIN + 10% ARCILLA EXPANDIDA											
Nº de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	COLUMNAS	210	24/10/2022	31/10/2022	7	103.13	10512.74	15.20	181.46	57.93	27.59
02	COLUMNAS	210	24/10/2022	31/10/2022	7	109.28	11139.65	15.12	179.55	62.04	29.54
03	COLUMNAS	210	24/10/2022	31/10/2022	7	106.30	10835.88	15.07	178.37	60.75	28.93

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 7 días

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	f'c promedio	f'c promedio Mpa	Varianza	Desv. Est.	Coef. Variac.
1	57.93	60.24	5.91	4.42	2.10	3.49
2	62.04					
3	60.75					

Fuente: Elaboración propia.

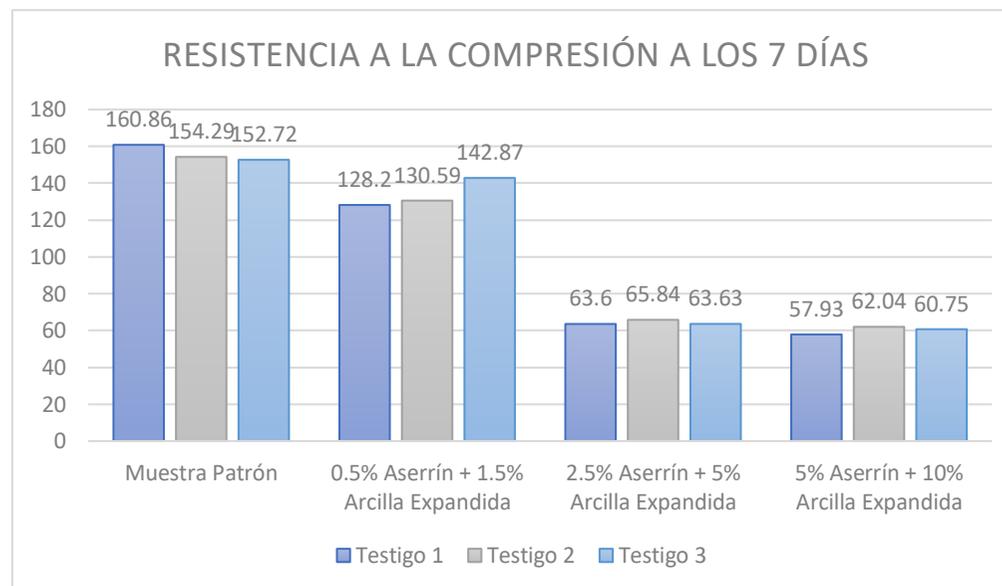


Figura 35. Diagrama comparativo de todos los diseños para Resistencia a la Compresión a los 7 días.

➤ **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS:**

Tabla 36. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón a los 14 días

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN											
Nº de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	COLUMNAS	210	20/10/2022	03/11/2022	14	138.11	14078.49	10.08	79.80	176.42	84.01

02	COLUMNAS	210	20/10/2022	03/11/2022	14	146.03	14885.83	10.05	79.33	187.65	89.36
03	COLUMNAS	210	20/10/2022	03/11/2022	14	144.63	14743.12	10.10	80.12	184.02	87.63

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón a los 14 días

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	f'c promedio	f'c promedio Mpa	Varianza	Desv. Est.	Coef. Variac.
1	176.42	182.70	17.92	32.84	5.73	3.14
2	187.65					
3	184.02					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 14 días

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO +0.5% ASERRIN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA											
Nº de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	COLUMNAS	210	20/10/2022	03/11/2022	14	129.70	13221.20	10.07	79.64	166.01	79.05
02	COLUMNAS	210	20/10/2022	03/11/2022	14	118.20	12048.93	10.04	79.17	152.19	72.47
03	COLUMNAS	210	20/10/2022	03/11/2022	14	125.25	12767.58	10.12	80.44	158.73	75.59

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 14 días

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	f'c promedio	f'c promedio Mpa	Varianza	Desv. Est.	Coef. Variac.
1	166.01	158.98	15.59	47.79	6.91	4.35
2	152.19					
3	158.73					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 14 días

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO +2.5% ASERRIN + 5% ARCILLA EXPANDIDA											
Nº de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	COLUMNA S	210	19/10/2022	02/11/2022	14	119.68	12199.80	15.10	179.08	68.13	32.44
02	COLUMNA S	210	19/10/2022	02/11/2022	14	134.50	13710.50	15.01	176.95	77.48	36.90
03	COLUMNA S	210	19/10/2022	02/11/2022	14	125.64	12807.34	15.13	179.79	71.23	33.92

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 14 días

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	f'c promedio	f'c promedio Mpa	Varianza	Desv. Est.	Coef. Variac.
1	68.13	72.28	7.09	22.68	4.76	6.59
2	77.48					
3	71.23					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 14 días

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO +5% ASERRIN + 10% ARCILLA EXPANDIDA											
Nº de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	COLUMNAS	210	19/10/2022	02/11/2022	14	120.64	12297.66	15.12	179.55	68.49	32.61
02	COLUMNAS	210	19/10/2022	02/11/2022	14	140.65	14337.41	15.21	181.70	78.91	37.58
03	COLUMNAS	210	19/10/2022	02/11/2022	14	126.98	12943.93	15.04	177.66	72.86	34.69

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +5% Aserrín + 10%

Arcilla Expandida a los 14 días

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	f'c promedio	f'c promedio Mpa	Varianza	Desv. Est.	Coef. Variac.
1	68.49	73.42	7.20	27.38	5.23	7.13
2	78.91					
3	72.86					

Fuente: Elaboración propia.

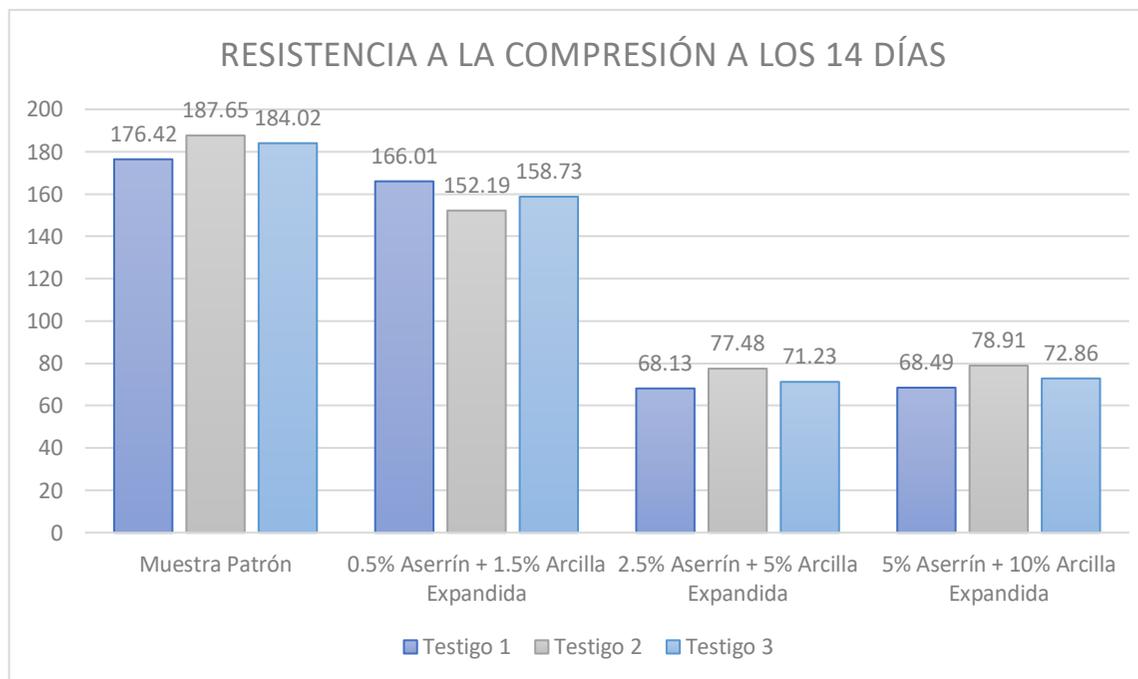


Figura 36. Diagrama comparativo de todos los diseños para Resistencia a la Compresión a los 14 días.

➤ **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS:**

Tabla 44. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón a los 28 días

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN											
Nº de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	COLUMNAS	210	21/10/2022	18/11/2022	28	397.12	40481.14	15.02	177.19	228.47	108.79
02	COLUMNAS	210	21/10/2022	18/11/2022	28	404.63	41246.69	15.10	179.08	230.33	109.68
03	COLUMNAS	210	21/10/2022	18/11/2022	28	409.98	41792.05	15.08	178.60	233.99	111.42

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45.1 Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón a los 28 días

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	f'c promedio	f'c promedio Mpa	Varianza	Desv. Est.	Coef. Variac.
1	228.47	230.93	22.65	7.89	2.81	1.22
2	230.33					
3	233.99					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 28 días

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO +0.5% ASERRIN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA											
Nº de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	COLUMNAS	210	22/10/2022	19/11/2022	28	138.80	14148.83	10.10	80.12	176.60	84.09
02	COLUMNAS	210	22/10/2022	19/11/2022	28	133.76	13635.07	10.05	79.33	171.88	81.85
03	COLUMNAS	210	22/10/2022	19/11/2022	28	146.49	14932.72	10.06	79.49	187.87	89.46

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 28 días

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	f'c promedio	f'c promedio Mpa	Varianza	Desv. Est.	Coef. Variac.
1	176.6	178.78	17.53	67.50	8.22	4.60
2	171.88					
3	187.87					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 28 días

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO +2.5% ASERRIN + 5% ARCILLA EXPANDIDA											
Nº de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	COLUMNAS	210	22/10/2022	19/11/2022	28	73.46	7488.28	10.00	78.54	95.34	45.40
02	COLUMNAS	210	22/10/2022	19/11/2022	28	79.46	8099.90	10.00	78.54	103.13	49.11
03	COLUMNAS	210	22/10/2022	19/11/2022	28	70.00	7135.58	10.00	78.54	90.85	43.26

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 28 días

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	f'c promedio	f'c promedio Mpa	Varianza	Desv. Est.	Coef. Variac.
1	95.34	96.44	9.46	38.61	6.21	6.44
2	103.13					
3	90.85					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50. Resultado del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 28 días

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO +5% ASERRIN + 10% ARCILLA EXPANDIDA											
Nº de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	COLUMNAS	210	21/10/2022	18/11/2022	28	149.50	15239.55	15.20	181.46	83.98	39.99
02	COLUMNAS	210	21/10/2022	18/11/2022	28	142.50	14525.99	15.12	179.55	80.90	38.52
03	COLUMNAS	210	21/10/2022	18/11/2022	28	147.62	15047.91	15.07	178.37	84.36	40.17

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51.1 Resumen y Análisis de Resultado del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 28 días

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	f'c promedio	f'c promedio Mpa	Varianza	Desv. Est.	Coef. Variac.
1	83.98	83.08	8.15	3.60	1.90	2.28
2	80.9					
3	84.36					

Fuente: Elaboración propia.

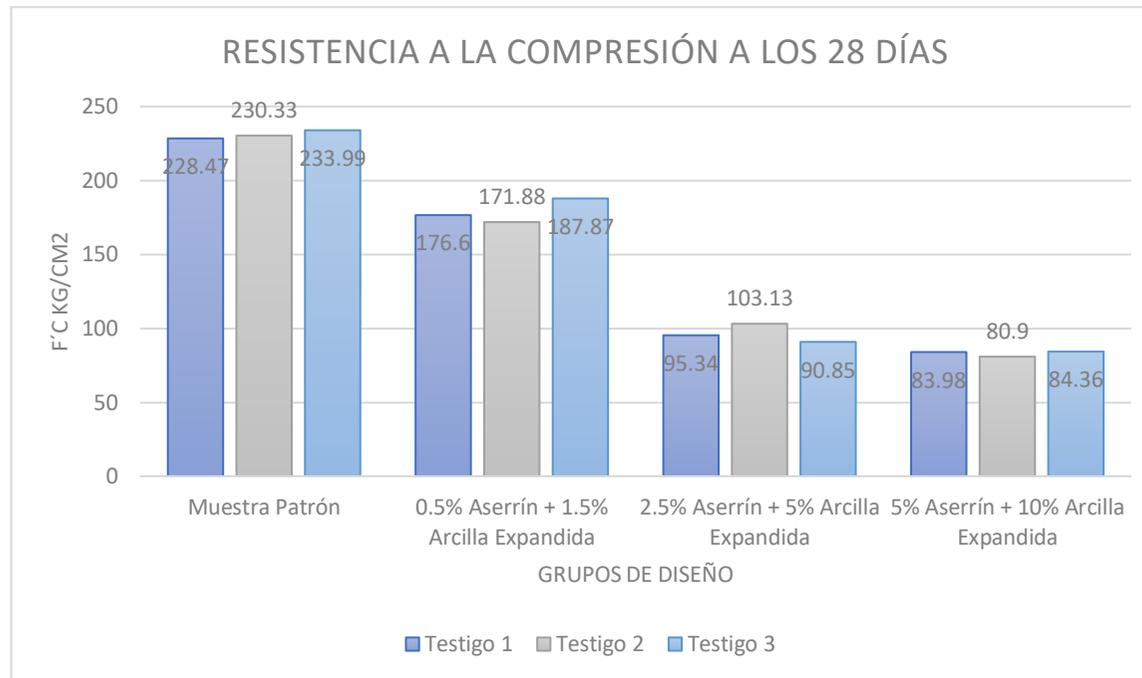


Figura 37. Diagrama comparativo de todos los diseños para Resistencia a la Compresión a los 28 días.

Tabla 39. Resumen de la resistencia promedio a la compresión para todos los diseños de mezcla y todos los días de curado.

Diseño	Edad	F'c prom	Desv. est.	Coef. Variac.
0% aserrín + 0% arcilla exp.	7	155.96	4.32	2.77
	14	182.70	5.73	3.14
	28	230.93	7.89	2.81
0.5% aserrín + 1.5% arcilla exp.	7	133.89	7.87	5.88
	14	158.98	5.73	4.35
	28	178.78	8.22	4.60
2.5% aserrín + 5% arcilla exp.	7	64.36	1.28	2.00
	14	72.28	4.76	6.59
	28	96.44	6.21	6.44
5% aserrín + 10% arcilla exp.	7	60.24	2.10	3.49
	14	73.42	5.23	7.13
	28	83.08	1.90	2.28

Fuente: Elaboración propia

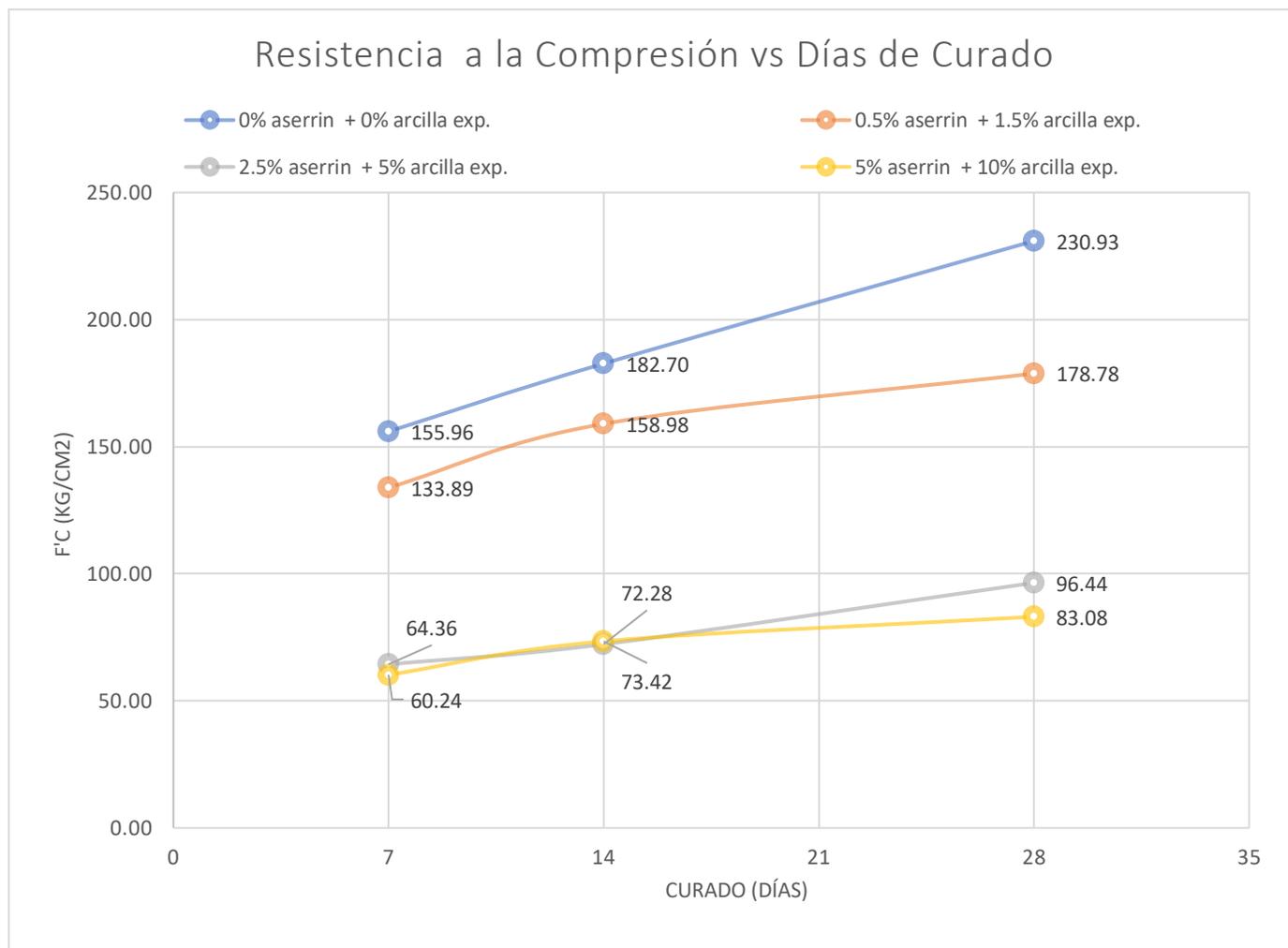


Figura 38. Diagrama comparativo de todos los diseños para todos los días de curado de los ensayos a compresión.

Resistencia a la Flexión

➤ RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 7 DÍAS:

Tabla 52. Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto Patrón a los 7 días

RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DEL CONCRETO PATRON							
Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	2.64
01	BLOQUE DE CONCRETO (PATRÓN)	7	1890.56	18.54	2.53	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
02	BLOQUE DE CONCRETO (PATRÓN)	7	2057.79	20.18	2.75	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm ²)	26.40
03	BLOQUE DE CONCRETO (PATRÓN)	7	1976.22	19.38	2.64		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 53.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto Patrón a los 7 días

Nº de Testigo	Mod. Rot. Mpa	Mod. Rot. Promedio (Mpa)	f'c promedio Kg/cm ²	Varianza	Desv. Est.	Coef. Variac.
1	2.53	2.64	26.92	0.01	0.11	4.17
2	2.75					
3	2.64					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 54. Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 7 días

RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DEL CONCRETO+ 0.5%ASERRÍN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA							
Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
01	BLOQUES DE CONCRETO+ 0.5%ASERRÍN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA	7	1804.90	17.70	2.41		2.45
02	BLOQUES DE CONCRETO+ 0.5%ASERRÍN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA	7	2030.26	19.91	2.71		24.48
03	BLOQUES DE CONCRETO+ 0.5%ASERRÍN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA	7	1660.10	16.28	2.22	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm2)	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 7 días

Nº de Testigo	Mod. Rot. Mpa	Mod. Rot. Promedio (Mpa)	f'c promedio Kg/cm2	Varianza	Desv. Est.	Coef. Variac.
1	2.41	2.45	24.47	0.06	0.25	10.10
2	2.71					
3	2.22					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56. Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 7 días

RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DEL CONCRETO+ 2.5%ASERRÍN + 5% ARCILLA EXPANDIDA							
Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	2.07
01	BLOQUES DE CONCRETO+ 2.5%ASERRÍN + 5% ARCILLA EXPANDIDA	7	1605.04	15.74	2.15	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
02	BLOQUES DE CONCRETO+ 2.5%ASERRÍN + 5% ARCILLA EXPANDIDA	7	1493.89	14.65	2.00	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm2)	20.68
03	BLOQUES DE CONCRETO+ 2.5%ASERRÍN + 5% ARCILLA EXPANDIDA	7	1541.82	15.12	2.06		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 7 días

Nº de Testigo	Mod. Rot. Mpa	Mod. Rot. Promedio (Mpa)	f'c promedio Kg/cm2	Varianza	Desv. Est.	Coef. Variac.
1	2.15	2.07	20.70	0.01	0.08	3.65
2	2.00					
3	2.06					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 58. Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 7 días

RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DEL CONCRETO+ 5%ASERRÍN + 10% ARCILLA EXPANDIDA							
Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	1.94
01	BLOQUES DE CONCRETO+ 5%ASERRÍN + 10% ARCILLA EXPANDIDA	7	1460.24	14.32	1.95	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
02	BLOQUES DE CONCRETO+ 5%ASERRÍN + 10% ARCILLA EXPANDIDA	7	1443.92	14.16	1.93	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm2)	19.39
03	BLOQUES DE CONCRETO+ 5%ASERRÍN + 10% ARCILLA EXPANDIDA	7	1449.02	14.21	1.94		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 7 días

Nº de Testigo	Mod. Rot. Mpa	Mod. Rot. Promedio (Mpa)	f'c promedio Kg/cm2	Varianza	Desv. Est.	Coef. Variac.
1	1.95	1.94	19.40	0.0001	0.01	0.52
2	1.93					
3	1.94					

Fuente: Elaboración propia.

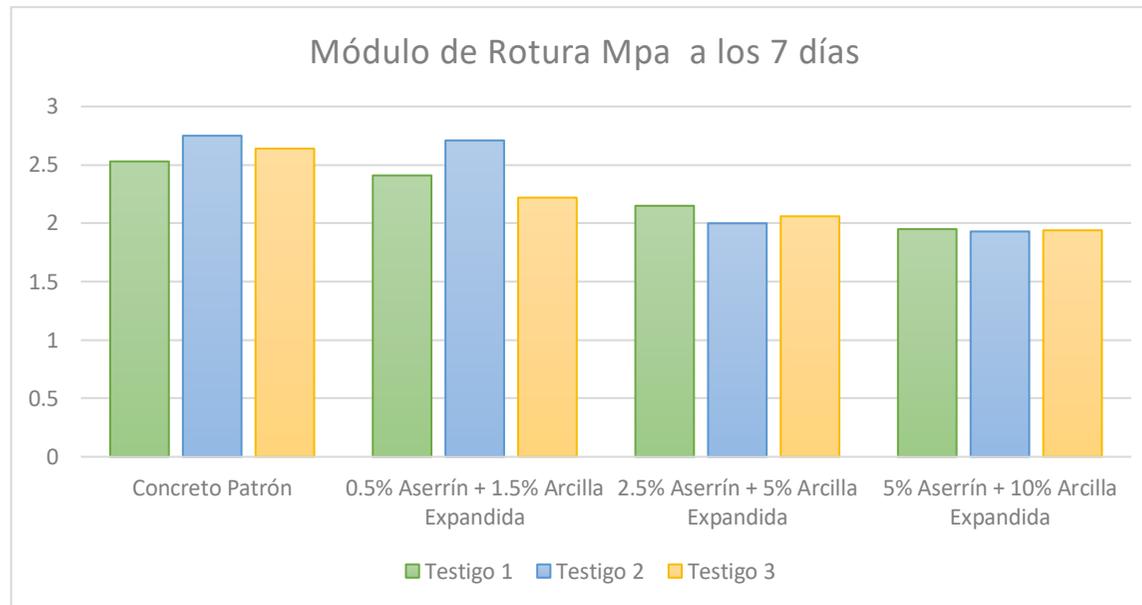


Figura 39. Diagrama Comparativo del módulo de rotura a los 7 días.

➤ **RESISTENCIA A FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS:**

Tabla 60. Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto Patrón a los 28 días

RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DEL CONCRETO PATRON							
Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	3.35
01	BLOQUE DE CONCRETO (PATRÓN)	28	2739.99	26.87	3.66	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
02	BLOQUE DE CONCRETO (PATRÓN)	28	2609.46	25.59	3.49	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm2)	33.49
03	BLOQUE DE CONCRETO (PATRÓN)	28	2167.92	21.26	2.90		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 61.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto Patrón a los 28 días

Nº de Testigo	Mod. Rot. Mpa	Mod. Rot. Promedio (Mpa)	f'c promedio Kg/cm2	Varianza	Desv. Est.	Coef. Variac.
1	3.66	3.35	33.50	0.16	0.40	11.91
2	3.49					
3	2.9					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 62. Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 28 días

RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DEL CONCRETO+ 0.5%ASERRÍN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA							
Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
01	BLOQUES DE CONCRETO+ 0.5%ASERRÍN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA	28	2505.45	24.57	3.35	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	3.49
02	BLOQUES DE CONCRETO+ 0.5%ASERRÍN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA	28	2654.33	26.03	3.55		
03	BLOQUES DE CONCRETO+ 0.5%ASERRÍN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA	28	2662.49	26.11	3.56	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm2)	34.85

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 63.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 28 días

Nº de Testigo	Mod. Rot. Mpa	Mod. Rot. Promedio (Mpa)	f'c promedio Kg/cm2	Varianza	Desv. Est.	Coef. Variac.
1	3.35	3.49	34.87	0.01	0.12	3.40
2	3.55					
3	3.56					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 64. Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 28 días

RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DEL CONCRETO+ 2.5%ASERRÍN + 5% ARCILLA EXPANDIDA							
Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	2.59
01	BLOQUES DE CONCRETO+ 2.5%ASERRÍN + 5% ARCILLA EXPANDIDA	28	2003.75	19.65	2.68	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	25.92
02	BLOQUES DE CONCRETO+ 2.5%ASERRÍN + 5% ARCILLA EXPANDIDA	28	1881.38	18.45	2.51	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm ²)	
03	BLOQUES DE CONCRETO+ 2.5%ASERRÍN + 5% ARCILLA EXPANDIDA	28	1933.39	18.96	2.58		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 65.1. Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 28 días

Nº de Testigo	Mod. Rot. Mpa	Mod. Rot. Promedio (Mpa)	f'c promedio Kg/cm ²	Varianza	Desv. Est.	Coef. Variac.
1	2.68	2.59	25.90	0.01	0.09	3.30
2	2.51					
3	2.58					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 66. Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 28 días

RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DEL CONCRETO+ 5%ASERRÍN + 10% ARCILLA EXPANDIDA							
Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	2.40
01	BLOQUES DE CONCRETO+ 5%ASERRÍN + 10% ARCILLA EXPANDIDA	28	1819.18	17.84	2.43	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
02	BLOQUES DE CONCRETO+ 5%ASERRÍN + 10% ARCILLA EXPANDIDA	28	1738.62	17.05	2.32	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm ²)	24.01
03	BLOQUES DE CONCRETO+ 5%ASERRÍN + 10% ARCILLA EXPANDIDA	28	1830.40	17.95	2.45		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 67.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 28 días

Nº de Testigo	Mod. Rot. Mpa	Mod. Rot. Promedio (Mpa)	f'c promedio Kg/cm ²	Varianza	Desv. Est.	Coef. Variac.
1	2.43	2.40	24.00	0.005	0.07	2.92
2	2.32					
3	2.45					

Fuente: Elaboración propia.

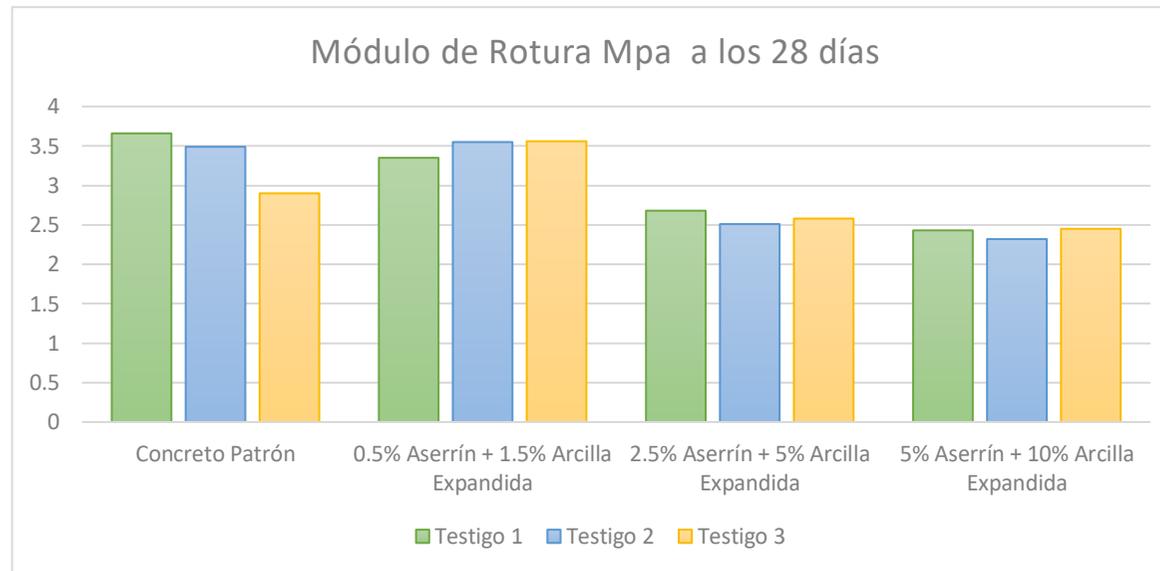


Figura 40. Diagrama Comparativo del Módulo de Rotura a los 28 días.

Tabla 48. Resumen de la resistencia promedio a la flexión para todos los diseños de mezcla y todos los días de curado.

Diseño	Edad	Mod. Rot. Promedio (Kg/cm ²)	Desv. Est.	Coef. Variac.
0% aserrín + 0% arcilla exp.	7	26.92	0.11	4.17
	28	33.50	0.40	11.91
0.5% aserrín + 1.5% arcilla exp.	7	24.47	0.25	10.10
	28	34.87	0.12	3.40

2.5% aserrín + 5% arcilla exp.	7	20.70	0.08	3.65
	28	25.90	0.09	3.30
5% aserrín + 10% arcilla exp.	7	19.40	0.01	0.52
	28	24.00	0.07	2.92

Fuente: Elaboración propia.

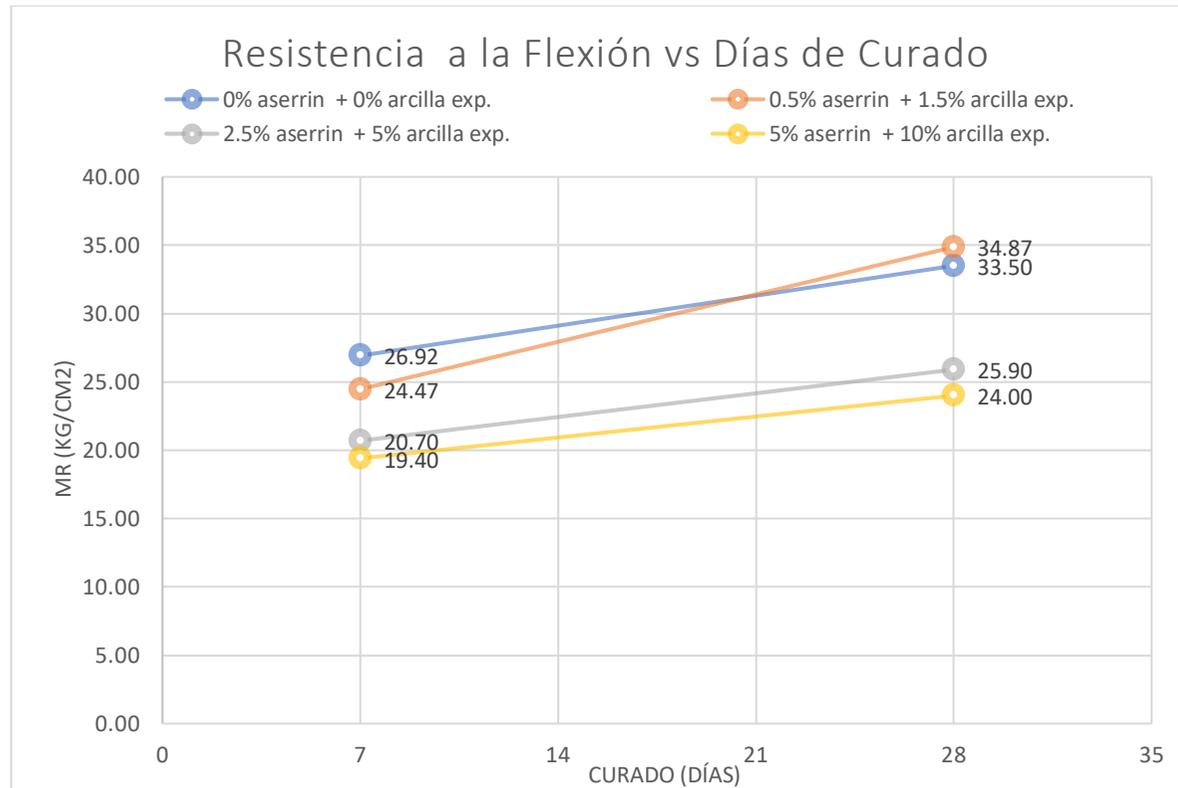


Figura 41. Diagrama comparativo de todos los diseños para todos los días de curado de los ensayos a flexión.

V. DISCUSIÓN

La adición de arcilla expandida y aserrín sí influye significativamente en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas, pero de manera negativa ya que, si bien es cierto que algunas propiedades no se ven muy afectadas con la adición, como son el caso de la trabajabilidad, la temperatura y asentamiento, las demás sí se ven perjudicadas como es el caso de la resistencia a la compresión y a la flexión, las cuales son las de mayor importancia al aplicarse en todo tipo de edificación como por ejemplo, viviendas. También se resalta en base a los testigos que, el peso unitario del concreto en estado húmedo es mayor al de la muestra patrón y en estado seco es menor.

Valores de adición de arcilla expandida y aserrín

Partiendo del cuadro de cálculo de materiales (Ver anexo 11) y considerando una resistencia $f'c$ de 210 kg/cm^2 , agregado de 1/2" y Slum= 3" y módulo de fineza= 2.40 a 3.00, se tienen las cantidades de material cemento, piedra, arena y agua. Con las cuales se logró estimar el equivalente en kg y en lt de 1.5, 5 y 10% de arcilla expandida y el equivalente en kg de 0.5, 2.5 y 5% de aserrín, para un m^3 de concreto. Paralelamente se ha de terminado la cantidad de concreto que se tendrá que elaborar para realizar toda la investigación teniendo en cuenta el número de probetas y las dimensiones de las mismas. De esta manera, se pudo estimar un valor de arcilla expandida en litros y un valor en kg de aserrín para poder realizar la adquisición (compra) de dichos materiales. No obstante, se debe recordar que estos valores son solo aproximados con el fin de comprender mejor el proceso de adiciones y que los valores que serán usados para la elaboración del concreto serán dados mas adelante cuando se tenga el diseño de mezcla.

Granulometría

En base a la tabla 8 en la que haciendo uso de una muestra de 2.5 kg del agregado grueso, se muestran parámetros como el nombre de los tamices, la abertura del tamiz en mm, el peso del material retenido en cada tamiz, el porcentaje retenido parcial, porcentaje retenido acumulado, porcentaje de material que pasa al siguiente tamiz. El proceso y detalles de este ensayo se muestran en el ítem 3.5.2.1 (Ver anexo 4.2) perteneciente al capítulo de procedimientos. Usando como

guía el ensayo indicado para agregado grueso en la NTP 400.012 se puede determinar que la distribución del tamaño de las partículas se encuentre en los límites de los usos establecidos, Huso 67 de la A.S.T.M. La muestra seleccionada de preferencia fue uniforme y continua, cuyos valores retenidos se encuentran entre las mallas 4" a N°16 ASTM. El tamaño máximo del agregado grueso fue de 1" mientras que el máximo nominal fue de $\frac{3}{4}$ ", se obtuvo un módulo de finura de 7.04.

En base a la tabla 10 en la que haciendo uso de una muestra de 2.5 kg del agregado fino, se muestran parámetros como el nombre de los tamices, la abertura del tamiz en mm, el peso del material retenido en cada tamiz, el porcentaje retenido parcial, porcentaje retenido acumulado, porcentaje de material que pasa al siguiente tamiz. El proceso y detalles de este ensayo se muestran en el ítem 3.5.2.1 perteneciente al capítulo de procedimientos. Usando como guía el ensayo indicado para agregado fino en la NTP 400.012 se puede determinar que la distribución del tamaño de las partículas se encuentre en los límites establecidos. La muestra seleccionada de preferencia fue uniforme y continua, cuyos valores retenidos se encuentran entre las mallas 3/8 a N°100 ASTM. El tamaño máximo del agregado grueso fue de 3/8" igual al tamaño máximo nominal, se obtuvo un módulo de finura de 3.26. En este caso el material pertenece a No 8.

En base a la tabla 11 en la que, haciendo uso de una muestra de 0.800 kg de arcilla expandida, se muestran parámetros como el nombre de los tamices, la abertura del tamiz en mm, el peso del material retenido en cada tamiz, el porcentaje retenido parcial, porcentaje retenido acumulado, porcentaje de material que pasa al siguiente tamiz. El proceso y detalles de este ensayo se muestran en el ítem 3.5.2.1 perteneciente al capítulo de procedimientos. El cual, si bien es cierto es un ensayo comúnmente empleado en agregados como piedra y arena, también pueden usarse otros materiales de carácter similar, es decir, compuesto de varias partículas. Usando como guía el ensayo indicado para agregado fino en la NTP 400.012 se puede determinar que la distribución del tamaño de las partículas se encuentre en los límites establecidos, para este caso se usaría lo indicado por el proveedor para este material (8.0 a 16.0 mm). La muestra

seleccionada de preferencia fue uniforme y continua, cuyos valores retenidos se encuentran entre las mallas N°3 a 200 ASTM. El tamaño máximo del agregado grueso fue de 3/4", tamaño máximo nominal de 3/4, se obtuvo un módulo de finura de 6.70. En este caso se evidencia que el material en su mayoría se encuentra en el rango establecido por el proveedor.

Dosificación

En la Tabla 13. Se puede observar la relación agua, cemento con un valor 0.68 siendo un valor mayor, ya que los valores para tener una buena resistencia deben estar entre el valor bajo 0.42 y 0.60 el valor alto, indicando que mientras más alto sea la relación a/c se tendrá baja resistencia, pero es más trabajable, por ello el concreto patrón y con adiciones fueron trabajables a comparación de la última dosificación que fue poco trabajable.

En la Tabla 14 se muestra el diseño de mezcla para la muestra patrón para probetas cilíndricas, e igualmente en la Tabla 19 se observa el diseño de mezcla de la muestra patrón para probetas rectangulares, tipo viga. Por ello estas muestras patrón son fundamentales porque se determina la cantidad de material a utilizar, por esa misma razón la arcilla expandida sustituye en varios porcentajes al agregado grueso y el aserrín sustituye en proporción al agregado fino. De acuerdo a la Tabla 15, 16 y 17 se muestran las dosificaciones del aserrín y la arcilla expandida con sus diferentes porcentajes, pero solo es apto para probetas cilíndricas, es decir la cantidad fue calculada para solo probetas cilíndricas donde se puede deducir la cantidad utilizada de aserrín y agregado fino en sus diferentes porcentajes y sumado ambos debe ser el resultado inicial de la muestra patrón e igualmente con la arcilla expandida y el agregado fino, la suma de ambos porcentajes deben dar la cantidad de agregado fino de la muestra patrón.

Cantidad de materiales

Por otro lado, en la Tabla 20, 21 y 22 se muestran las dosificaciones de la arcilla expandida y el aserrín para probetas rectangulares tipo viga, ya que para ellas se utiliza más cantidad de agregados y se realizó en mismo procedimiento anteriormente mencionado.

Propiedades Físicas

Asentamiento

En la Tabla 24. Asentamiento del Concreto en estado fresco, se puede apreciar que el valor del asentamiento disminuye a medida que se incrementa el porcentaje de adición de arcilla expandida y aserrín, tomando en cuenta también que se ha trabajado con la misma cantidad de a/c para todos los grupos de adición. Entre las relaciones apreciables en la tabla, se tiene que el asentamiento de la muestra patrón es más del doble que la muestra con +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida. Siendo que, el asentamiento en la muestra patrón es de 10.2 cm y corresponde a una consistencia fluida, la muestra con +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida tiene un asentamiento de 8.9 cm y la muestra con +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida tiene un asentamiento de 7 cm ambas corresponden a una consistencia blanda, por último, la muestra con +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida tiene un asentamiento de 3.8 cm correspondiendo a una consistencia plástica.

Temperatura

En la Tabla 25. Temperatura del concreto en estado fresco, se muestran los valores de la temperatura obtenida de las distintas muestras de concreto, haciendo un análisis se puede afirmar que no existe una correlación marcada entre la adición de arcilla expandida y aserrín y la temperatura del concreto en estado fresco. Ya que se evidencia en los valores mostrados que no hay una gran diferencia entre los mismos, por lo tanto, la adición de arcilla y aserrín no afecta en la temperatura del concreto. Además, se debe mencionar que los valores obtenidos están dentro del rango aceptable al no exceder la temperatura máxima permisible, siendo esta 32 °C, a partir de este rango la mezcla se vería perjudicada al alterarse su consistencia por la elevada temperatura, es decir, se producirían pérdidas de asentamiento.

Peso unitario

En la Tabla 26. Peso Unitario del concreto, se muestran los valores de la masa por unidad de volumen de las dos muestras para cada diseño evaluado (patrón, Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida, Concreto +2.5% Aserrín +

5% Arcilla Expandida, Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida). Evidenciando una reducción en el peso unitario a medida que se incrementa la adición. Siendo que para un diseño con +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida el peso unitario es 1.88 gr/cm³ o 1880 kg/m³ lo cual roza el límite superior del concreto ligero (cuyo valor de masa por unidad de volumen se encuentra en el rango 1440 a 1900 kg/m³). Por lo que se afirma que con elaborar concreto con un diseño de +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida SI es posible obtener CONCRETO LIGERO

Propiedades Mecánicas

Resistencia a la compresión

En la Tabla 27: Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón a los 7 días. Se puede observar un total de 3 testigos ensayados (01,02 y 03) los cuales fueron probetas cilíndricas de 10 cm de diámetro con sección en promedio de 80.00 cm², se indica la fecha de elaboración y rotura además de datos netamente obtenidos de la maquinaria tales como la carga aplicada en KN y Kg para finalmente al dividirla entre en área se puede obtener la resistencia a la compresión expresada en kg/cm². Además, se tiene un último parámetro el cual es el porcentaje del diseño, este parámetro representa cuan cerca está la resistencia obtenida de la resistencia diseñada (210 kg/cm²) el cual debe ser mínimo 70%; tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se puede afirmar que los testigos para este diseño SI CUMPLEN CON LA RESISTENCIA MINIMA ESPERADA PARA UN CONCRETO 210 A LOS 7 DÍAS.

Consecuentemente, en la Tabla 27.1 Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón a los 7 días. Se observa el valor de la resistencia a la compresión promedio de los 3 testigos, siendo esta de 155.93 kg/cm² o 15.29 Mpa, con una varianza de 15.29 de la que resulta una desviación estándar de 4.32, esto nos quiere decir cuan distintos o dispersos están las resistencias obtenidas de ensayar los 3 testigos, siendo dicho valor de la desv. est. muy bueno y significa que los valores del ensayo son parecidos. Por último, se encuentra el coeficiente de variación, el cual representa que tan confiables son los resultados basándose en el

promedio y la desviación estándar, en este caso, es de 2.77% y según la Figura 10. Valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control, teniendo un Coef. Variac. <5% entonces se afirma que LOS DATOS SI SON CONFIABLES.

En la Tabla 28: Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 7 días. Se puede observar un total de 3 testigos ensayados (01,02 y 03) los cuales fueron probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro con sección en promedio de 180.00 cm², se indica la fecha de elaboración y ruptura además de datos netamente obtenidos de la maquinaria tales como la carga aplicada en KN y Kg para finalmente al dividirla entre en área se puede obtener la resistencia a la compresión expresada en kg/cm². Además, el porcentaje del diseño promedio es de 63.76%, este parámetro representa cuan cerca está la resistencia obtenida de la resistencia diseñada (210 kg/cm²) el cual debe ser mínimo 70%; tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se puede afirmar que los testigos para este diseño NO CUMPLEN CON LA RESISTENCIA MINIMA ESPERADA PARA UN CONCRETO 210 A LOS 7 DÍAS.

Consecuentemente, en la Tabla 28.1 Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 7 días. Se observa el valor de la resistencia a la compresión promedio de los 3 testigos, siendo esta de 133.89 kg/cm² o 13.13 Mpa, con una varianza de 61.95 de la que resulta una desviación estándar de 7.87, esto nos dice que las resistencias obtenidas están dispersas. Por último, se encuentra el coeficiente de variación, en este caso, es de 5.88% y según la Figura 10. Valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control, teniendo un Coef. Variac. >5% entonces se afirma que LOS DATOS NO SON CONFIABLES.

En la Tabla 29: Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 7 días. Se puede observar un total de 3 testigos ensayados (01,02 y 03) los cuales fueron probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro con sección en promedio de 180.00 cm², se indica la fecha de elaboración, ruptura y de la resistencia a la compresión

expresada en kg/cm². Además, el porcentaje del diseño promedio es de 30.64%, este parámetro representa cuan cerca está la resistencia obtenida de la resistencia diseñada (210 kg/cm²) el cual debe ser mínimo 70%; tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se puede afirmar que los testigos para este diseño NO CUMPLEN CON LA RESISTENCIA MINIMA ESPERADA PARA UN CONCRETO 210 A LOS 7 DÍAS.

Consecuentemente, en la Tabla 29.1 Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 7 días. Se observa el valor de la resistencia a la compresión promedio de los 3 testigos, siendo esta de 64.36 kg/cm² o 6.31 Mpa, con una varianza de 1.65 de la que resulta una desviación estándar de 1.28, esto nos dice que las resistencias obtenidas no están dispersas. Por último, se encuentra el coeficiente de variación, en este caso, es de 2.00% y según la Figura 10. Valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control, teniendo un Coef. Variac. <5% entonces se afirma que LOS DATOS SI SON CONFIABLES.

En la Tabla 30: Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 7 días. Se puede observar un total de 3 testigos ensayados (01,02 y 03) los cuales fueron probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro con sección en promedio de 180.00 cm², se indica la fecha de elaboración, ruptura y de la resistencia a la compresión expresada en kg/cm². Además, el porcentaje del diseño promedio es de 28.67%, este parámetro representa cuan cerca está la resistencia obtenida de la resistencia diseñada (210 kg/cm²) el cual debe ser mínimo 70%; tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se puede afirmar que los testigos para este diseño NO CUMPLEN CON LA RESISTENCIA MINIMA ESPERADA PARA UN CONCRETO 210 A LOS 7 DÍAS.

Consecuentemente, en la Tabla 30.1 Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 7 días. Se observa el valor de la resistencia a la compresión promedio de los 3 testigos, siendo esta de 60.24 kg/cm² o 5.91 Mpa, con una varianza de 4.42 de la que resulta una desviación estándar de 2.1, esto nos

dice que las resistencias obtenidas no están dispersas. Por último, se encuentra el coeficiente de variación, en este caso, es de 3.49% y según la Figura 10. Valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control, teniendo un Coef. Variac. <5% entonces se afirma que LOS DATOS SI SON CONFIABLES.

En la Figura 35. Diagrama comparativo de todos los diseños para Resistencia a la Compresión a los 7 días, se puede evidenciar una considerable reducción en la resistencia a la compresión entre los grupos 0.5% aserrín +1.5% arc. exp. y 2.5% aserrín +5% arc. exp. También se observa que entre los dos últimos grupos de diseño no se evidencia una decaída pronunciada en los valores de resistencia, ocurriendo algo parecido entre el grupo patrón y el primer grupo de diseño.

En la Tabla 31: Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón a los 14 días. Se puede observar un total de 3 testigos ensayados (01,02 y 03) los cuales fueron probetas cilíndricas de 10 cm de diámetro con sección en promedio de 80.00 cm², se indica la fecha de elaboración, ruptura y de la resistencia a la compresión expresada en kg/cm². Además, el porcentaje del diseño promedio es de 87%, este parámetro representa cuan cerca está la resistencia obtenida de la resistencia diseñada (210 kg/cm²) el cual debe ser mínimo 80%; tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se puede afirmar que los testigos para este diseño SI CUMPLEN CON LA RESISTENCIA MINIMA ESPERADA PARA UN CONCRETO 210 A LOS 14 DÍAS.

Consecuentemente, en la Tabla 31.1 Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón a los 14 días. Se observa el valor de la resistencia a la compresión promedia de los 3 testigos, siendo esta de 182.70 kg/cm² o 17.92 Mpa, con una varianza de 32.84 de la que resulta una desviación estándar de 5.73, esto nos dice que las resistencias obtenidas no están dispersas. Por último, se encuentra el coeficiente de variación, en este caso, es de 3.14% y según la Figura 10. Valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control, teniendo un Coef. Variac. <5% entonces se afirma que LOS DATOS SI SON CONFIABLES.

En la Tabla 32: Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón a los 14 días. Se puede observar un total de 3 testigos ensayados (01,02 y 03) los cuales fueron probetas cilíndricas de 10 cm de diámetro con sección en promedio de 80.00 cm², se indica la fecha de elaboración, ruptura y de la resistencia a la compresión expresada en kg/cm². Además, el porcentaje del diseño promedio es de 75.70%, este parámetro representa cuan cerca está la resistencia obtenida de la resistencia diseñada (210 kg/cm²) el cual debe ser mínimo 80%; tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se puede afirmar que los testigos para este diseño NO CUMPLEN CON LA RESISTENCIA MINIMA ESPERADA PARA UN CONCRETO 210 A LOS 14 DÍAS.

Consecuentemente, en la Tabla 32.1 Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 14 días. Se observa el valor de la resistencia a la compresión promedio de los 3 testigos, siendo esta de 159.98 kg/cm² o 15.59 Mpa, con una varianza de 47.79 de la que resulta una desviación estándar de 6.91, esto nos dice que las resistencias obtenidas no están dispersas. Por último, se encuentra el coeficiente de variación, en este caso, es de 4.35% y según la Figura 10. Valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control, teniendo un Coef. Variac. <5% entonces se afirma que LOS DATOS SI SON CONFIABLES.

En la Tabla 33: Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 14 días. Se puede observar un total de 3 testigos ensayados (01,02 y 03) los cuales fueron probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro con sección en promedio de 180.00 cm², se indica la fecha de elaboración, ruptura y de la resistencia a la compresión expresada en kg/cm². Además, el porcentaje del diseño promedio es de 34.42%, este parámetro representa cuan cerca está la resistencia obtenida de la resistencia diseñada (210 kg/cm²) el cual debe ser mínimo 80%; tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se puede afirmar que los testigos para este diseño NO CUMPLEN CON LA RESISTENCIA MINIMA ESPERADA PARA UN CONCRETO 210 A LOS 14 DÍAS.

Consecuentemente, en la Tabla 33.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 14 días Se observa el valor de la resistencia a la compresión promedio de los 3 testigos, siendo esta de 72.28 kg/cm² o 7.09 Mpa, con una varianza de 22.68 de la que resulta una desviación estándar de 4.76, esto nos dice que las resistencias obtenidas están dispersas. Por último, se encuentra el coeficiente de variación, en este caso, es de 6.59% y según la Figura 10. Valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control, teniendo un Coef. Variac. >5% entonces se afirma que LOS DATOS NO SON CONFIABLES.

En la Tabla 34: Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 14 días. Se puede observar un total de 3 testigos ensayados (01,02 y 03) los cuales fueron probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro con sección en promedio de 180.00 cm², se indica la fecha de elaboración, ruptura y de la resistencia a la compresión expresada en kg/cm². Además, el porcentaje del diseño promedio es de 34.96%, este parámetro representa cuan cerca está la resistencia obtenida de la resistencia diseñada (210 kg/cm²) el cual debe ser mínimo 80%; tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se puede afirmar que los testigos para este diseño NO CUMPLEN CON LA RESISTENCIA MINIMA ESPERADA PARA UN CONCRETO 210 A LOS 14 DÍAS.

Consecuentemente, en la Tabla 34.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 14 días. Se observa el valor de la resistencia a la compresión promedio de los 3 testigos, siendo esta de 73.42 kg/cm² o 7.20 Mpa, con una varianza de 27.38 de la que resulta una desviación estándar de 5.23, esto nos dice que las resistencias obtenidas están dispersas. Por último, se encuentra el coeficiente de variación, en este caso, es de 7.13% y según la Figura 10. Valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control, teniendo un Coef. Variac. >5% entonces se afirma que LOS DATOS NO SON CONFIABLES.

En la Figura 36. Diagrama comparativo de todos los diseños para Resistencia a la Compresión a los 14 días, se puede evidenciar una considerable reducción en la resistencia a la compresión entre los grupos 0.5% aserrín +1.5% arc. exp. y 2.5% aserrín +5% arc. exp. También se observa que entre los dos últimos grupos de diseño no se evidencia una decaída pronunciada en los valores de resistencia, ocurriendo algo parecido entre el grupo patrón y el primer grupo de diseño.

En la Tabla 35: Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón a los 28 días. Se puede observar un total de 3 testigos ensayados (01,02 y 03) los cuales fueron probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro con sección en promedio de 180.00 cm², se indica la fecha de elaboración, ruptura y de la resistencia a la compresión expresada en kg/cm². Además, el porcentaje del diseño promedio es de 109.96%, este parámetro representa cuan cerca está la resistencia obtenida de la resistencia diseñada (210 kg/cm²) el cual debe ser mínimo 100%; tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se puede afirmar que los testigos para este diseño SI CUMPLEN CON LA RESISTENCIA MINIMA ESPERADA PARA UN CONCRETO 210 A LOS 28 DÍAS.

Consecuentemente, en la Tabla 35.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón a los 28 días. Se observa el valor de la resistencia a la compresión promedia de los 3 testigos, siendo esta de 230.93 kg/cm² o 22.65 Mpa, con una varianza de 7.89 de la que resulta una desviación estándar de 2.81, esto nos dice que las resistencias obtenidas NO están dispersas. Por último, se encuentra el coeficiente de variación, en este caso, es de 1.22% y según la Figura 10. Valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control, teniendo un Coef. Variac. <5% entonces se afirma que LOS DATOS SI SON CONFIABLES.

En la Tabla 36: Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 28 días. Se puede observar un total de 3 testigos ensayados (01,02 y 03) los cuales fueron probetas cilíndricas de 10 cm de diámetro con sección en promedio de 80.00 cm², se indica la fecha de elaboración, ruptura y de la resistencia a la

compresión expresada en kg/cm². Además, el porcentaje del diseño promedio es de 85.13%, este parámetro representa cuan cerca está la resistencia obtenida de la resistencia diseñada (210 kg/cm²) el cual debe ser mínimo 100%; tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se puede afirmar que los testigos para este diseño NO CUMPLEN CON LA RESISTENCIA MINIMA ESPERADA PARA UN CONCRETO 210 A LOS 28 DÍAS.

Consecuentemente, en la Tabla 36.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 28 días. Se observa el valor de la resistencia a la compresión promedio de los 3 testigos, siendo esta de 178.78 kg/cm² o 17.53 Mpa, con una varianza de 7.89 de la que resulta una desviación estándar de 67.50, esto nos dice que las resistencias obtenidas NO están dispersas. Por último, se encuentra el coeficiente de variación, en este caso, es de 4.60% y según la Figura 10. Valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control, teniendo un Coef. Variac. <5% entonces se afirma que LOS DATOS SI SON CONFIABLES.

En la Tabla 37: Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 28 días. Se puede observar un total de 3 testigos ensayados (01,02 y 03) los cuales fueron probetas cilíndricas de 10 cm de diámetro con sección en promedio de 80.00 cm², se indica la fecha de elaboración, ruptura y de la resistencia a la compresión expresada en kg/cm². Además, el porcentaje del diseño promedio es de 45.92%, este parámetro representa cuan cerca está la resistencia obtenida de la resistencia diseñada (210 kg/cm²) el cual debe ser mínimo 100%; tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se puede afirmar que los testigos para este diseño NO CUMPLEN CON LA RESISTENCIA MINIMA ESPERADA PARA UN CONCRETO 210 A LOS 28 DÍAS.

Consecuentemente, en la Tabla 37.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 28 días. Se observa el valor de la resistencia a la compresión promedio de los 3 testigos, siendo esta de 96.44 kg/cm² o 9.46 Mpa, con una varianza de 38.61 de la que resulta una desviación estándar de

6.21, esto nos dice que las resistencias obtenidas están dispersas. Por último, se encuentra el coeficiente de variación, en este caso, es de 6.44% y según la Figura 10. Valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control, teniendo un Coef. Variac. >5% entonces se afirma que LOS DATOS NO SON CONFIABLES.

En la Tabla 38: Resultado del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 28 días. Se puede observar un total de 3 testigos ensayados (01,02 y 03) los cuales fueron probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro con sección en promedio de 180.00 cm², se indica la fecha de elaboración, ruptura y de la resistencia a la compresión expresada en kg/cm². Además, el porcentaje del diseño promedio es de 39.56%, este parámetro representa cuan cerca está la resistencia obtenida de la resistencia diseñada (210 kg/cm²) el cual debe ser mínimo 100%; tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se puede afirmar que los testigos para este diseño NO CUMPLEN CON LA RESISTENCIA MINIMA ESPERADA PARA UN CONCRETO 210 A LOS 28 DÍAS.

Consecuentemente, en la Tabla 38.1. Resumen y Análisis de Resultado del Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 28 días. Se observa el valor de la resistencia a la compresión promedia de los 3 testigos, siendo esta de 83.08 kg/cm² o 8.15 Mpa, con una varianza de 3.60 de la que resulta una desviación estándar de 1.90, esto nos dice que las resistencias obtenidas están dispersas. Por último, se encuentra el coeficiente de variación, en este caso, es de 2.29% y según la Figura 10. Valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control, teniendo un Coef. Variac. <5% entonces se afirma que LOS DATOS SI SON CONFIABLES.

En la Figura 37. Diagrama comparativo de todos los diseños para Resistencia a la Compresión a los 28 días, se puede evidenciar una considerable reducción en la resistencia a la compresión entre los grupos 0.5% aserrín +1.5% arc. exp. y 2.5% aserrín +5% arc. exp. También se observa que entre los dos últimos grupos de diseño no se evidencia una decaída pronunciada en los valores de

resistencia, ocurriendo algo parecido entre el grupo patrón y el primer grupo de diseño.

En la Figura 13. Diagrama comparativo de todos los diseños para todos los días de curado de los ensayos a compresión se evidencia que los valores más altos de resistencia para concreto cuyo diseño tiene adición de arcilla expandida y aserrín es la correspondiente a 0.5% aserrín +1.5% arc. exp. y 2.5% aserrín +5% arc. exp manteniendo esto en los días 7,14 y 28, resaltando que los valores de $f'c$ están ligeramente por debajo de los de la muestra patrón, quien se impone sobre las demás con los mejores resultados. También se interpreta del diagrama que los diseños con 2.5% aserrín +5% arc. exp. y 5% aserrín + 10% arc. exp. muestran valores prácticamente idénticos para los días 7 – 14 y una pequeña diferencia en el día 28.

Resistencia a la flexión

En la Tabla 40: Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto Patrón a los 7 días. Se puede observar un total de 3 testigos ensayados (01,02 y 03) los cuales fueron probetas rectangulares, se indica la fecha de elaboración, ruptura y el Módulo de rotura expresada en kg/cm² y en Mpa, siendo este 26.40 kg/cm². Para la flexión se conoce que los límites del Módulo de rotura deben encontrarse entre $1.99\sqrt{f'c}$ y $2.65\sqrt{f'c}$ obtenida de la resistencia diseñada ($f'c=210$ kg/cm²). Es decir $24.85 \text{ Kg/cm}^2 \leq Mr \leq 33.09 \text{ Kg/cm}^2$. Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se puede afirmar que los testigos para este diseño SI CUMPLEN CON LA RESISTENCIA A LA FLEXION MINIMA ESPERADA PARA UN CONCRETO 210 A LOS 7 DÍAS.

Consecuentemente, en la Tabla 40.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto Patrón a los 7 días. Se observa una varianza de 0.01 de la que resulta una desviación estándar de 0.11, esto nos dice que las resistencias obtenidas NO están dispersas. Por último, se encuentra el coeficiente de variación, en este caso, es de 4.17% y según la Figura 10. Valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control, teniendo un Coef. Variac. <5% entonces se afirma que LOS DATOS SI SON CONFIABLES.

En la Tabla 41: Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 7 días. Se puede observar un total de 3 testigos ensayados (01,02 y 03) los cuales fueron probetas rectangulares, se indica la fecha de elaboración, ruptura y el Módulo de rotura expresada en kg/cm² y en Mpa, siendo este 24.48 kg/cm². Para la flexión se conoce que los límites del Módulo de rotura deben encontrarse entre $1.99\sqrt{f'c}$ y $2.65\sqrt{f'c}$ obtenida de la resistencia diseñada ($f'c=210$ kg/cm²). Es decir 23.03 Kg/cm² \leq $M_r \leq 30.66$ Kg/cm². Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se puede afirmar que los testigos para este diseño SI CUMPLEN CON LA RESISTENCIA A LA FLEXION MINIMA ESPERADA A LOS 7 DIAS PARA SU $F'c$.

Consecuentemente, en la Tabla 41.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 7 días. Se observa una varianza de 0.06 de la que resulta una desviación estándar de 0.25, esto nos dice que las resistencias obtenidas están dispersas. Por último, se encuentra el coeficiente de variación, en este caso, es de 10.10% y según la Figura 10. Valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control, teniendo un Coef. Variac. >5% entonces se afirma que LOS DATOS NO SON CONFIABLES.

En la Tabla 42: Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 7 días. Se puede observar un total de 3 testigos ensayados (01,02 y 03) los cuales fueron probetas rectangulares, se indica la fecha de elaboración, ruptura y el Módulo de rotura expresada en kg/cm² y en Mpa, siendo este 20.68 kg/cm². Para la flexión se conoce que los límites del Módulo de rotura deben encontrarse entre $1.99\sqrt{f'c}$ y $2.65\sqrt{f'c}$ obtenida de la resistencia diseñada ($f'c=210$ kg/cm²). Es decir 15.96 Kg/cm² \leq $M_r \leq 21.26$ Kg/cm². Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se puede afirmar que los testigos para este diseño SOBREPASAN LA RESISTENCIA A LA FLEXION MINIMA ESPERADA A LOS 7 DIAS PARA SU $F'c$.

Consecuentemente, en la Tabla 42.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 7 días. Se observa una varianza de 0.01 de la que resulta una

desviación estándar de 0.08, esto nos dice que las resistencias obtenidas NO están dispersas. Por último, se encuentra el coeficiente de variación, en este caso, es de 3.65% y según la Figura 10. Valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control, teniendo un Coef. Variac. <5% entonces se afirma que LOS DATOS SI SON CONFIABLES.

En la Tabla 43: Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 7 días. Se puede observar un total de 3 testigos ensayados (01,02 y 03) los cuales fueron probetas rectangulares, se indica la fecha de elaboración, ruptura y el Módulo de rotura expresada en kg/cm² y en Mpa, siendo este 19.39 kg/cm². Para la flexión se conoce que los límites del Módulo de rotura deben encontrarse entre $1.99\sqrt{f'c}$ y $2.65\sqrt{f'c}$ obtenida de la resistencia diseñada ($f'c=210$ kg/cm²). Es decir $15.45 \text{ Kg/cm}^2 \leq Mr \leq 20.57 \text{ Kg/cm}^2$. Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se puede afirmar que los testigos para este diseño SI CUMPLE CON LA RESISTENCIA A LA FLEXION MINIMA ESPERADA A LOS 7 DIAS PARA SU $F'c$.

Consecuentemente, en la Tabla 43.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 7 días. Se observa una varianza de 0.0001 de la que resulta una desviación estándar de 0.01, esto nos dice que las resistencias obtenidas NO están dispersas. Por último, se encuentra el coeficiente de variación, en este caso, es de 0.52% y según la Figura 10. Valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control, teniendo un Coef. Variac. <5% entonces se afirma que LOS DATOS SI SON CONFIABLES.

En la Tabla 44: Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto Patrón a los 28 días. Se puede observar un total de 3 testigos ensayados (01,02 y 03) los cuales fueron probetas rectangulares, se indica la fecha de elaboración, ruptura y el Módulo de rotura expresada en kg/cm² y en Mpa, siendo este 33.49 kg/cm². Para la flexión se conoce que los límites del Módulo de rotura deben encontrarse entre $1.99\sqrt{f'c}$ y $2.65\sqrt{f'c}$ obtenida de la resistencia diseñada ($f'c=210$ kg/cm²). Es decir $30.24 \text{ Kg/cm}^2 \leq Mr \leq 40.27 \text{ Kg/cm}^2$. Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se puede afirmar que los

testigos para este diseño SI CUMPLE CON LA RESISTENCIA A LA FLEXION MINIMA ESPERADA A LOS 7 DIAS PARA SU $f'c$.

Consecuentemente, en la Tabla 44.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto Patrón a los 28 días. Se observa una varianza de 33.5 de la que resulta una desviación estándar de 0.16, esto nos dice que las resistencias obtenidas están dispersas. Por último, se encuentra el coeficiente de variación, en este caso, es de 11.91% y según la Figura 10. Valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control, teniendo un Coef. Variac. >5% entonces se afirma que LOS DATOS NO SON CONFIABLES.

En la Tabla 45: Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 28 días Se puede observar un total de 3 testigos ensayados (01,02 y 03) los cuales fueron probetas rectangulares, se indica la fecha de elaboración, ruptura y el Módulo de rotura expresada en kg/cm² y en Mpa, siendo este 34.85 kg/cm². Para la flexión se conoce que los límites del Módulo de rotura deben encontrarse entre $1.99\sqrt{f'c}$ y $2.65\sqrt{f'c}$ obtenida de la resistencia diseñada ($f'c=210$ kg/cm²). Es decir 26.62 Kg/cm² \leq $M_r \leq 35.44$ Kg/cm². Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se puede afirmar que los testigos para este diseño SI CUMPLE CON LA RESISTENCIA A LA FLEXION MINIMA ESPERADA A LOS 7 DIAS PARA SU $f'c$.

Consecuentemente, en la Tabla 45.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida a los 28 días. Se observa una varianza de 0.01 de la que resulta una desviación estándar de 0.12, esto nos dice que las resistencias obtenidas están dispersas. Por último, se encuentra el coeficiente de variación, en este caso, es de 3.40% y según la Figura 10. Valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control, teniendo un Coef. Variac. <5% entonces se afirma que LOS DATOS SI SON CONFIABLES.

En la Tabla 46: Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 28 días. Se puede observar un total

de 3 testigos ensayados (01,02 y 03) los cuales fueron probetas rectangulares, se indica la fecha de elaboración, ruptura y el Módulo de rotura expresada en kg/cm² y en Mpa, siendo este 25.92 kg/cm². Para la flexión se conoce que los límites del Módulo de rotura deben encontrarse entre $1.99\sqrt{f'c}$ y $2.65\sqrt{f'c}$ obtenida de la resistencia diseñada ($f'c=210$ kg/cm²). Es decir $19.54 \text{ Kg/cm}^2 \leq Mr \leq 26.02 \text{ Kg/cm}^2$. Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se puede afirmar que los testigos para este diseño SI CUMPLE CON LA RESISTENCIA A LA FLEXION MINIMA ESPERADA A LOS 7 DIAS PARA SU $F'c$.

Consecuentemente, en la Tabla 46.1. Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida a los 28 días. Se observa una varianza de 0.01 de la que resulta una desviación estándar de 0.09, esto nos dice que las resistencias obtenidas están dispersas. Por último, se encuentra el coeficiente de variación, en este caso, es de 3.30% y según la Figura 10. Valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control, teniendo un Coef. Variac. <5% entonces se afirma que LOS DATOS SON CONFIABLES.

En la Tabla 47: Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 28 días. Se puede observar un total de 3 testigos ensayados (01,02 y 03) los cuales fueron probetas rectangulares, se indica la fecha de elaboración, ruptura y el Módulo de rotura expresada en kg/cm² y en Mpa, siendo este 24.01 kg/cm². Para la flexión se conoce que los límites del Módulo de rotura deben encontrarse entre $1.99\sqrt{f'c}$ y $2.65\sqrt{f'c}$ obtenida de la resistencia diseñada ($f'c=210$ kg/cm²). Es decir $18.14 \text{ Kg/cm}^2 \leq Mr \leq 24.15 \text{ Kg/cm}^2$. Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se puede afirmar que los testigos para este diseño SI CUMPLE CON LA RESISTENCIA A LA FLEXION MINIMA ESPERADA A LOS 7 DIAS PARA SU $F'c$.

Consecuentemente, en la Tabla 47.1. Resumen y Análisis de Resultados del Ensayo de Resistencia a la flexión del Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida a los 28 días. Se observa una varianza de 0.005 de la que resulta una desviación estándar de 0.07, esto nos dice que las resistencias obtenidas están dispersas. Por último, se encuentra el coeficiente de variación, en este caso, es de 2.92% y según la Figura 10. Valores del coeficiente de variación

para diferentes grados de control, teniendo un Coef. Variac. <5% entonces se afirma que LOS DATOS SI SON CONFIABLES.

En la Figura 14. Diagrama comparativo de todos los diseños para todos los días de curado de los ensayos a flexión, se evidencia que inicialmente el valor más alto a los 7 días es del diseño patrón, pero a los 28 días el valor más alto corresponde al diseño con 0.5% aserrín +1.5% arc. exp, superándolo por poco. Los demás diseños se quedan muy por debajo, pero teniendo valores similares entre sí ya sea en el día 7 o 28. De esta manera se puede afirmar que el concreto hecho con 0.5% aserrín +1.5% arc. exp. tiene MEJOR COMPORTAMIENTO A LA FLEXIÓN QUE EL CONCRETO TRADICIONAL, siendo esto un gran logro.

En la investigación titulada "Influencia de la arcilla expandida en el diseño de mezcla de concreto liviano de alto rendimiento en el distrito de Lircay – Angaraes - Huancavelica". Los estudiantes resaltan que, aspectos como la trabajabilidad y la homogeneidad se mantenían con forme se aumentaba el valor de adición, consiguiendo un asentamiento de entre 2.5 y 6 cm. Ocurriendo lo mismo en el desarrollo de este trabajo, lo cual se puede evidenciar al momento en que se sacaba la mezcla del trompo, a colocar la mezcla en el cono de Abrams y al llevar los moldes de las probetas. Dicho de manera simplificada, visual y físicamente no se notaba la diferencia de estar trabajando con una mezcla con adiciones a trabajar con la mezcla para el concreto patrón. Lo cual se evidencia en las figuras 0000.

En la investigación titulada "Evaluación del concreto con arcilla expandida como agregado grueso para utilizarse en concreto estructural liviano". Entre sus resultados se tuvo que el peso específico es menor a 1850.00 kg/m³ y su f'c mayor a 17.00 MPa para los diseños de mezcla y adiciones utilizados, con lo cual se puede clasificar como un concreto estructural liviano según lo mencionado por el CIP-36 del NRMCA. El peso unitario es la propiedad física del concreto en estado fresco que relaciona la masa con el volumen y la cual se determina utilizando la NTP 339.046.

En el presente trabajo también se obtuvieron valores entre los rangos 1400 1900 kg/m³ que se evidencia en la tabla N26 por lo que se considera que es un concreto de peso ligero. Para que el concreto se considere ligero el valor de masa por unidad de volumen se debe encontrar en el rango 1440 a 1900 kg/m³, a diferencia del concreto normal cuyo valor oscila de 2240 a 2400 kg/m³. De igual manera con respecto a la resistencia a la compresión, según la tabla N38 se tienen valores de $f'c=83.08$ kg/cm² para un diseño de mezcla con 5% de adición de aserrín y 10% de arcilla expandida a los 28 días lo cual no es mayor a 17MP, siendo así, que no es un concreto ligero estructural. Además, se resalta que para los diseños de mezcla a partir de 2.5% aserrín + 5% arcilla expandida los valores de $f'c$ se encuentran por debajo de la vaya de los 17MP.

En la investigación titulada “Resistencia de concreto con agregado de bloque de arcilla triturado como reemplazo de agregado grueso”. Se tiene de manera general que el concreto elaborado presentó valores inferiores a los de un concreto tradicional en cuanto a resistencia a la compresión se refiere. De manera similar esto también se ve reflejado en los resultados de la presente investigación, sin embargo, se debe resaltar que los valores más altos de resistencia para concreto cuyo diseño tiene adición de arcilla expandida y aserrín es la correspondiente a 0.5% aserrín +1.5% arc. exp. y 2.5% aserrín +5% arc. exp (es decir la más baja en cuanto a adición) manteniendo esto en los días 7,14 y 28, resaltando que los valores de $f'c$ están ligeramente por debajo de los de la muestra patrón, quien se impone sobre las demás con los mejores resultados.

En la investigación titulada “Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo” se ha evaluado diversos tipos de concreto alternativo como el ligero y autocompactable y determinaron que la mayoría de especímenes no satisface las normas constructivas para poder aplicarse de manera estructural ya que carecen de elevados valores en la resistencia a la compresión y flexión por lo que hace poco viable emplearse en diseños estructurales que demanden parámetros particularmente altos. De manera similar también se ha comprobado por medio de los ensayos que si bien se puede elaborar un concreto ligero, no se garantiza que pueda ser usado para diseños que demanden elevadas resistencias, siendo esa

la razón por la que en este trabajo la aplicación de este concreto es únicamente para viviendas.

En la investigación titulada “Comportamiento del aserrín sobre la resistencia a la compresión, absorción, densidad y asentamiento del concreto para bloques en la construcción”. Se obtuvo que es posible elaborar concreto menos pesado con los que se puede fabricar de bloques de albañilería y usarse en para muros, pero aumentando su grado de absorción, pero, al mismo tiempo se reduce el asentamiento y su resistencia a la compresión. En cuanto al efecto del aserrín en la mezcla, se ha comprobado por medio del ensayo del asentamiento que este afecta con la cantidad de agua libre, reduciendo el slump y aumentando la necesidad de emplear una mayor relación a/c si se quiere una consistencia plástica.

En la investigación titulada “Propiedades mecánicas del concreto ligero con incorporación de virutas de madera” los valores de f_c son inferiores a la de los patrones y también se observó un incremento la resistencia a la compresión conforme pasan los días de curado. Con respecto a esto último, los estudiantes realizaron un estudio de previsión (Ver anexo 0000) por medio del software Excel para conocer cuantos días de curado son necesarios para que las muestras con adición logren la resistencia de diseño (210 kg/cm^2), se evidencia que conforme pasan los días la resistencia a la compresión va aumentando paulistamente de la misma manera que aumentó desde el día 7 al 28.

Limitaciones de la investigación

La principal limitación encontrada por los estudiantes durante el desarrollo de este proyecto es la falta de estándares o lineamientos existentes para trabajar este tipo de concreto, es decir, no existen antecedentes de carácter oficial, con lo cual los estudiantes están incursionando en el uso de la arcilla expandida y aserrín como materiales participantes en la elaboración de concreto. También se puede encontrar otra limitación como es el tiempo, ya que, únicamente contó con el lapso de un ciclo académico (4 meses) para poder desarrollar el proyecto, de tal forma que, por priorizar el cumplimiento del entregable, se han dejado pequeños vacíos en cuanto a la calidad que los estudiantes deseaban lograr, esto de manera

general. De manera particular se puede mencionar que para lograr un balance entre el las posibles combinaciones de adición de arcilla expandida - aserrín y conseguir el “diseño ideal” es necesario llevar un largo y extenso proceso que consiste en el ensayo y error. Lo cual conlleva a la limitación económica y es que, debido a la etapa de vida en que se encuentran los estudiantes, no cuentan con muchos recursos financiero más allá de lo que puedan brindarle sus familiares y los que puedan conseguir de pequeños trabajos.

De este estudio se obtuvo un nuevo antecedente en cuanto al proceso de elaboración del concreto para futuros estudios que determinen su viabilidad en cuanto a la fabricación en aplicación en el mundo actual, estudiando más a profundidad aspectos como el costo, tiempo de fabricación, ventajas y desventajas en general. Ya que con el desarrollo presentado y los resultados obtenidos se tiene un nuevo punto de partida para que los interesados en el tema puedan elaborar más y mejores investigaciones que ayuden a llenar el vacío de información que se tiene.

Luego de observar los resultados de manera general y con ayuda de la Figura 23. Diagrama comparativo de todos los diseños para Resistencia a la Compresión a los 28 días. los estudiantes consideran que el diseño con 0.5% aserrín +1.5% arcilla expandida es el ideal para ser aplicado a la construcción de viviendas en Trujillo, ya que es la que obtiene los valores más similares a la muestra patrón y que cumplen con lo normado en cuanto propiedades mecánicas se refiere.

Según lo mostrado en la tabla 26 y lo interpretado en la discusión de la misma, se tiene que existe una reducción en el peso unitario a medida que se incrementan los porcentajes de la adición. Siendo que para un diseño con +5% Aserrín + 10% Arcilla expandida, el cual es el diseño con mayor cantidad de adición, el peso unitario es 1880 kg/m³ lo cual se considera un concreto de peso ligero.

En base la interpretación de la figura 14 se tiene que, con respecto al ensayo a flexión, a los 28 días el valor del Módulo de rotura más alto corresponde al diseño con 0.5% aserrín +1.5% arcilla expandida, superando por poco al concreto patrón. De esta manera se puede afirmar que el concreto hecho con estos porcentajes de adición tiene mejor comportamiento a la flexión que el concreto tradicional.

En el registro fotográfico (Ver anexo 13) se evidencia una imagen que corresponde la adición de arcilla expandida y aserrín en porcentajes de 1.5% - 0.5%, no alteran la trabajabilidad y homogeneidad del concreto en estado fresco ya que la mezcla visualmente no presenta algún rasgo que la haga diferente a la una mezcla tradicional, además de que, según lo experimentado por los estudiantes al mover, chusear y trabajar con la mezcla, se tiene certeza de eso.

VI. CONCLUSIONES

- ✓ De acuerdo a los resultados es factible afirmar que la adición de arcilla expandida y aserrín sí influye significativamente en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas, pero lo hace de manera negativa ya que, si bien es cierto que algunas propiedades no se ven muy afectadas con la adición, como son el caso de la trabajabilidad, la temperatura y asentamiento, las demás sí se ven perjudicadas como es el caso de la resistencia a la compresión y a la flexión, las cuales son las de mayor importancia al aplicarse en todo tipo de edificación como por ejemplo, viviendas.
- ✓ En base a los porcentajes planteado al inicio de la investigación y un cuadro de cálculo de materiales se pudo obtener el valor de los porcentajes de adición de arcilla expandida y aserrín, siendo los mayores de estos 53 litros y 67.34 kilos respectivamente, con lo cual se tiene valores manejables que facilitan el proceso de cálculo más adelante en el diseño de mezcla y desarrollo a los investigadores.
- ✓ Según los resultados obtenidos en el ensayo de granulometría se conoció la curva granulométrica y el módulo de finura de la adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físicas del concreto, obteniendo del agregado grueso un módulo de finura de 7.04 mientras que en el agregado fino tubo un módulo de finura de 3.26 y arcilla expandida 6.70.
- ✓ Según la dosificación obtenida para probetas circulares en el porcentaje de 0.5% de aserrín + 1.5 arcilla expandida se utilizó 0.03 kg de aserrín y 0.11 kg de arcilla expandida, para 2.5% de aserrín + 5% de arcilla expandida se utilizó 0.14 kg de aserrín y 0.38 kg de arcilla expandida, mientras que para el 5% de aserrín + 10% de arcilla expandida se utilizó 0.29 kg de aserrín y 0.76 kg de arcilla expandida. Así mismo para probetas rectangulares en el porcentaje de 0.5% de aserrín + 1.5 arcilla expandida se utilizó 0.14 kg de aserrín y 0.54 kg de arcilla expandida, para 2.5% de aserrín + 5% de arcilla expandida se utilizó 0.54 kg de aserrín y 0.68 kg de arcilla expandida, mientras que para el 5% de aserrín + 10% de arcilla expandida se utilizó 1.35 kg de aserrín y 3.58 kg de arcilla expandida, observando que la cantidad

sube por cada porcentaje, además la cantidad utilizada en probetas rectangulares es casi el doble de la cantidad en probetas cilíndricas.

- ✓ A partir de los resultados en el ensayo para determinar el asentamiento, se obtuvo que, para un diseño convencional, es decir muestra patrón, el slump es de 4", para Concreto +0.5% Aserrín + 1.5% Arcilla Expandida el slump es 3.5", para Concreto +2.5% Aserrín + 5% Arcilla Expandida el slump es 2.75", mientras que para Concreto +5% Aserrín + 10% Arcilla Expandida el slump es 1.5".
- ✓ A partir de los resultados en la medición de temperatura, se obtuvo que, para un diseño convencional, es decir muestra patrón, la temperatura promedio es de 21.9 °C", para concreto +0.5% aserrín + 1.5% arcilla expandida la temperatura promedio es de 21.4 °C, para concreto +2.5% aserrín + 5% arcilla expandida a temperatura promedio es de 21.2 °C, mientras que para concreto +5% aserrín + 10% arcilla expandida a temperatura promedio es de 22.6 °C.
- ✓ A partir de los resultados del ensayo para determinar el peso unitario, se obtuvo que, para un diseño convencional, es decir muestra patrón, el peso unitario promedio es 2.37 gr/cm³, para concreto +0.5% aserrín + 1.5% arcilla expandida el peso unitario promedio es 2.22 gr/cm³, para concreto +2.5% aserrín + 5% arcilla expandida el peso unitario promedio es 2.05 gr/cm³, mientras que para concreto +5% aserrín + 10% arcilla expandida el peso unitario promedio es 1.88 gr/cm³.
- ✓ En base a los resultados de resistencia a compresión, se conoció que, la resistencia promedio a la compresión de la muestra patrón a los 7,14 y 28 días fue de 155.96 kg/cm², 182.70 kg/cm² y 230.93 kg/cm² respectivamente, mientras que para concreto +0.5% aserrín + 1.5% arcilla expandida la resistencia promedio a los 7,14 y 28 días fue de 133.89, 158.98 y 178.78 kg/cm² respectivamente, para concreto +2.5% aserrín + 5% arcilla expandida la resistencia promedio a los 7,14 y 28 días fue de 64.36, 72.28, 96.44 kg/cm² respectivamente, finalmente para concreto +5% aserrín + 10% arcilla expandida la resistencia promedio a los 7,14 y 28 días fue de 60.24, 73.42 y 83.08 kg/cm² respectivamente.
- ✓ En base a los resultados de resistencia a la flexión, se conoció que, el

módulo de rotura de la muestra patrón a los 7 y 28 días fue de 26.92 y 33.50kg/cm² respectivamente, mientras que para concreto +0.5% aserrín + 1.5% arcilla expandida el módulo de rotura a los 7 y 28 días fue de 24.47 y 34.87 kg/cm² respectivamente, para concreto +2.5% aserrín + 5% arcilla expandida el módulo de rotura a los 7 y 28 días fue de 20.70 y 25.90 kg/cm² respectivamente, finalmente para concreto +5% aserrín + 10% arcilla expandida el módulo de rotura a los 7 y 28 días fue de 19.40 y 24.00 kg/cm² respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

- De manera similar a lo ejecutado por los investigadores del presente trabajo, se recomienda a los futuros tesisistas que, en la etapa de inicio se utilicen valores ya establecidos en alguna tabla de dosificaciones o cálculo de materiales, ya que en este tipo de trabajos es común mencionar que las adiciones se realizan en porcentajes, pero al ser esto de manera general, no se tiene claro un valor medible en unidades prácticas como es el caso de kg o lt.
- Con el afán de llenar los vacíos de información referentes al tema tratado los estudiantes recomiendan a los tesisistas y futuros investigadores que, en cuanto la cantidad de diseños utilizados, se debe implementar un diseño más con porcentajes de +1.5% aserrín + 3% arcilla expandida para conocer los valores existentes entre el primer y 3er diseño con adición, ya que según los resultados mostrados existe una gran diferencia entre ellos y sería ventajoso conocer el comportamiento de la relación adición de arcilla expandida y aserrín/propiedades físico-mecánicas del concreto.
- De la mano con lo mencionado en el punto anterior, se recomienda al personal del laboratorio trabajar con un diseño de mezcla cuya relación a/c sea mayor a 0.6, pudiendo ser esta 0.9. de tal forma que la naturaleza absorbente del aserrín y la arcilla expandida no perjudiquen las propiedades físicas como son el asentamiento. De manera alternativa también se podría plantear que el aserrín tenga un previo tratamiento se secado antes de ser empleado en la elaboración del concreto.
- De igual manera para investigadores cuyo plazo de investigación no esté muy limitado se recomienda agregar otro tiempo de curado para los ensayos de compresión, siendo este de 35 días y de ser posible, también a los 42. Esto resulta más provechoso para los ensayos a flexión, dado que se obtuvieron resultados favorables para un diseño de 0.5% aserrín + 1.5% arcilla expandida ensayado a los 28 días, creando la interrogante de si este valor seguirá siendo mayor a la del concreto patrón para días de curado mayores.

REFERENCIAS

1. APAZA Lazo, E. V., & Salcedo Tejeda, J. L. Influencia de la Ceniza de Hoja de Maíz, Cáscara de Cebada y Bagazo de Caña de Azúcar (Materiales Puzolánicos Artificiales), Como Sustitutos Parciales del Cemento en la Resistencia del Concreto Para Diseños: $F'c = 175 \text{ kgf/cm}^2$, $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y $f'c = 350 \text{ kgf/cm}^2$ en la Ciudad de Arequipa. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2019. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM_2d234341b076ec497e0fc0f5073f95f9
2. Arteaga, Medina & Gutiérrez. Bloque de tierra comprimida como material constructivo. Revista Facultad de Ingeniería [en línea] , 20(31), 55–68. [Fecha de consulta: 5 de Julio del 2022]. Disponible en <https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/1421>
3. AYALA Jhon, Gil-Ahumada, E., Cornejo-Ramos, R., & Sócrates Pedro Muñoz-Pérez. (2022). Metodologías empleadas para la producción de concreto permeable usando parcialmente materiales reciclados como agregados: Una revisión literaria. TecnoLogicas, 25(53) doi: <https://doi.org/10.22430/22565337.2080>
4. BARRAGÁN, A., & Ochoa, P. Estudio de caso: Diseño de viviendas ambientales de bajo costo, Cuenca (Ecuador). Maskana, 5(1), 81–98. 2014. <https://doi.org/10.18537/mskn.05.01.06>
5. Bellido, L. (2018). *Propiedades mecánicas del concreto ligero con incorporación de virutas de madera*. (Tesis de Grado de Título Profesional). Universidad Agraria La Molina, Lima, Perú. Recuperada de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3859>
6. CARRILLO Julián, Alcocer Sergio M., Aperador William. Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo. Ingeniería, Investigación y Tecnología, Volumen 14. Issue 2. 2013. Pages 285-298. ISSN 1405-7743. [https://doi.org/10.1016/S1405-7743\(13\)72243-1](https://doi.org/10.1016/S1405-7743(13)72243-1)
7. CEMENTOS ARGOS ES CONSIDERADA LA EMPRESA MÁS INNOVADORA DE COLOMBIA. [en línea]. Argos: Web de empresa Grupo Argos. [Fecha de consulta: 18 de junio de 2022]. Disponible en <https://argos.co/cementos-argos-es-considerada-la-empresa-mas-innovadora-de-colombia/>

8. CHUMPITAZ, Nestor. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO PROVENIENTE DEL CONCRETO RECICLADO. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad San Martín de Porres, 2019. Disponible en <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/6960>
9. CIGÜEÑAS, Pablo. Determinación del comportamiento mecánico del concreto con adición de aserrín. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, Escuela profesional de Ingeniería Civil. 2020. 107 pp. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12759/6644>
10. CRUZ Hernández, R. A., Pico Cortés, C. M., & Ludwing Pérez Bustos. (2015). Durabilidad y acústica del concreto con escoria de cubilote como reemplazo del agregado fino. *Tecnura*, 19(43), 37-45. doi: <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.1.a02>
11. DÍAZ Vilca, Miguel Justiniano. Correlación Entre La Porosidad Y La Resistencia Del Concreto. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, escuela profesional de ingeniería civil. 2010. 173 pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/103>
12. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: OBRAS DE CONCRETO. 2016. 23 pág. Disponible en <https://www.sedapal.com.pe/storage/objects/ctps-et-007-obras-de-concreto.pdf>
13. GARCÍA Fredy, Güiza Robinson & B. Armando. Estudio exploratorio de arcilla expandida y piedra pómez como agregados en la producción de concretos ligeros. *Ingeniería y Desarrollo*. 2019. 37(2), 233-255. Retrieved from <https://www.proquest.com/scholarly-journals/estudio-exploratorio-de-arcilla-expandida-y/docview/2287429147/se-2>
14. JARAMILLO & Sánchez. Utilización de aserrín como adición en la elaboración de concreto no estructural en la ciudad de Nuevo Chimbote -2017. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa, Escuela profesional de Ingeniería Civil. 2021. 199 pp. Disponible en <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3635>
15. JARAMILLO Benavides, A., Patricio-Karnopp, Z., & Ilha-Librelotto, L. (2019). Durabilidad de los materiales naturales de construcción: Percepciones de proyectistas, constructores y usuarios en Florianópolis, Brasil. *Revista De*

<https://doi.org/10.14718/RevArq.2Q19.21.2.1825>

16. JIMÉNEZ, R. (2020). Análisis de vigencia del sistema constructivo LAD-MA para la autoconstrucción asistida de viviendas progresivas. *Informes De La Construcción*, 72(560) doi: <https://doi.org/10.3989/ic.73728>
17. LAUCATA, Johan. Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Católica del Perú, 2013. Disponible en https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4967/LAUCATA_JOHAN_ANALISIS_VULNERABILIDAD_SISMICA_VIVIENDAS_INFORMALES_CIUADAD_TRUJILLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
18. MARCO Pepe, Romildo D. Toledo Filho, Eduardus A.B. Koenders, Enzo Martinelli. Alternative processing procedures for recycled aggregates in structural concrete. *Construction and Building Materials*, Volumen 69. 2014. Pages 124-132. ISSN 0950-0618. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.06.084>
19. MOLINA, N. F., Tarifa, O. I. F., & Mendoza, L. V. (2015). Residuos Agroindustriales Como Adiciones En La Elaboración De Bloques De Concreto No Estructural/Agro-Industrial Waste As Additions In Development Of Concrete Blocks No Structural: Science And Engineering Neogranadina. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 25(2), 99-116. doi: <https://doi.org/10.18359/rcin.1434>
20. MORENO, Ospina y Rodríguez. (2019). Resistencia de concreto con agregado de bloque de arcilla triturado como reemplazo de agregado grueso. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 27(4), 635-642. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000400635>
21. MUÑOS Ruiperez, Carmelo. Propiedades Físicas Y Durabilidad De Morteros Aligerados Con Arcilla Expandida Y Agregados Con Áridos Reciclados. Tesis (grado Doctoral). Burgos: Universidad De Burgos. 2015. 388 pp. Disponible: <http://hdl.handle.net/10259/4349>
22. OBREGON, Miguel y OSORIO, Ángel. Influencia De La Arcilla Expandida En El diseño De Mezcla De Concreto Liviano De Alto Rendimiento En El Distrito De Lircay – Angaraes - Huancavelica". Tesis (Ingeniero Civil). Huancavelica: Universidad Nacional De Huancavelica. 2021. 209 pp. Disponible: <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/bdb3e54f-80c7->

49ef-8437-f581a7d5ed73/content

23. ORTEGA, A. D., & Gil, H. (2019). Estudio del comportamiento mecánico de morteros modificados con fibras de aserrín bajo esfuerzos de compresión. *Ingeniería y Desarrollo*, 37(1), 20-35. doi: <https://doi.org/10.14482/inde.37.1.620>
24. QUIROZ & Vidal. Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica estructural en edificaciones conformadas por sistemas aporticados y de albañilería confinada en el sector de la esperanza parte baja – Trujillo. 2014. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, Escuela profesional de Ingeniería Civil. 2015. 291 pp. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12759/1146>
25. QUISPE, Gina y VERA, Jonatán. Evaluación Del Concreto Con Arcilla Expandida Como Agregado Grueso Para Utilizarse En Concreto Estructural Liviano. Tesis (Título de ingeniería civil). Lima: Universidad De San Martín De Porres. Facultad de ingeniería y arquitectura. 2018. 184 pp. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12727/4197>
26. Reglamento Nacional de Edificaciones. (2020). Norma E.060. Concreto Armado.
27. Rincón y Barreto .CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DE DURABILIDAD DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO LIGERO. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Colombia.Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2019. Disponible en <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24131/1/CARACTERIZACION%20DE%20LAS%20PROPIEDADES%20MECANICAS%20Y%20DE%20DURABILIDAD%20DEL%20CONCRETO%20HIDRAULICO%20CON%20SUSTITUCION%20P.pdf>
28. ROSAS García, M. Comparación de la resistencia en Kg/Cm² del concreto común y el concreto con ceniza de cáscara de café como sustituto porcentual del agregado fino. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Chachapoyas: Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas, 2020. Disponible en: <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/2108>
29. SÁNCHEZ, Cynthia. Comportamiento del aserrín sobre la resistencia a la compresión, absorción, densidad y asentamiento del concreto para bloques en la construcción. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada del

- Norte. Facultad de Ingeniería. 2017. 91 pp. Disponible en <https://hdl.handle.net/11537/10120>
30. SALINAS, P. J. (2019). Los desechos sólidos, residuos o basura, un problema mundial para la salud y el ambiente. *MedULA*, 28(1), 35+. <https://link.gale.com/apps/doc/A650108933/SPJ.SP12?u=univcv&sid=bookmark-SPJ.SP12&xid=ffdf3d0b>
31. Stott, Rory. "¿Se utilizará este hormigón para construir en Marte?" 05 abr 2016. ArchDaily Perú. (Trad. Yunis, Natalia) Accedido el 12 Jul 2022. <<https://www.archdaily.pe/pe/784880/will-this-be-the-concrete-used-to-build-on-mars>> ISSN 0719-8914
32. SUSUNAGA, Jorge. Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario. Tesis (Título de Especialista en Gerencia de Obras). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería. 2014. 55 pp. Disponible en <http://hdl.handle.net/10983/1727>
33. URREGO, Gordillo, M., & Arjona, S. D. (2017). Influencia del residuo de mampostería (RM) como material cementicio suplementario en la elaboración de morteros 1. *Informador Técnico*, 81(1), 44-54. doi: <https://doi.org/10.23850/22565035.719>
34. VASCONES, Ana. Paneles de Hormigón Prefabricado como alternativa Arquitectónica y Económica para la construcción de viviendas sociales en Trujillo. UCV-Scientia, 9(2), 109–116.. 2017. Disponible en <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ucv-scientia/article/view/1213>
DOI: 10.18050/revucv-scientia
35. URREGO Yimmy, Gordillo, M., & Delvasto, S. (2019). Valorización y optimización del residuo de mampostería para la elaboración de concreto autocompactante/Valorization and optimization of residue of masonry for the production of self-compacting concrete. *Dyna*, 86(208), 307-315. doi: <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n208.73103>
36. URREGO, Gordillo, M., & Arjona, S. D. (2017). Influencia del residuo de mampostería (RM) como material cementicio suplementario en la elaboración de morteros 1. *Informador Técnico*, 81(1), 44-54. doi: <https://doi.org/10.23850/22565035.719>

37. VELÁSQUEZ, Ryan. Análisis comparativo de las resistencias a la flexión ya la compresión entre el concreto tradicional y el concreto con agregado de aserrín al 5%, 10% y 15% según la norma ACI, Lima - 2020. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Privada del Norte. Facultad de Ingeniería. 2020. 70 pp. Disponible en <https://hdl.handle.net/11537/25110>
38. VÉLEZ, Ligia. Permeabilidad y Porosidad en Concreto. Revista Tecno Lógicas. No. 25. pp. 169-187. Diciembre de 2010. ISSN: 0123-7799
39. Strong's SF Forms. Ignacio Belenguer Zamit. 1 de marzo del 2021. Disponible en: <https://strongforms.com/necesidades-de-viviendas-en-el-mundo/>
40. Concreto avanzado: el material del futuro, ahora. [Blog]. Colombia: Patiño, J. (28 de abril de 2017). [Fecha de consulta: 01 de Octubre de 2022]. Recuperado de <https://360enconcreto.com/blog/detalle/concreto-avanzado-material-del-futuro-ahora/>
41. La Sostenibilidad de Concreto como beneficio para la Sociedad. [Blog]. Lima: (04 de Setiembre de 2015). [Fecha de consulta: 02 de Octubre de 2022]. Recuperado de <http://www.asocem.org.pe/productos-b/la-sostenibilidad-de-concreto-como-beneficio-para-la-sociedad>
42. Portal de arquitectura Arqhys.com. Equipo de redacción profesional. (2012, 12). Usos del concreto. Escrito por: Arqhys Construcción. Obtenido en fecha 11, 2022, desde el sitio web: <https://www.arqhys.com/construccion/usosconcreto.html>.
43. Castañeda y Escalante. Aprovechamiento del aserrín para la fabricación de ladrillos ecológicos, y lograr su próxima aplicación en el Perú. Proyecto de Investigación (Bachiller en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Tecnológica del Perú, Facultad de Ingeniería, 2020. 23 pp. Disponible en <https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/33336/Hugo%20Casta%C3%B1eda%20Mark%20Escalante%20Trabajo%20de%20Investigacion%20Bachiller%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Del%20mismo%20modo%20%20se%20ha,de%20los%20%20%20%C2%B0C>

ANEXOS

Anexo N° 3.1: Matriz de Operacionalización de Variables

Tabla 68. Matriz de Operacionalización de Variables

TÍTULO		Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.			
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente: Adición de arcilla expansiva y aserrín	Según Carhunambo (2016, p. 37) define aserrín como componente orgánico, derivada de la descomposición de la madera, el cual está compuesta por fibras de celulosa.	Será analizado mediante las distintas adiciones en porcentaje aserrín y arcilla expansiva.	Porcentaje de adición de arcilla expandida y aserrín	Valores de porcentaje de adición de aserrín más arcilla expandida.	Razón
	Es un material mineral ligero que se basa en trozos de arcilla natural que a una cierta temperatura crea estructuras redondas de baja densidad y muy porosas con cubierta bastante dura, no desprenderá gases u otras sustancias cuando se mezcla con algún otro material; también es resistente al cambio brusco de temperatura siendo el aislamiento térmico una de sus principales cualidades. (Carmelo, 2015, p. 60)				

<p>Variable Dependiente: Propiedades físico-mecánicas del concreto</p>	<p>PASTRANA et al. (2019, p. 184) definen a las propiedades físicas del concreto a la densidad, cantidad de vacíos y absorción, ya que los resultados obtenidos deben estar dentro de los parámetros de la norma ASTM C642.</p>	<p>Los materiales serán analizados mediante su granulometría y después determinar la dosificación para la obtención de las propiedades, serán medidas a través los ensayos correspondientes a la Norma Técnica Peruana 339.239:2009 y la Norma E 0.60 del concreto armado, adicionando aserrín y arcilla expansiva.</p>	Granulometría	Curva granulométrica	Razón
				Módulo de finura	
			Dosificación	Relación agua/ cemento	
				Cuantificación de los materiales	
			Propiedades Físicas	Asentamiento del concreto o Slump	
				Temperatura del concreto	
	Peso unitario del concreto				
	Propiedades Mecánicas		Resistencia a la compresión		
			Resistencia a la flexión		
	<p>Carrillo, Alcocer y Aperador (2013, p. 292) las propiedades mecánicas del hormigón son la resistencia a la compresión, resistencia a tensión por flexión o módulo de ruptura, resistencia a tensión indirecta y módulo de elasticidad.</p>				

Anexo N° 3.2. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: ADICIÓN DE ARCILLA EXPANDIDA Y ASERRÍN EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA VIVIENDAS EN TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2022.

Tabla 69. Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS	ANTECEDENTES	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>¿De qué manera la adición de arcilla y aserrín influye en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas de un nivel en Trujillo, La Libertad-2022?</p> <p>La mayoría de viviendas en la ciudad de Trujillo presentan rajaduras en sus columnas y</p>	<p>Objetivo general: Determinar la influencia de la adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad-2022.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obtener 0.5% de aserrín más 1.5% arcilla expandida, 2.5% de aserrín 	<ul style="list-style-type: none"> • (Moreno, Ospina & Rodríguez, 2019) En su investigación “Resistencia de concreto con agregado de bloque de arcilla triturado como reemplazo de agregado grueso”. • (Rosas, 2020) En su investigación “Comparación de la resistencia en Kg/Cm² del concreto común y el concreto con ceniza de cáscara 	<p>Hipótesis general: La adición de arcilla expandida y aserrín influye significativamente en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad-2022.</p>	<p>Variable independiente: Adición de arcilla expandida y aserrín.</p> <p>Variable dependiente Propiedades físico-mecánicas del concreto.</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje de adición de arcilla expandida y aserrín - Granulometría - Dosificación. - Propiedades físicas. - Propiedades 	<p>Diseño de Investigación: Experimental Experimental puro.</p> <p>Unidad de estudio: Un espécimen de concreto</p> <p>Población muestral: Se deben elaborar 3 probetas cilíndricas de medidas: 30cm de altura x 15cm de diámetro, según lo establecido por la norma ASTM C31.</p>

<p>paredes con el paso de los años y esto se hace aún más evidente ante un sismo, inclusive de pequeña magnitud, además de no estar anivelada una estructura o simplemente no tenga un buen diseño de mezcla en el concreto. Todo esto es debido a que las viviendas se han expandido radicalmente por el gran aumento de la población, donde hoy en día se observa que muchas familias</p>	<p>más 5% arcilla expandida, 5% de aserrín más 10% arcilla expandida en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad-2022.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer la curva granulométrica y el módulo de finura de la adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad-2022. • Conseguir la 	<p>de café como sustituto porcentual del agregado fino".</p> <ul style="list-style-type: none"> • (Carrillo, Alcoser & Aperador, 2012) En su investigación "Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo". • (Sánchez, C., 2017) En su investigación "Comportamiento del aserrín sobre la resistencia a la compresión, absorción, densidad y asentamiento del concreto para bloques en la construcción". • (Arteaga, Medina 		<p>Mecánicas.</p> <p><u>Indicadores:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Valores de porcentaje de adición de aserrín más arcilla expandida. • Curva granulométrica • Módulo de finura • Relación agua/cemento • porcentajes de los materiales • Asentamiento del concreto o Slump • Temperatura del concreto • Peso unitario del concreto • Absorción • Resistencia a la compresión • Resistencia a la flexión 	<p>Para cada porcentaje de adición de arcilla expandida y aserrín.</p> <p><u>Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos</u></p> <p>Para el análisis de datos, la técnica a utilizar será la observación experimental y se utilizará una guía de observación y una ficha de recolección de datos como instrumento.</p>
---	--	---	--	---	---

<p>construyen sus casas en lugares no adecuados por su suelo para construir.</p>	<p>dosificación de los materiales para la adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad-2022.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obtener el asentamiento, temperatura, peso unitario, contenido de humedad y la absorción de la adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físicas del concreto para viviendas en Trujillo, La 	<p>& Gutiérrez, 2016) En su investigación “Bloque de tierra comprimida como material constructivo”.</p> <ul style="list-style-type: none"> • (Bellido, 2018) En su investigación “Propiedades mecánicas del concreto ligero con incorporación de virutas de madera”. 			
--	---	---	--	--	--

	<p>Libertad-2022.</p> <ul style="list-style-type: none">• Conocer la resistencia a la compresión y la flexión de la adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad-2022.				
--	--	--	--	--	--

Anexo N° 3.3. MATRIZ DE INDICADORES DE VARIABLE

Tabla 70. Matriz de indicadores de variables

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	DIMENSIONES	INDICADORES	DESCRIPCIÓN	TÉCNICA /	TIEMPO EMPLEADO	MODO DE CÁLCULO
				INSTRUMENTO		
Obtener 0.5% de aserrín más 1.5% arcilla expandida, 2.5% de aserrín más 5% arcilla expandida, 5% de aserrín más 10% arcilla expandida en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad-2022.	Porcentaje de adición de arcilla y aserrín	Valores de porcentaje de adición de aserrín más arcilla	Para poder cuantificar los valores de arcilla expandida y aserrín en unidades de más o volumen se usará la hoja de ficha de datos 1	Observación / Guía de observación 1	1 día	-----
Obtener la curva granulométrica y el módulo de finura de la adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad-2022.	Granulometría	Curva granulométrica	Determinar la curva granulométrica y el módulo de finura de la adición de arcilla expansiva y aserrín se usará la hoja de ficha de datos 2	Observación / Hoja de ficha de datos 1	3 días	-----
		Módulo de finura				
Conseguir la relación agua, cemento y las proporciones de los materiales para la adición de arcilla expandida	Dosificación	Relación agua/cemento	Determinar la relación agua, cemento y los porcentajes de los materiales para la	Observación / Hoja de ficha de datos 2	1 día	-----

y aserrín en las propiedades físicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad-2022.		Porcentajes de los materiales	adición de arcilla expandida y aserrín se usará la hoja de ficha de datos 3			
Obtener el asentamiento, temperatura, peso unitario, contenido de humedad y la absorción de la adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad-2022.	Propiedades Físicas	Asentamiento del concreto o Slump	Determinar el asentamiento, temperatura, peso unitario, contenido de humedad y la absorción de la adición de arcilla expandida y aserrín usando la guía de observación 1,2,3,4 y 5	Observación / Guía de observación 2,3,4,5 y 6	3 días	-----
		Temperatura del concreto				
		Peso unitario del concreto				
Obtener la resistencia a la compresión y la flexión de la adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad-2022.	Propiedades Mecánicas	Resistencia a la compresión	Determinar la resistencia a la compresión y la flexión de la adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades mecánicas usando la guía de observación 6 y 7	Observación / Guía de observación 7 y 8	30 días	-----
		Resistencia a la flexión				

Anexo N° 4: Fichas de recolección de datos

Anexo N° 4.1: Ficha de recolección de datos para Determinar los Porcentajes, cantidades de adición de arcilla expandida y aserrín en relación a los agregados.

(Ficha de datos 1)

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Determinar los Porcentajes, cantidades de adición de arcilla y aserrín en relación a los agregados.

Tesis:	“Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022”.				
Tesistas:	Andrade Córdova, Sergio Alberto y Becerra Romero, Janneth Elizabeth				
Departamento:		Provincia:		Fecha:	

DATOS DE LA MUESTRA

Adición de arcilla Expandida por kg del agregado grueso		
% de arcilla	Peso de arcilla Expandida(kg)	Peso del agregado Grueso (kg)
1.5		
5.0		
10.0		

Adición de aserrín por kg del agregado fino		
% de aserrín	Peso de aserrín (kg)	Peso del agregado fino (kg)
0.5		
2.5		
5.0		

Observación:	
---------------------	--

Anexo N° 4.2: Ficha de recolección de datos para el ensayo de granulometría del agregado grueso, arcilla y agregado fino . (Ficha de datos 2)

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Conocer la curva granulométrica y el módulo de finura de la adición de arcilla expandida y aserrín.

Tesis:	“Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022”.		
Tesistas:	Andrade Córdova, Sergio Alberto y Becerra Romero, Janneth Elizabeth		
Departamento:		Provincia:	
		Fecha:	

DATOS DE LA MUESTRA

Agregado Grueso / Arcilla		Peso total de muestra tamizada (g) =	
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	Módulo de Finura
4"			
3 ½"			
3"			
2 ½"			
2"			
1 ½"			
1"			
¾"			
½"			
3/8"			
N° 4			
N° 8			
N° 16			
PLATO			
Total			

Observación:	
---------------------	--



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Conocer la curva granulométrica y el módulo de finura de la adición de arcilla expandida y aserrín.

Tesis:	"Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022".				
Tesistas:	Andrade Córdova, Sergio Alberto y Becerra Romero, Janneth Elizabeth				
Departamento:		Provincia:		Fecha:	

DATOS DE LA MUESTRA

Agregado Fino		Peso total de muestra tamizada (g) =	
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	Módulo de Finura
3/8"			
N° 4			
N° 8			
N° 16			
N° 30			
N° 50			
N° 100			
PLATO			
Total			

Observación:

Anexo N° 4.3: Proporciones y dosificaciones (Ficha de datos 3)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Determinar las proporciones y dosificación de mezcla.

Tesis:	“Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022”.		
Tesistas:	Andrade Córdova, Sergio Alberto y Becerra Romero, Janneth Elizabeth		
Departamento:		Provincia:	Fecha:

DATOS DE LA MEZCLA PARA PROBETAS CILINDRICAS

F'c= kg/cm2	% adición de arcilla expandida	% adición de aserrín	Proporción C:A:P	Materiales					
				Cemento (kg)	Arena (kg)	Piedra (kg)	Agua (Its)	Arcilla (kg)	Aserrín (kg)
210	0.00	0.00	1:1.98:2.63	2.88	5.71	7.56	1.96	-	-
	1.5	0.5							
	5.0	2.5							
	10.0	5.0							

DATOS DE LA MEZCLA PARA PROBETAS RECTANGULARES

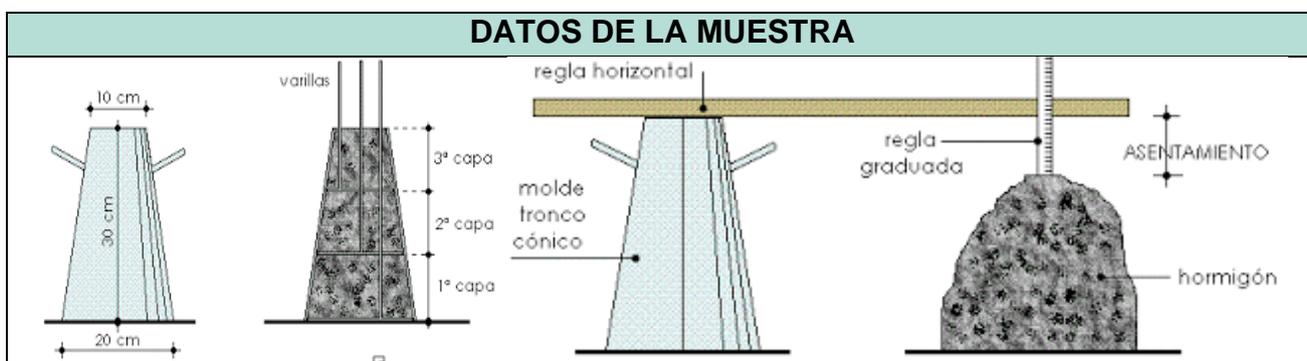
F'c= kg/cm2	% adición de arcilla expandida	% adición de aserrín	Proporción C:A:P	Materiales					
				Cemento (kg)	Arena (kg)	Piedra (kg)	Agua (Its)	Arcilla (kg)	Aserrín (kg)
210	0.00	0.00	1:1.98:2.63	13.63	27.04	35.79	9.26	-	-
	1.5	0.5							
	5.0	2.5							
	10.0	5.0							

Observación:

Anexo N° 4.4: Ensayo de asentamiento del concreto (Guía de observación 1).

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA	
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
Ensayo de Asentamiento del concreto para probetas cilíndricas y rectangulares.	Referencia: NTP 339.035

Tesis:	“Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022”.		
Tesistas:	Andrade Córdova, Sergio Alberto y Becerra Romero, Janneth Elizabeth		
Departamento:		Provincia:	
		Fecha:	



Diseño		Slump o Asentamiento	
% adición de arcilla	% adición de aserrín	in	cm
0.00	0.00		
1.5	0.5		
5.0	2.5		
10.0	5.0		

Observación:	
---------------------	--

Anexo N° 4.5: Temperatura del concreto (Guía de observación 2).

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA	
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
Temperatura del concreto para probetas cilíndricas y rectangulares.	Referencia: NTP

Tesis:	“Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022”.		
Tesistas:	Andrade Córdova, Sergio Alberto y Becerra Romero, Janneth Elizabeth		
Departamento:		Provincia:	
		Fecha:	



Diseño		Temperatura °C		
% adición de arcilla	% adición de aserrín	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
0.00	0.00			
1.5	0.5			
5.0	2.5			
10.0	5.0			

Observación:	
---------------------	--

Anexo N° 4.6: Ensayo de Resistencia a la compresión del concreto (Guía de observación 3).

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA	
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
Ensayo de Resistencia a la Compresión	Referencia: NTP 339.034

Tesis:	“Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022”.		
Tesistas:	Andrade Córdova, Sergio Alberto y Becerra Romero, Janneth Elizabeth		
Departamento:		Provincia:	Fecha:

DATOS DE LA MUESTRA:							
% adición de arcilla expandida				% adición de aserrín			
Descripción de la probeta	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga máxima (kg)	Resistencia de rotura (kg/cm²)	Porcentaje del Diseño %

DATOS DE LA MUESTRA:							
% adición de arcilla expandida				% adición de aserrín			
Descripción de la probeta	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga máxima (kg)	Resistencia de rotura (kg/cm²)	Porcentaje del Diseño %

Observación:	
---------------------	--

DATOS DE LA MUESTRA:							
% adición de arcilla expandida				% adición de aserrín			
Descripción de la probeta	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga máxima (kg)	Resistencia de rotura (kg/cm ²)	Porcentaje del Diseño %

DATOS DE LA MUESTRA:							
% adición de arcilla expandida				% adición de aserrín			
Descripción de la probeta	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga máxima (kg)	Resistencia de rotura (kg/cm ²)	Porcentaje del Diseño %

Observación:	
---------------------	--

Anexo N° 4.7: Ensayo de Resistencia a la Flexión del concreto (Guía de observación 4).

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA	
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
Ensayo de Resistencia a la Flexión	Referencia: NTP 339.078

Tesis:	“Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022”.		
Tesistas:	Andrade Córdova, Sergio Alberto y Becerra Romero, Janneth Elizabeth		
Departamento:		Provincia:	Fecha:

DATOS DE LA MUESTRA:							
% adición de arcilla				% adición de aserrín			
Descripción de la probeta	Edad (días)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)	Carga máxima (KN)	Módulo de rotura (Mpa)	Módulo de rotura Promedio (kg/cm ²)

DATOS DE LA MUESTRA:							
% adición de arcilla				% adición de aserrín			
Descripción de la probeta	Edad (días)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)	Carga máxima (KN)	Módulo de rotura (Mpa)	Módulo de rotura Promedio (kg/cm ²)

Observación:	
---------------------	--

DATOS DE LA MUESTRA:							
% adición de arcilla				% adición de aserrín			
Descripción de la probeta	Edad (días)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)	Carga máxima (KN)	Módulo de rotura (Mpa)	Módulo de rotura Promedio (kg/cm ²)

DATOS DE LA MUESTRA:							
% adición de arcilla				% adición de aserrín			
Descripción de la probeta	Edad (días)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)	Carga máxima (KN)	Módulo de rotura (Mpa)	Módulo de rotura Promedio (kg/cm ²)

Observación:	
---------------------	--

Anexo N° 4.1.1: Ficha de recolección de datos llenados para Determinar los Porcentajes, cantidades de adición de arcilla expandida y aserrín en relación a los agregados. (Ficha de datos 1)

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Determinar los Porcentajes, cantidades de adición de arcilla y aserrín en relación a los agregados.

Tesis:	"Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022".		
Tesistas:	Andrade Córdova, Sergio Alberto y Becerra Romero, Janneth Elizabeth		
Departamento:	La Libertad	Provincia:	Trujillo
Fecha:	09/2022		

DATOS DE LA MUESTRA	<i>PROBETAS CILINDRICAS</i>
----------------------------	-----------------------------

Adición de Arcilla Expandida por kg del Agregado Grueso		
% de arcilla Exp.	Peso de Arcilla Expandida(kg)	Peso del Agregado Grueso (kg)
1.5	0.11	7.44
5.0	0.38	7.18
10.0	0.76	6.80

Adición de Aserrín por kg del Agregado Fino		
% de aserrín	Peso de Aserrín (kg)	Peso del Agregado Fino (kg)
0.5	0.03	5.68
2.5	0.14	5.57
5.0	0.29	5.42

Observación:	
---------------------	--



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Determinar los Porcentajes, cantidades de adición de arcilla y aserrín en relación a los agregados.

Tesis:	"Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022".				
Tesistas:	Andrade Córdova, Sergio Alberto y Becerra Romero, Janneth Elizabeth				
Departamento:	La Libertad	Provincia:	Trujillo	Fecha:	09/2022

DATOS DE LA MUESTRA

PROBETAS RECTANGULARES

Adición de Arcilla Expandida por kg del Agregado Grueso

% de arcilla Exp.	Peso de Arcilla Expandida(kg)	Peso del Agregado Grueso (kg)
1.5	0.54	35.25
5.0	1.79	34.00
10.0	3.58	32.21

Adición de Aserrín por kg del Agregado Fino

% de aserrín	Peso de Aserrín (kg)	Peso del Agregado Fino (kg)
0.5	0.14	26.90
2.5	0.68	26.36
5.0	1.35	25.69

Observación:

Anexo N° 4.2.1: Ficha de recolección de datos para el ensayo de granulometría del agregado fino. (Ficha de datos 2)

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Conocer la curva granulométrica y el módulo de finura de la adición de arcilla expandida y aserrín.

Tesis:	"Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022".		
Tesistas:	Andrade Córdova, Sergio Alberto y Becerra Romero, Janneth Elizabeth		
Departamento:	La Libertad	Provincia:	Trujillo
Fecha:	09/2022		

DATOS DE LA MUESTRA

Agregado <u>Grueso</u> / Arcilla		Peso total de muestra tamizada (g) = 2 500	
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	Módulo de Finura
4"	100	-	$M_F = \frac{\sum \% \text{ Retenido Acum}}{100}$ $M_F = 7.04$
3 1/2"	90	-	
3"	76.20	-	
2 1/2"	63.50	-	
2"	50.60	-	
1 1/2"	38.10	-	
1"	25.40	63.90	
3/4"	19.05	633.90	
1/2"	12.70	893.80	
3/8"	9.525	314.50	
N° 4	4.75	584.00	
N° 8	2.360	8.90	
N° 16	1.180	0.10	
PLATO	-	0.90	
Total		2 500.00	

Observación:	
---------------------	--



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Conocer la curva granulométrica y el módulo de finura de la adición de arcilla
expandida y aserrín.

Tesis:	"Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022".				
Tesistas:	Andrade Córdova, Sergio Alberto y Becerra Romero, Janneth Elizabeth				
Departamento:	La Libertad	Provincia:	Trujillo	Fecha:	800.00

DATOS DE LA MUESTRA

Agregado Grueso / <u>Arcilla</u>		Peso total de muestra tamizada (g) =	
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	Módulo de Finura
4"	100.00	-	-
3 1/2"	90.00	-	
3"	76.200	-	
2 1/2"	63.500	-	
2"	50.00	-	
1 1/2"	37.50	-	
1"	25.00	-	
3/4"	19.00	24.33	
1/2"	12.50	678.00	
3/8"	9.50	87.20	
1/4"	6.30	10.47	
N° 4	4.750	0.0	
N° 8	-	0.0	
PLATO	-	0.0	
Total		800.00	

Observación:	
--------------	--



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Conocer la curva granulométrica y el módulo de finura de la adición de arcilla expandida y aserrín.

Tesis:	"Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022".		
Tesistas:	Andrade Córdova, Sergio Alberto y Becerra Romero, Janneth Elizabeth		
Departamento:	La Libertad	Provincia:	Trujillo
Fecha:	09/2022		

DATOS DE LA MUESTRA

Agregado Fino		Peso total de muestra tamizada (g) = 500	
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	Módulo de Finura
3/8"	9.525	-	$MF = \frac{\sum \% \text{ Retenido Acum.}}{100}$ $MF = 3.26$
N° 4	4.75	56.70	
N° 8	2.360	84.10	
N° 16	1.180	64.80	
N° 30	0.60	52.20	
N° 50	0.30	213.30	
N° 100	0.15	28.70	
PLATO		0.20	
Total		500.00	

Observación:

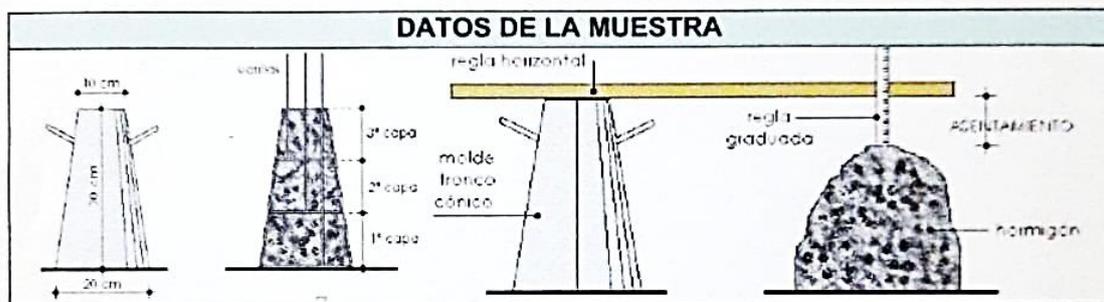
Anexo N° 4.3.1: Proporciones y dosificaciones (Ficha de datos 3) llenado

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO									
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA									
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS									
Determinar las proporciones y dosificación de mezcla.									
Tesis:	“Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022”.								
Tesistas:	Andrade Córdova, Sergio Alberto y Becerra Romero, Janneth Elizabeth								
Departamento:	La Libertad								
Provincia:	Trujillo								
Fecha:	10/2022								
DATOS DE LA MEZCLA PARA PROBETAS CILINDRICAS									
F'c= kg/cm ²	% adición de arcilla expandida	% adición de aserrín	Proporción C:A:P	Materiales					
				Cemento (kg)	Arena (kg)	Piedra (kg)	Agua (lts)	Arcilla (kg)	Aserrín (kg)
210	0.00	0.00	1:1.98:2.63	2.88	5.71	7.56	1.96	-	-
	1.5	0.5			5.68	7.44		0.11	0.03
	5.0	2.5			5.57	7.18		0.38	0.14
	10.0	5.0			5.42	6.80		0.76	0.29
DATOS DE LA MEZCLA PARA PROBETAS RECTANGULARES									
F'c= kg/cm ²	% adición de arcilla expandida	% adición de aserrín	Proporción C:A:P	Materiales					
				Cemento (kg)	Arena (kg)	Piedra (kg)	Agua (lts)	Arcilla (kg)	Aserrín (kg)
210	0.00	0.00	1:1.98:2.63	13.63	27.04	35.79	9.26	-	-
	1.5	0.5			26.90	35.25		0.54	0.14
	5.0	2.5			26.36	34.00		1.79	0.68
	10.0	5.0			25.69	32.21		3.58	1.35
Observación:									

Anexo N° 4.4.1: Ensayo de asentamiento del concreto llenado (Guía de observación 1).

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA	
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
Ensayo de Asentamiento del concreto para probetas cilíndricas y rectangulares.	Referencia: NTP 339.035

Tesis:	"Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022".		
Tesistas:	Andrade Córdova, Sergio Alberto y Becerra Romero, Janneth Elizabeth		
Departamento:	La Libertad	Provincia:	Trujillo
Fecha:	10/2022		



Diseño		Slump o Asentamiento	
% adición de arcilla	% adición de aserrín	in	cm
0.00	0.00	4	10.2
1.5	0.5	3.5	8.9
5.0	2.5	2.75	7.0
10.0	5.0	1.5	3.8

Observación: * Para la última muestra de adición de aserrín 5% y 10% de arcilla expandida presentó dificultades por eso el Asentamiento es bajo presentando poca trabajabilidad.

Anexo N° 4.5.1: Temperatura del concreto llenado (Guía de observación 2).

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA	
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
Temperatura del concreto para probetas cilíndricas y rectangulares.	Referencia: NTP

Tesis:	"Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022".		
Tesistas:	Andrade Córdova, Sergio Alberto y Becerra Romero, Janneth Elizabeth		
Departamento:	La Libertad	Provincia:	Trujillo
Fecha:	10/2022		



Diseño		Temperatura °C		
% adición de arcilla	% adición de aserrín	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
0.00	0.00	21.9 °C	21.8 °C	21.9 °C
1.5	0.5	21.4 °C	21.5 °C	21.4 °C
5.0	2.5	21.1 °C	21.2 °C	21.2 °C
10.0	5.0	22.6 °C	22.5 °C	22.6 °C

Observación:	* Este ensayo se realiza mientras el concreto esta en estado fresco.
---------------------	--

Anexo N° 4.6.1: Ensayo de Resistencia a la compresión del concreto (Guía de observación 3).

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO							
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA							
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS							
Ensayo de Resistencia a la Compresión					Referencia: NTP 339.034		
Tesis:	"Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022".						
Tesistas:	Andrade Córdova, Sergio Alberto y Becerra Romero, Janneth Elizabeth						
Departamento:	La Libertad	Provincia:	Trujillo	Fecha:	10/2022		
DATOS DE LA MUESTRA:				7 días - Muestra Patrón			
0 % adición de arcilla expandida				0 % adición de aserrín			
Descripción de la probeta	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga máxima (kN)	Resistencia de rotura (kg/cm ²)	Porcentaje del Diseño %
01	24/10/22	31/10/22	7	10.03	124.68	160.86	76.60
02	24/10/22	31/10/22	7	10.12	121.75	154.29	73.47
03	24/10/22	31/10/22	7	10.07	119.32	152.72	72.72
DATOS DE LA MUESTRA:				7 días			
1.5 % adición de arcilla expandida				0.5 % adición de aserrín			
Descripción de la probeta	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga máxima (kN)	Resistencia de rotura (kg/cm ²)	Porcentaje del Diseño %
1	25/10/22	01/11/2022	7	15.10	225.22	128.20	61.05
2	25/10/22	01/11/22	7	15.12	230.03	130.59	62.19
3	25/10/22	01/11/22	7	15.04	248.99	142.87	68.03
Observación:							

DATOS DE LA MUESTRA:				Concreto 2.5% Aserrín + 5% Arcilla Exp.			
% adición de arcilla expandida				% adición de aserrín			
Descripción de la probeta	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga máxima (kN)	Resistencia de rotura (kg/cm ²)	Porcentaje del Diseño %
1	25/10/22	1/11/22	7	15.04	110.84	63.60	30.28
2	25/10/22	1/11/22	7	15.21	117.35	65.84	31.35
3	25/10/22	1/11/22	7	15.13	112.22	63.63	30.30

DATOS DE LA MUESTRA:				7 días			
5 % adición de arcilla expandida				10 % adición de aserrín			
Descripción de la probeta	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga máxima (kN)	Resistencia de rotura (kg/cm ²)	Porcentaje del Diseño %
01	24/10/22	31/10/22	7	15.20	103.13	57.93	27.59
02	24/10/22	31/10/22	7	15.12	109.28	62.04	29.54
03	24/10/22	31/10/22	7	15.07	106.30	60.75	28.93

Observación:

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA	
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
Ensayo de Resistencia a la Compresión	Referencia: NTP 339.034

Tesis:	"Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022".
Tesistas:	Andrade Córdova, Sergio Alberto y Becerra Romero, Janneth Elizabeth
Departamento:	La Libertad
Provincia:	Trujillo
Fecha:	11/2022

DATOS DE LA MUESTRA:				14 días - Muestra Patrón			
0 % adición de arcilla expandida				0 % adición de aserrín			
Descripción de la probeta	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga máxima (kN)	Resistencia de rotura (kg/cm ²)	Porcentaje del Diseño %
01	20/10/22	03/11/22	14	10.08	138.11	176.42	84.01
02	20/10/22	03/11/22	14	10.05	146.03	187.65	89.36
03	20/10/22	03/11/22	14	10.10	144.63	184.02	87.63

DATOS DE LA MUESTRA:				14 días			
1.5 % adición de arcilla expandida				0.5 % adición de aserrín			
Descripción de la probeta	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga máxima (kN)	Resistencia de rotura (kg/cm ²)	Porcentaje del Diseño %
1	20/10/22	03/11/22	14	10.07	129.70	166.01	79.05
2	20/10/22	03/11/22	14	10.04	118.20	152.19	72.47
3	20/10/22	03/11/22	14	10.12	125.25	158.73	75.59

Observación:	
---------------------	------

DATOS DE LA MUESTRA:					14 días		
5 % adición de arcilla expandida					2.5 % adición de aserrín		
Descripción de la probeta	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga máxima (kN)	Resistencia de rotura (kg/cm ²)	Porcentaje del Diseño %
01	19/10/22	02/11/22	14	15.10	119.68	68.13	32.44
02	19/10/22	02/11/22	14	15.01	134.50	77.48	36.90
03	19/10/22	02/11/22	14	15.13	125.64	71.23	33.92

DATOS DE LA MUESTRA:					14 días		
10 % adición de arcilla expandida					5 % adición de aserrín		
Descripción de la probeta	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga máxima (kN)	Resistencia de rotura (kg/cm ²)	Porcentaje del Diseño %
1	19/10/22	02/11/22	14	15.12	120.64	68.49	32.61
2	19/10/22	02/11/22	14	15.21	140.65	78.91	37.58
3	19/10/22	02/11/22	14	15.04	126.98	72.86	34.69

Observación:

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA	
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
Ensayo de Resistencia a la Compresión	Referencia: NTP 339.034

Tesis:	"Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022".		
Tesistas:	Andrade Córdova, Sergio Alberto y Becerra Romero, Janneth Elizabeth		
Departamento:	La Libertad	Provincia:	Trujillo
Fecha:	11/22		

DATOS DE LA MUESTRA:				28 días			
0 % adición de arcilla expandida				0 % adición de aserrín			
Descripción de la probeta	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga máxima (kN)	Resistencia de rotura (kg/cm ²)	Porcentaje del Diseño %
01	21/10/22	18/11/22	28	15.02	397.12	228.47	108.79
02	21/10/22	18/11/22	28	15.10	404.63	230.33	109.68
03	21/10/22	18/11/22	28	15.08	409.98	233.99	111.42

DATOS DE LA MUESTRA:				28 días			
1.5 % adición de arcilla expandida				0.5 % adición de aserrín			
Descripción de la probeta	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga máxima (kN)	Resistencia de rotura (kg/cm ²)	Porcentaje del Diseño %
1	22/10/22	19/11/22	28	10.10	138.80	176.60	84.09
2	22/10/22	19/11/22	28	10.05	133.76	171.88	81.85
3	22/10/22	19/11/22	28	10.06	146.49	187.87	89.46

Observación:	
---------------------	--

DATOS DE LA MUESTRA:				28 días			
5 % adición de arcilla expandida				2.5 % adición de aserrín			
Descripción de la probeta	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga máxima (kN)	Resistencia de rotura (kg/cm ²)	Porcentaje del Diseño %
01	22/10/22	19/11/22	28	10.0	73.46	95.34	45.40
02	22/10/22	19/11/22	28	10.0	79.46	103.13	49.11
03	22/10/22	19/11/22	28	10.0	70.0	90.85	43.26

DATOS DE LA MUESTRA:				28 días			
10 % adición de arcilla expandida				5 % adición de aserrín			
Descripción de la probeta	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga máxima (kN)	Resistencia de rotura (kg/cm ²)	Porcentaje del Diseño %
1	21/10/22	18/11/22	28	15.20	149.50	83.98	39.99
2	21/10/22	18/11/22	28	15.12	142.50	80.90	38.52
3	21/10/22	18/11/22	28	15.07	147.62	84.36	40.17

Observación:	
---------------------	--

Anexo N° 4.7.1: Ensayo de Resistencia a la Flexión del concreto llenado (Guía de observación 4).

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 7 DÍAS.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO							
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA							
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS							
Ensayo de Resistencia a la Flexión				Referencia: NTP 339.078			
Tesis:		"Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022".					
Tesistas:		Andrade Córdova, Sergio Alberto y Becerra Romero, Janneth Elizabeth					
Departamento:		La Libertad		Provincia:		Trujillo	
Fecha:		11/2022					
DATOS DE LA MUESTRA:				7 días			
0 % adición de arcilla				0 % adición de aserrín			
Descripción de la probeta	Edad (días)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)	Carga máxima (KN)	Módulo de rotura (Mpa)	Módulo de rotura Promedio (kg/cm ²)
01	7	150	150	510.0	18.54	2.53	26.40
02	7	150	150	510.0	20.18	2.75	
03	7	150	150	510.0	19.38	2.64	
DATOS DE LA MUESTRA:				7 días			
1.5 % adición de arcilla				0.5 % adición de aserrín			
Descripción de la probeta	Edad (días)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)	Carga máxima (KN)	Módulo de rotura (Mpa)	Módulo de rotura Promedio (kg/cm ²)
1	7	150	150	510	17.70	2.41	24.48
2	7	150	150	510	19.91	2.71	
3	7	150	150	510	16.28	2.22	
Observación:							

DATOS DE LA MUESTRA:					7 días		
5 % adición de arcilla					2.5 % adición de aserrín		
Descripción de la probeta	Edad (días)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)	Carga máxima (KN)	Módulo de rotura (Mpa)	Módulo de rotura Promedio (kg/cm ²)
01	7	150	150	510	15.74	2.15	20.68
02	7	150	150	510	14.65	2.0	
03	7	150	150	510	15.12	2.06	

DATOS DE LA MUESTRA:					7 días		
10 % adición de arcilla					5 % adición de aserrín		
Descripción de la probeta	Edad (días)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)	Carga máxima (KN)	Módulo de rotura (Mpa)	Módulo de rotura Promedio (kg/cm ²)
1	7	150	150	510	14.32	1.95	19.39
2	7	150	150	510	14.16	1.93	
3	7	150	150	510	14.21	1.94	

Observación:	
---------------------	--

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA	
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
Ensayo de Resistencia a la Flexión	Referencia: NTP 339.078

Tesis:	"Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022".		
Tesistas:	Andrade Córdova, Sergio Alberto y Becerra Romero, Janneth Elizabeth		
Departamento:	La Libertad	Provincia:	Trujillo
Fecha:	11/2022		

DATOS DE LA MUESTRA:					28 días		
0 % adición de arcilla				0 % adición de aserrín			
Descripción de la probeta	Edad (días)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)	Carga máxima (KN)	Módulo de rotura (Mpa)	Módulo de rotura Promedio (kg/cm ²)
01	28	150	150	510.0	26.87	3.66	33.49
02	28	150	150	510.0	25.59	3.49	
03	28	150	150	510.0	21.26	2.90	

DATOS DE LA MUESTRA:					28 días		
1.5 % adición de arcilla				0.5 % adición de aserrín			
Descripción de la probeta	Edad (días)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)	Carga máxima (KN)	Módulo de rotura (Mpa)	Módulo de rotura Promedio (kg/cm ²)
1	28	150	150	510	24.57	3.35	34.85
2	28	150	150	510	26.03	3.55	
3	28	150	150	510	26.11	3.56	

Observación:	
---------------------	--

DATOS DE LA MUESTRA:					28 días		
5 % adición de arcilla					2.5 % adición de aserrín		
Descripción de la probeta	Edad (días)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)	Carga máxima (KN)	Módulo de rotura (Mpa)	Módulo de rotura Promedio (kg/cm ²)
01	28	150	150	510	19.65	2.68	25.92
02	28	150	150	510	18.45	2.51	
03	28	150	150	510	18.96	2.58	

DATOS DE LA MUESTRA:					28 días		
10 % adición de arcilla					5 % adición de aserrín		
Descripción de la probeta	Edad (días)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)	Carga máxima (KN)	Módulo de rotura (Mpa)	Módulo de rotura Promedio (kg/cm ²)
1	28	150	150	510	17.84	2.43	24.01
2	28	150	150	510	17.05	2.32	
3	28	150	150	510	17.95	2.45	

Observación:	
---------------------	--

Anexo N° 5: Validación de los instrumentos

Anexo N° 5.1: Validación de instrumentos (ficha de datos 1).

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	"Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022".			
Línea de investigación:	Diseño sísmico y estructural			
Apellidos y nombres del experto:	Mg. Ing. Villar Quiroz Josualdo			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Independiente			
<p>Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
Firma del experto:				
				

VILLAR QUIROZ, JOSUALDO CARLOS				
DNI: 40132759				
ORCID: p000-0003-3392-9580				

Anexo N° 5.2: Validación de instrumentos (ficha de datos 1).

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la investigación:	"Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022".	
Línea de investigación:	Diseño sísmico y estructural	
Apellidos y nombres del experto:	Ing. Mercado Cruz Jhon Kevin	
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Independiente	

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del experto:



**JHON KEVIN
 MERCADO CRUZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 278081**

Anexo N° 5.3: Validación de instrumentos (ficha de datos 2).

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	"Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022".			
Línea de investigación:	Diseño sísmico y estructural			
Apellidos y nombres del experto:	Mg. Ing. Villar Quiroz Josualdo			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Dependiente			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
Firma del experto:				
				
----- VILLAR QUIROZ, JOSUALDO CARLOS DNI: 40132759 ORCID: p000-0003-3392-9580				

Anexo N° 5.4: Validación de instrumentos (ficha de datos 2).

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS	
Título de la investigación:	“Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022”.
Línea de investigación:	Diseño sísmico y estructural
Apellidos y nombres del experto:	Ing. Mercado Cruz Jhon Kevin
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Dependiente

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “x” en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del experto:



**JHON KEVIN
 MERCADO CRUZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 27808¹**

Anexo N° 5.5: Validación de instrumentos (ficha de datos 3).

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	"Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022".			
Línea de investigación:	Diseño sísmico y estructural			
Apellidos y nombres del experto:	Mg. Ing. Villar Quiroz Josualdo			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Dependiente			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
Firma del experto:				
				
----- VILLAR QUIROZ, JOSUALDO CARLOS DNI: 40132759 ORCID: p000-0003-3392-9580				

Anexo N° 5.6: Validación de instrumentos (ficha de datos 3).

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS	
Título de la investigación:	“Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022”.
Línea de investigación:	Diseño sísmico y estructural
Apellidos y nombres del experto:	Ing. Mercado Cruz Jhon Kevin
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Dependiente

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “x” en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del experto:



**JHON KEVIN
 MERCADO CRUZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 27808¹**

Anexo N° 5.7: Validación de instrumentos (guía de observación 1).

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	"Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022".			
Línea de investigación:	Diseño sísmico y estructural			
Apellidos y nombres del experto:	Mg. Ing. Villar Quiroz Josualdo			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Dependiente			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
Firma del experto:				
				
----- VILLAR QUIROZ, JOSUALDO CARLOS DNI: 40132759 ORCID: p000-0003-3392-9580				

Anexo N° 5.8: Validación de instrumentos (guía de observación 1).

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	"Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022".			
Línea de investigación:	Diseño sísmico y estructural			
Apellidos y nombres del experto:	Ing. Mercado Cruz Jhon Kevin			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Dependiente			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
Firma del experto:		 JHON KEVIN MERCADO CRUZ Ingeniero Civil CIP N° 278081		

Anexo N° 5.9: Validación de instrumentos (guía de observación 2).

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	"Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022".			
Línea de investigación:	Diseño sísmico y estructural			
Apellidos y nombres del experto:	Mg. Ing. Villar Quiroz Josualdo			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Dependiente			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
Firma del experto:				
				
----- VILLAR QUIROZ, JOSUALDO CARLOS DNI: 40132759 ORCID: 0000-0003-3392-9580				

Anexo N° 5.10: Validación de instrumentos (guía de observación 2).

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	"Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022".			
Línea de investigación:	Diseño sísmico y estructural			
Apellidos y nombres del experto:	Ing. Mercado Cruz Jhon Kevin			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Dependiente			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
<p>Firma del experto:</p> <div style="text-align: center;">  JHON KEVIN MERCADO CRUZ Ingeniero Civil CIP N° 278081 </div>				

Anexo N° 5.11: Validación de instrumentos (guía de observación 3).

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la investigación:	“Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022”.	
Línea de investigación:	Diseño sísmico y estructural	
Apellidos y nombres del experto:	Mg. Ing. Villar Quiroz Josualdo	
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Dependiente	

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “x” en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del experto:



VILLAR QUIROZ, JOSUALDO CARLOS

DNI: 40132759

ORCID: 0000-0003-3392-9580

Anexo N° 5.12: Validación de instrumentos (guía de observación 3).

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS	
Título de la investigación:	“Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022”.
Línea de investigación:	Diseño sísmico y estructural
Apellidos y nombres del experto:	Ing. Mercado Cruz Jhon Kevin
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Dependiente

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “x” en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del experto:


 JHON KEVIN
 MERCADO CRUZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 278081

Anexo N° 5.13: Validación de instrumentos (guía de observación 4).

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	"Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022".			
Línea de investigación:	Diseño sísmico y estructural			
Apellidos y nombres del experto:	Mg. Ing. Villar Quiroz Josualdo			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Dependiente			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
<p>Firma del experto:</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <p style="text-align: center;">-----</p> <p style="text-align: center;">VILLAR QUIROZ, JOSUALDO CARLOS</p> <p style="text-align: center;">DNI: 40132759</p> <p style="text-align: center;">ORCID: p000-0003-3392-9580</p>				

Anexo N° 5.14: Validación de instrumentos (guía de observación 4).

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	"Adición De Arcilla Expandida Y Aserrín En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Para Viviendas En Trujillo, La Libertad, 2022".			
Línea de investigación:	Diseño sísmico y estructural			
Apellidos y nombres del experto:	Ing. Mercado Cruz Jhon Kevin			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Dependiente			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
Firma del experto:				
 ----- JHON KEVIN MERCADO CRUZ Ingeniero Civil CIP N° 278081				

Anexo N° 6: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN PARA ENSAYOS DE CONCRETO

PYS EQUIPOS
LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-1511-2022
Pág. 1 de 3

INSTRUMENTO : PRENSA CONCRETO

MARCA : PYS EQUIPOS

MODELO : STYE-2000

N° SERIE : 2205181 MARCA/MODELO INDICADOR: N/I - CL-03E

RANGO DE MEDICION : 0 – 100.000 kgf

SOLICITANTE : CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C.

DIRECCION : MZA. W1 LOTE. 8A URB. COVICORTI LA LIBERTAD – TRUJILLO

CLASE DE PRECISION : 1

FECHA DE CALIBRACION : 2022-09-08

METODO DE CALIBRACIÓN : Comparación Directa

LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE FUERZA – PYS EQUIPOS

- Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito de la organización que lo emite.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. La organización que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados

Revisado por:
Eler Pozo S.
Dpto. Metrología

Calibrado por:
Javier Negrón C.
Dpto. Metrología

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe

LABORATORIO DE METROLOGIA
PYS EQUIPOS
VºBº

*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-1511-2022

Pág. 2 de 3

TRAZABILIDAD

: CELDA DE CARGA

Marca : KELI
Serie N° : 91
Capacidad : 2000KN (nominal)

INDICADOR DIGITAL

Marca : HIGH-WEIGH
Modelo : 315-X5
Serie N° : 0332565

La celda patrón empleada en la calibración mantiene la trazabilidad durante las mediciones realizadas a la máquina de ensayo ya que se encuentra trazada por el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Expediente: INF-LE 238-21 A

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Error de Exactitud : **-0.22%**

Error de repetibilidad : **0.20%**

Resolución : **0.100 %**

De acuerdo con los datos anteriores y según la clasificación de la Norma internacional **ISO 7500-1** la máquina de ensayos se encuentra clasificada

La **MAQUINA** descrita **CUMPLE** con los errores máximos tolerados en uso, según lo estipulado en la Norma **ASTM E74-06** y se procedió a aplicar valores de carga indicadas en la página 4. El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga de celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe

Web Page: www.pys.pe



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-1511-2022

Pág. 3 de 3

CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temp °C	22.8	22.6	H. R. %	85	84

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS

Lectura Máquina (Fi)			Lectura del patrón			
			1(ASC)	2(ASC)	3(ASC)	PROMEDIO LECTURAS
%	kgf	kN	kN	kN	kN	kN
10	10197	100.00	100.13	100.32	100.22	100.22
20	20395	200.00	200.35	200.45	200.25	200.35
30	30592	300.00	300.38	300.28	300.48	300.38
40	40789	400.00	400.31	400.50	400.70	400.50
50	50987	500.00	500.43	500.63	500.43	500.43
60	61184	600.00	600.36	600.56	600.66	600.56
70	71381	700.00	700.29	700.49	700.39	700.39
80	81579	800.00	800.03	800.12	800.12	800.12
90	91776	900.00	899.96	900.15	900.35	900.15
100	101973	1000.00	1000.08	1000.57	1000.38	1000.38
Lectura máquina después de la fuerza			0	0	0	----

Lectura Máquina (Fi)			Cálculo de errores relativos		Resolución	Incertidumbre
			Exactitud	Repetibilidad		
%	kgf	kN	q(%)	b(%)	a(%)	U(%)
10	10197	100.00	-0.22	0.20	0.100	0.271
20	20395	200.00	-0.17	0.10	0.050	0.248
30	30592	300.00	-0.13	0.07	0.033	0.244
40	40789	400.00	-0.13	0.10	0.025	0.247
50	50987	500.00	-0.09	0.04	0.020	0.242
60	61184	600.00	-0.09	0.05	0.017	0.242
70	71381	700.00	-0.06	0.03	0.014	0.241
80	81579	800.00	-0.02	0.01	0.012	0.240
90	91776	900.00	-0.02	0.04	0.011	0.241
100	101973	1000.00	-0.04	0.05	0.010	0.242
Error de cero fo (%)			0	0	No aplica	Error máx. de cero(D)=0,00

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe

Web Page: www.pys.pe



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-1989-2022

DESTINATARIO : CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C
 DIRECCION : MZA. W1 LOTE. 8A URB. COVICORTI LA LIBERTAD - TRUJILLO
 FECHA : 2022/09/07
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE MASA- PYS EQUIPOS

MARCA : OHAUS
 N° DE SERIE : 8345671812
 MODELO : NVT6201ZH
 TIPO : ELECTRÓNICA
 CLASE : III

CAPACIDAD MÁXIMA : 6200 g
 DIV. DE ESCALA (d) : 0.1 g
 DIV. DE VERIFICACIÓN (e) : 1 g
 CÓDIGO : NO INDICA
 CAPACIDAD MÍNIMA : 2 g

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: M-1544-2021,M-1541-2021

CALBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-96 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	NO TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial		H. R. %	Final		
	18.5	18.6		75	75	
Medición N°	Carga L1 = 3000.00 g	3000.00 g	E (g)	Carga L2 = 6000.00 g	6000.00 g	E (g)
1	3000.00	0.060	-0.010	6000.10	0.070	0.080
2	3000.00	0.060	-0.010	6000.10	0.070	0.080
3	3000.00	0.070	-0.020	6000.10	0.070	0.080
4	3000.00	0.060	-0.010	6000.10	0.070	0.080
5	3000.00	0.060	-0.010	6000.10	0.080	0.070
6	3000.00	0.070	-0.020	6000.10	0.080	0.070
7	3000.00	0.060	-0.010	6000.10	0.070	0.080
8	3000.00	0.060	-0.010	6000.10	0.070	0.080
9	3000.00	0.060	-0.010	6000.10	0.070	0.080
10	3000.00	0.060	-0.010	6000.10	0.070	0.080

$$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

Carga (g)	Diferencia Máxima (g)	E.M.P. (g)
3000.00	0.010	0.03
6000.00	0.010	0.03

OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PyS EQUIPOS EIRL
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

Temp. °C	Inicial	Final
	18.6	18.6

H.R. (%)	Inicial	Final
	75	75

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo			Determinación del Error Corregido Ec					E. M. P. ± (g)	
	Carga Mínima* (g)	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)		Ec (g)
1	1.00	1.00	0.080	-0.030	2000.00	2000.00	0.070	-0.020	0.010	0.02
2		1.00	0.080	-0.030		1999.80	0.050	-0.200	-0.170	0.02
3		1.00	0.070	-0.020		1999.80	0.050	-0.200	-0.180	0.02
4		1.00	0.080	-0.030		2000.00	0.060	-0.010	0.020	0.02
5		1.00	0.070	-0.020		2000.10	0.080	0.070	0.090	0.02

* Valor entre 0 y 10e

$$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

ENSAYO DE PESAJE

Temp. °C	Inicial	Final
	18.6	18.6

H.R. (%)	Inicial	Final
	75	75

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1.00	1.00	0.070	-0.020						
5.00	5.00	0.060	-0.010	0.010	5.00	0.070	-0.020	0.000	0.01
20.00	20.00	0.060	-0.010	0.010	20.00	0.050	0.000	0.020	0.01
100.00	100.00	0.050	0.000	0.020	100.00	0.070	-0.020	0.000	0.01
500.00	499.90	0.070	-0.120	-0.100	500.00	0.070	-0.020	0.000	0.01
1000.00	1000.00	0.080	-0.030	-0.010	1000.00	0.070	-0.020	0.000	0.02
2000.00	2000.00	0.080	-0.030	-0.010	1999.90	0.050	-0.100	-0.080	0.02
3000.00	2999.90	0.060	-0.110	-0.090	2999.90	0.050	-0.100	-0.080	0.02
4000.00	4000.00	0.070	-0.020	0.000	4000.00	0.070	-0.020	0.000	0.02
5000.00	5000.00	0.070	-0.020	0.000	5000.00	0.070	-0.020	0.000	0.03
6000.00	6000.10	0.090	0.060	0.080	6000.10	0.090	0.060	0.080	0.03

$$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde l = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN: U = 0,07 g

Revisado por:
Eler Pozo S
Dpto. Metrología

Calibrado por:
Javier Negrón C.
Dpto. Metrología



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-1990-2022

DESTINATARIO : CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C.
 DIRECCIÓN : MZA. W1 LOTE. 8A URB. COVICORTI LA LIBERTAD - TRUJILLO
 FECHA : 2022/09/07
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE MASA- PYS EQUIPOS

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: BALANZA

MARCA : OHAUS CAPACIDAD MÁXIMA 30 Kg
 N° DE SERIE : 8356390693 DIV. DE ESCALA (d) 0.001 g
 MODELO : R21PE30ZH DIV. DE VERIFICACIÓN (e) 0.010 g
 TIPO : ELECTRÓNICA CÓDIGO DE LA BALANZA NO INDICA
 CLASE III CAPACIDAD MÍNIMA 0.02 kg

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: M-1541,M-1543,M-1544,M-1545 / 2021

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-2009 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001/Indecopi

INSPECCIÓN VISUAL

	TIENE	ESCALA	NO TIENE
AJUSTE DE CERO	TIENE	CURSOR	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
PLATAFORMA	TIENE		
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial		Final		H. R. %	Inicial		Final	
	17.7	17.7	17.7	17.7		79	80	79	80
Medición	Carga L1 = 15.000 kg			Carga L2 = 30.000 kg					
N°	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)			
1	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0005	0.0000			
2	15.000	0.0004	0.0001	30.001	0.0008	0.0007			
3	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0004	0.0001			
4	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0004	0.0001			
5	15.000	0.0005	0.0000	30.001	0.0009	0.0006			
6	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0005	0.0000			
7	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0006	-0.0001			
8	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0004	0.0001			
9	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0004	0.0001			
10	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0005	0.0000			

$$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

Carga (kg)	Diferencia Máxima (kg)	E.M.P. (kg)
15.00	0.0002	0.002
30.00	0.0008	0.003

OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PyS EQUIPOS EIRL
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	17.7	17.7

	Inicial	Final
	80	80

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				E. M. P. ± (kg)	
	Carga Mínima* (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	Eo (kg)	Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)		Ec (kg)
1	0.010	0.010	0.0006	-0.0001	10.000	10.000	0.0008	-0.0003	-0.0002	0.002
2		0.010	0.0007	-0.0002		9.999	0.0005	-0.0010	-0.0008	0.002
3		0.010	0.0007	-0.0002		9.999	0.0004	-0.0009	-0.0007	0.002
4		0.010	0.0008	-0.0003		10.000	0.0008	-0.0003	0.0000	0.002
5		0.010	0.0007	-0.0002		10.000	0.0008	-0.0003	-0.0001	0.002

* Valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. °C	17.7	17.8

	Inicial	Final	Final
H.R. (%)	80	80	80

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (kg)
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
0.01	0.010	0.0008	-0.0003						
0.20	0.20	0.0007	-0.0002	0.0001	0.20	0.0007	-0.0002	0.0001	0.001
0.10	0.10	0.0006	-0.0001	0.0002	0.10	0.0007	-0.0002	0.0001	0.001
0.50	0.50	0.0006	-0.0001	0.0002	0.50	0.0007	-0.0002	0.0001	0.001
1.00	1.00	0.0006	-0.0001	0.0002	1.00	0.0007	-0.0002	0.0001	0.001
5.00	5.00	0.0006	-0.0001	0.0002	5.00	0.0007	-0.0002	0.0001	0.001
10.00	10.00	0.0007	-0.0002	0.0001	10.00	0.0007	-0.0002	0.0001	0.002
15.00	15.00	0.0007	-0.0002	0.0001	15.00	0.0007	-0.0002	0.0001	0.002
20.00	20.00	0.0005	0.0000	0.0003	20.00	0.0008	-0.0003	0.0000	0.002
25.00	25.00	0.0006	-0.0001	0.0002	25.00	0.0006	0.0009	0.0012	0.003
30.00	30.00	0.0008	-0.0003	0.0000	30.00	0.0008	0.0007	0.0010	0.003

$$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

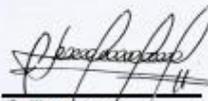
$$Ec = E - Eo$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde I = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN:

$$U = 2 \sqrt{0,000418 \text{ kg}^2 + 5,9 \times 10^{-9} \text{ R}^2}$$


Revisado por:
Eler Pozo S
Dpto. Metrologia


Calibrado por:
Javier Negrón C.
Dpto. Metrologia



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LT-1251-2022

Página 1 de 2

Solicitante : CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C.

Dirección : MZA. W1 LOTE. 8A URB. COVICORTI LA LIBERTAD
- TRUJILLO.

Instrumento de Medición : TERMÓMETRO DIGITAL

Fabricante : AMARELL

Modelo : E905004

Serie : 459

Procedencia : ALEMANIA

Alcance máximo : -50°C a 200°
(-58°F a 392°F)

División Mínima : 0.1° C

Tipo de Indicación : Digital

Lugar de Calibración : Laboratorio de temperatura – PYS EQUIPOS.

Fecha de Calibración : 2022-09-26

Fecha de emisión : 2022-09-26

Método de calibración empleado
Tomando como referencia el procedimiento de INDECOPI/SNM PC-017 "procedimiento para calibración de termómetros digitales" 1era edición, noviembre 2007

Observaciones

Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO"

El resultado de cada una de las mediciones en el presente documento es un promedio de tres valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

PyS EQUIPOS E.I.R.L., no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es el responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes. le presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LT-1251-2022

Página 2 de 2

TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de Patrones Nacionales de Temperatura del Servicio Nacional de Metrología SNM-INDECOPI en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP)

PATRONES DE REFERENCIA

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del CORPORACION 2M&N SAC	Termómetro de Indicación Digital	020-CT-T-2022

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura	Inicial	Final
°C	18.5	75

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Puntos de calibración (°C)	Promedio (°C)	Error (°C)
20.00	10.08	0.39
30.00	30.02	0.22
40.00	39.72	0.15

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado.

PYS EQUIPOS E.I.R.L. No se hace responsable por los perjuicios de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

Observaciones:

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"

Revisado por:
Eler Pozo S.
Dpto. de Metrología

Calibrado por:
Javier Negrón C.
Dpto. de Metrología



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LT-1420-2022

Página: 1 de 3

SOLICITANTE: CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C
DIRECCIÓN: MZA. W1 LOTE. 8A URB. COVICORTI LA LIBERTAD – TRUJILLO.
EQUIPO: HORNO ELECTRICO
MARCA: PYS EQUIPOS
MODELO: 101-2B
Nº SERIE: 21030634
PROCEDENCIA: CHINA
IDENTIFICACIÓN: NO INDICA
UBICACIÓN: Laboratorio Temperatura – PYS EQUIPOS.
TEMPERATURA DE TRABAJO: 110°C

DESCRIPCIÓN	CONTROL	INSTRUMENTO DEL EQUIPO
Alcance De Indicación	300 °c	(*)
Div. Escala / Resolución	0.1	(*)
Tipo	Digital	(*)

FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN

La calibración se efectuó el 2022/09/08 en las instalaciones del Laboratorio Temperatura – PYS EQUIPOS.

MÉTODO Y PATRÓN DE MEDICIÓN:

La calibración se efectuó por comparación con patrones que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, tomando como referencia el Procedimiento de Calibración de Incubadoras y Estufas PC-007 del SNM/INDECOPI.

Se utilizó un termómetro patrón con Certificado de Calibración 020-CT-T-2022 trazable a CORPORACION 2M & N/INACAL

RESULTADOS:

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Ambiental: 20.7 °C Humedad Relativa: 76 % Presión Ambiental: 1 bar

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO". (*)

La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o reglamentos vigentes.

Los resultados se refieren únicamente al instrumento ensayado en el momento de la calibración y en las condiciones especificadas en este documento. No se realizó ningún tipo de ajuste al equipo antes de la calibración."

E.P.S.
Revisado por:
Eler Pozo Solis
Dpto. de Metrología

Javier Negrón C.
Calibrado por:
Javier Negrón C.
Técnico.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LT-1420-2022

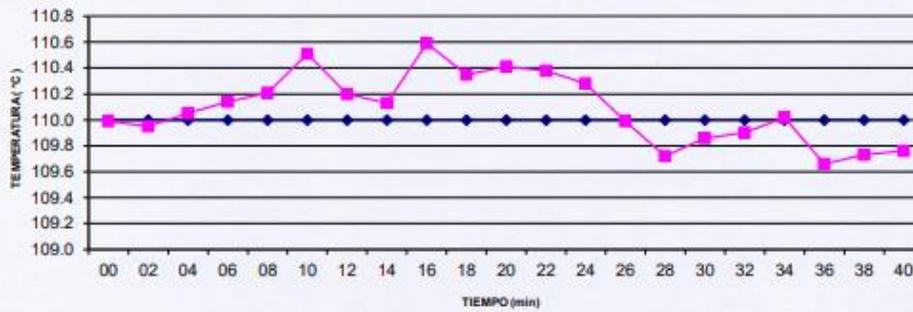
TEMPERATURA DE TRABAJO : 110 °C													
Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación de termómetros patrones										Temperatura promedio (°C)	Tmax - Tmin
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	109.9	109.6	108.9	106.3	109.0	106.8	110.1	110.1	115.6	113.6	110.0	9.3
02	110	109.7	109.6	108.9	106.2	109.2	106.7	110.2	110.1	115.7	113.2	110.0	9.5
04	110	109.6	109.8	109.0	106.1	109.2	106.7	110.3	110.2	115.9	113.7	110.1	9.8
06	110	109.8	109.8	109.1	106.3	109.3	107.0	110.4	110.3	115.7	113.7	110.1	9.4
08	110	109.8	109.9	109.2	106.4	109.4	106.9	110.4	110.5	115.8	113.8	110.2	9.4
10	110	110.2	110.1	109.4	106.8	110.0	107.2	110.7	110.7	116.1	113.9	110.5	9.3
12	110	109.6	110.0	109.2	106.6	109.7	106.9	110.5	110.5	115.3	113.7	110.2	8.7
14	110	109.8	109.8	109.0	106.6	109.4	106.7	110.4	110.2	115.7	113.7	110.1	9.1
16	110	110.3	110.2	109.4	106.8	109.7	107.1	110.7	110.8	116.6	114.3	110.6	9.8
18	110	110.0	110.1	109.3	106.6	109.3	107.1	110.7	110.5	115.6	114.3	110.4	9.0
20	110	110.5	110.1	109.3	106.6	109.6	107.0	110.6	110.7	115.8	113.9	110.4	9.2
22	110	110.4	110.1	109.3	106.8	109.7	106.8	110.5	110.6	115.9	113.7	110.4	9.1
24	110	110.1	110.0	109.3	106.3	109.4	107.0	110.5	110.5	115.5	114.2	110.3	9.2
26	110	109.7	109.8	109.0	106.3	109.3	106.8	110.3	110.3	114.9	113.5	110.0	8.6
28	110	109.1	109.4	108.6	106.1	108.7	106.5	110.0	110.0	114.8	114.0	109.7	8.7
30	110	109.2	109.6	108.7	106.3	109.1	106.5	110.1	110.1	115.3	113.7	109.9	9.0
32	110	109.5	109.5	108.8	106.1	109.1	106.8	110.1	110.1	115.3	113.7	109.9	9.2
34	110	109.8	109.7	108.9	106.3	109.1	106.8	110.2	110.2	115.6	113.6	110.0	9.3
36	110	109.2	109.5	108.7	106.1	109.1	106.3	109.9	110.0	114.8	113.0	109.7	8.7
38	110	109.6	109.4	108.7	106.0	109.2	106.5	109.9	110.0	115.1	112.9	109.7	9.1
40	110	109.1	109.4	108.7	106.1	109.1	106.5	110.0	109.9	115.1	113.7	109.8	9.0
T. PROM.	110	109.8	109.8	109.0	106.4	109.3	106.8	110.3	110.3	115.5	113.7	110.1	
T. MAX.	110	110.5	110.2	109.4	106.8	110.0	107.2	110.7	110.8	116.6	114.3		
T. MIN.	110	109.1	109.4	108.6	106.0	108.7	106.3	109.9	109.9	114.8	112.9		
DTT	0.0	1.4	0.8	0.8	0.8	1.3	0.9	0.8	0.9	1.8	1.4		

DTT: Diferencia de temperatura (T. Max - T. Min.)

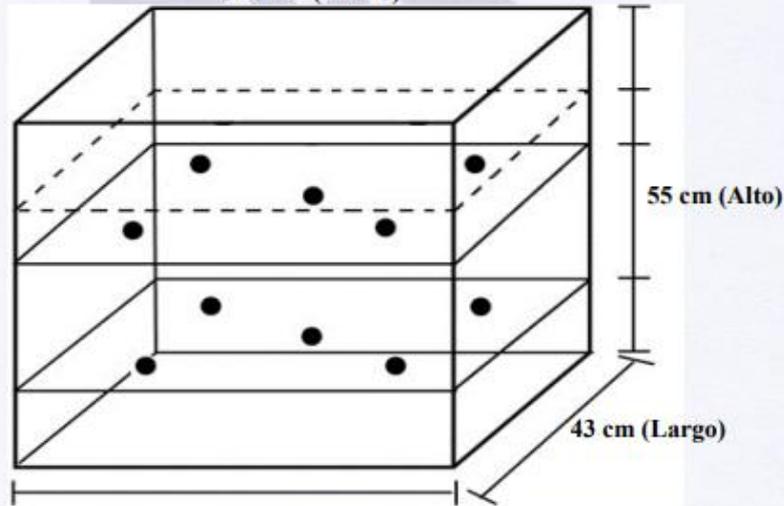
Temperatura Ambiental Promedio: 15 °C
 Tiempo de calibración del equipo: 40 minutos
 Tiempo de estabilización del equipo: 1 h 20 min

DESVIACIÓN MÁXIMA DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO		INCERTIDUMBRE (± °C)
EN EL TIEMPO (°C)	EN EL ESPACIO (°C)	
10.2	3.9	2.0

"DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C"



UBICACIÓN DE LOS SENSORES 54.5 cm (Ancho)



Los termopares 5 y 10 están ubicados sobre el centro de sus respectivos niveles a 1,5 cm por encima de ellos.

Los demás termopares están ubicados a un cuarto de la longitud de los lados del equipo (en el centro de cada cuadrante) y a 1,5 cm por encima de sus niveles.

Anexo N° 7: Formatos del laboratorio Crisal S.A.C.



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS
ASTM C33-03 / NTP 400.012

PROYECTO : _____

SOLICITANTE : _____

RESPONSABLE : _____

UBICACIÓN : _____

FECHA : _____

MUESTRA : _____ / _____ / _____ (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

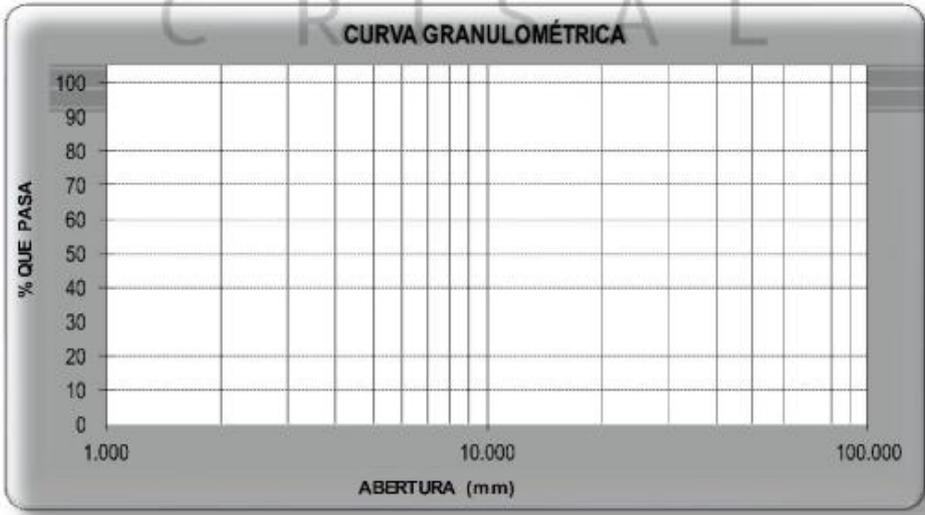
DATOS DEL ENSAYO

Peso total de la muestra tamizada : _____

Peso de muestra tamizada sin plato : _____

Peso de muestra en el plato : _____

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Requisito de % que Pasa	Contenido de Humedad
4 p/g	100.000						
3 1/2 p/g	90.000						
3 p/g	75.000						
2 1/2 p/g	63.500						Módulo de Finura
2 p/g	50.000						
1 1/2 p/g	38.100						
1 p/g	25.000						Tamaño Máximo
3/4 p/g	19.000						
1/2 p/g	12.500						
3/8 p/g	9.500						
No4	4.750						Tamaño Máximo Nominal
No6	2.500						
No16	1.180						
PLATO							
Total							





LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

ASTM C33-03 / NTP 400.012

PROYECTO : _____
SOLICITANTE : _____
RESPONSABLE : _____
UBICACIÓN : _____
FECHA : _____
MUESTRA : _____ / _____ / _____ (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso total de la muestra tamizada : _____
Peso de muestra tamizada sin plato : _____
Peso de muestra en el plato : _____

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Requisito de % que Pasa	Contenido de Humedad
3/8"	9.525						
No4	4.75						
No8	2.36						Módulo de Finura
No16	1.18						
No30	0.60						Tamaño Máximo
No50	0.30						
No100	0.15						Tamaño Máximo Nominal
PLATO							
Total							



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO

MTC E 215/NTP 339.185

PROYECTO :

SOLICITANTE :

RESPONSABLE :

UBICACIÓN :

FECHA :

MUESTRA :

(MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

MTC E 215 / NTP 339.185

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de tara (g)			
Peso de tara + agregado húmedo (g)			
Peso de tara + agregado seco (g)			
Peso del agregado seco (g)			
Peso del agua (g)			
% de humedad (%)			
% de humedad promedio (%)			



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO

MTC E 215/NTP 339.185

PROYECTO :

SOLICITANTE :

RESPONSABLE :

UBICACIÓN :

FECHA :

MUESTRA :

(MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

MTC E 215 / NTP 339.185

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de tara (g)			
Peso de tara + agregado húmedo (g)			
Peso de tara + agregado seco (g)			
Peso del agregado seco (g)			
Peso del agua (g)			
% de humedad (%)			
% de humedad promedio (%)			



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

ASTM C 127/NTP 400.021

PROYECTO :
SOLICITANTE :
RESPONSABLE :
UBICACIÓN :
FECHA :
MUESTRA : / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE A° G°	Ensayo 01	Ensayo 02
A= Peso en el aire de la muestra seca (g)		
B= Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (g)		
C= Peso sumergido en agua de la muestra saturada (g)		
Peso específico de masa (P _{em})		
Peso específico de masa saturada con superficie seca (P _{eSSS})		
Peso específico aparente (P _{ea})		
Absorción (%)		
PESO ESPECÍFICO DE MASA PROMEDIO (P _{em})		
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA PROMEDIO (P _{eSSS})		
PESO ESPECÍFICO APARENTE PROMEDIO (P _{ea})		
ABSORCIÓN PROMEDIO (%)		

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS

ASTM C 128/NTP 400.022

PROYECTO :
SOLICITANTE :
RESPONSABLE :
UBICACIÓN :
FECHA :
MUESTRA : / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE A° F°	Ensayo 01	Ensayo 02
A= Peso en el aire de la muestra seca (g)		
B= Peso de la fiola aforada llena de agua (g)		
C= Peso total de la fiola, aforada con la muestra y agua (g)		
S= Peso de la muestra saturada con superficie seca (g)		
Peso específico de masa (Pem)		
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)		
Peso específico aparente (Pea)		
Absorción (%)		
PESO ESPECÍFICO DE MASA PROMEDIO (Pem)		
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (PeSSS)		
PESO ESPECÍFICO APARENTE PROMEDIO (Pea)		
ABSORCIÓN PROMEDIO (%)		



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS

ASTM C 29/NTP 400.017

PROYECTO :
SOLICITANTE :
RESPONSABLE :
UBICACIÓN :
FECHA :
MUESTRA : / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO

Método suelto

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)		
Volumen del recipiente (cm ³)		
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)		
Peso del Suelo Húmedo (gr)		
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)		
Contenido de Humedad (%)		
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)		
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)		
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m ³)		
% de Vacíos		



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS

ASTM C 29/NTP 400.017

PROYECTO :
SOLICITANTE :
RESPONSABLE :
UBICACIÓN :
FECHA :
MUESTRA : / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO

Método compactado por apisonado

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)		
Volumen del recipiente (cm ³)		
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)		
Peso del Suelo Húmedo (gr)		
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)		
Contenido de Humedad (%)		
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)		
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)		
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m ³)		
% de Vacíos		



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS

ASTM C 29/NTP 400.017

PROYECTO :

SOLICITANTE :

RESPONSABLE :

UBICACIÓN :

FECHA :

MUESTRA : / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO

Método Suelto

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)		
Volumen del recipiente (cm ³)		
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)		
Peso del Suelo Húmedo (gr)		
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)		
Contenido de Humedad (%)		
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)		
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)		
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m ³)		
% de Vacíos		



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS

ASTM C 29/NTP 400.017

PROYECTO :

SOLICITANTE :

RESPONSABLE :

UBICACIÓN :

FECHA :

MUESTRA : / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO

Método compactado por apisonado

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)		
Volumen del recipiente (cm ³)		
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)		
Peso del Suelo Húmedo (gr)		
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)		
Contenido de Humedad (%)		
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)		
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)		
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m ³)		
% de Vacíos		



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO ASTM C 138

PROYECTO :
SOLICITANTE :
RESPONSABLE :
UBICACIÓN :
FECHA :
MUESTRA :

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO

Método compactado por apisonado

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)		
Volúmen del frasco (cm3)		
Peso del Concreto Fresco + Frasco (gr)		
Peso del Concreto Fresco (gr)		
Peso Unitario (gr/cm3)		
Peso Unitario Promedio (gr/cm3)		
Peso Unitario Promedio (Kg/m3)		



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP) ASTM C 143

PROYECTO :
SOLICITANTE :
RESPONSABLE :
UBICACIÓN :
FECHA :
MUESTRA :

Asentamiento obtenido de la estructura	cm
	p/g

Asentamiento según consistencia	
Consistencia	Seca
Asentamiento	0 - 2 p/g
Trabajabilidad	Poco trabajable
Método de Compactación	Vibración normal

C R I S A L

LABORATORIOS



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO
ASTM C 1064

PROYECTO :
SOLICITANTE :
RESPONSABLE :
UBICACIÓN :
FECHA :
MUESTRA :

N° REPETICIÓN	TEMPERATURA °C	TEMPERATURA PROMEDIO DE LA MEZCLA DE CONCRETO °C
PRUEBA 1		
PRUEBA 2		
PRUEBA 3		



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

OBRA :
SOLICITANTE :
UBICACION :
TESTIGOS :
RESPONSABLE LAB. :
FECHA :
MUESTRA :

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS											

VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo N° 8: Informe del laboratorio Crisal S.A.C.



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.

SOLICITANTE : Andrade Cordova Sergio Andre y Becerra Romero Janneth Elizabeth

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : TRUJILLO

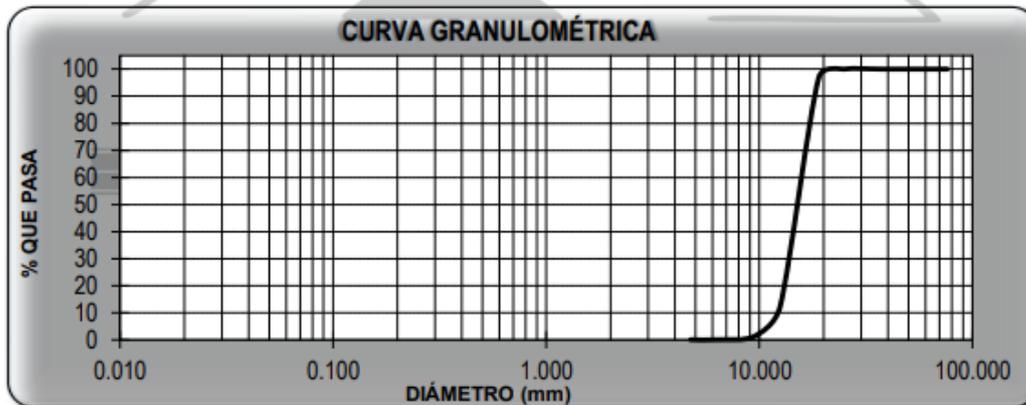
FECHA : OCTUBRE 2022

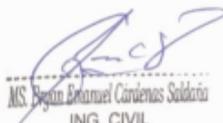
MUESTRA : (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 800.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	24.33	3.04	3.04	96.96
1/2"	12.500	678.00	84.75	87.79	12.21
3/8"	9.500	87.20	10.90	98.69	1.31
1/4"	6.300	10.47	1.31	100.00	0.00
No4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.00
Total		800.00	100.00		

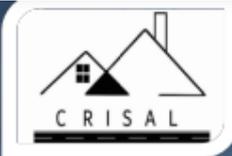



ING. CIVIL
R.CIP. N° 211974


W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo


956621026
974040869


crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO

MTC E 215/NTP 339.185

PROYECTO : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.
SOLICITANTE : Andrade Cordova Sergio Andre y Becerra Romero Janneth Elizabeth
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : OCTUBRE 2022
MUESTRA : ASERRÍN / (MUESTRA TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E 215 / NTP 339.185

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de tara (g)	61.60	60.20	63.20
Peso de tara + agregado húmedo (g)	128.60	132.60	138.50
Peso de tara + agregado seco (g)	121.30	124.40	129.90
Peso del agregado seco (g)	59.70	64.20	66.70
Peso del agua (g)	7.30	8.20	8.60
% de humedad (%)	12.23	12.77	12.89
% de humedad promedio (%)	12.63		


ING. CIVIL
R.CIP. N° 211974



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO

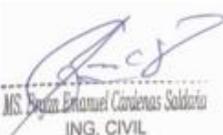
MTC E 215/NTP 339.185

PROYECTO	:	Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.
SOLICITANTE	:	Andrade Cordova Sergio Andre y Becerra Romero Janneth Elizabeth
RESPONSABLE	:	ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	:	OCTUBRE 2022
MUESTRA	:	ARCILLA / (MUESTRA TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E 215 / NTP 339.185

Descripción		Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de tara	(g)	98.10	96.70	97.00
Peso de tara + agregado húmedo	(g)	256.20	222.40	228.90
Peso del tara + agregado seco	(g)	255.90	221.80	228.30
Peso del agregado seco	(g)	157.80	125.10	131.30
Peso del agua	(g)	0.30	0.60	0.60
% de humedad	(%)	0.19	0.48	0.46
% de humedad promedio	(%)	0.38		


MS. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211074


W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo


956621026
974040869


crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

ASTM C33-03 / NTP 400.012

PROYECTO : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.

SOLICITANTE : Andrade Cordova Sergio Andre y Becerra Romero Janneth Elizabeth

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2022 -

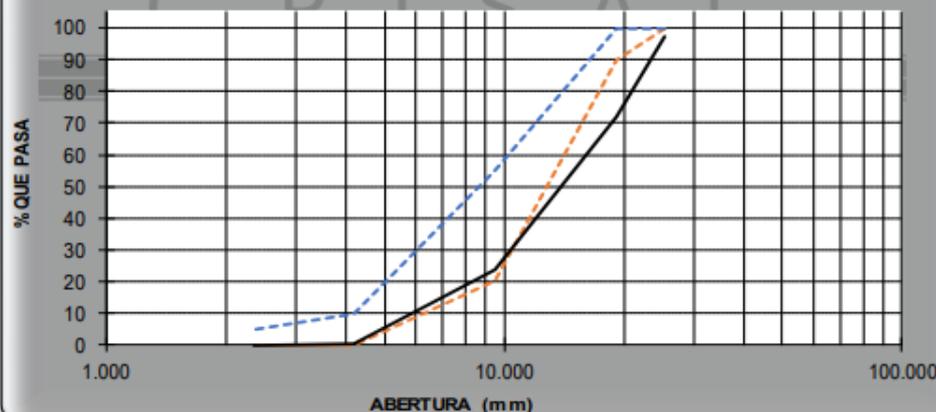
MUESTRA : C-X / A*G' / CANTERA EL MLAGRO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso total de la muestra tamizada : 2500.00
Peso de muestra tamizada sin plato : 2499.10
Peso de muestra en el plato : 0.90

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Requisito de % que Pasa	Contenido de Humedad
4 plg	100.000	0.00	0.00	0.00	100.00	-	0.48%
3 1/2 plg	90.000	0.00	0.00	0.00	100.00	-	
3 plg	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	-	Módulo de Finura
2 1/2 plg	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	-	
2 plg	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	-	7.04
1 1/2 plg	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	-	
1 plg	25.400	63.90	2.56	2.56	97.44	100 - 100	Tamaño Máximo
3/4 plg	19.050	633.90	25.36	27.91	72.09	90 - 100	
1/2 plg	12.700	893.80	35.75	63.66	36.34	-	1 plg
3/8 plg	9.525	314.50	12.58	76.24	23.76	20 - 55	
No4	4.75	584.00	23.36	99.60	0.40	0 - 10	Tamaño Máximo Nominal
No6	2.960	8.90	0.36	99.96	0.04	0 - 5	
No16	1.180	0.10	0.00	99.96	0.04	-	3/4 plg = 19.050 mm
PLATO		0.90	0.04	100.00	0.00	-	
Total		2500.00	100.00				HUSO 67

CURVA GRANULOMÉTRICA




MS. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R.C.P. N° 211974


W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo


956621026
974040869


crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

ASTM C33-03 / NTP 400.012

PROYECTO : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.

SOLICITANTE : Andrade Cordova Sergio Andre y Becerra Romero Janneth Elizabeth

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2022 -

MUESTRA : C-X / A*P / CANTERA EL MLAGRO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

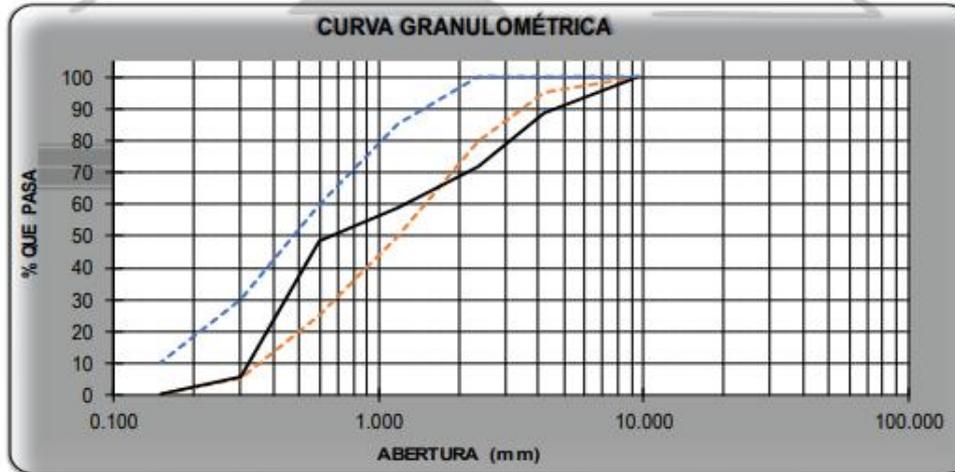
Peso total de la muestra tamizada : 500.00

Peso de muestra tamizada sin plato : 499.80

Peso de muestra en el plato : 0.20

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Requisito de % que Pasa	Contenido de Humedad
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.52%
No4	4.178	56.70	11.34	11.34	88.66	95 - 100	
No8	2.360	84.10	16.82	28.16	71.84	80 - 100	Módulo de Finura
No16	1.180	64.80	12.96	41.12	58.88	50 - 85	3.26
No30	0.600	52.20	10.44	51.56	48.44	25 - 60	Tamaño Máximo
No60	0.300	213.80	42.66	94.22	5.78	5 - 30	3/8"
No100	0.150	28.70	5.74	99.96	0.04	0 - 10	Tamaño Máximo Nominal
PLATO		0.20	0.04	100.00	0.00		
Total		500.00	100.00				No8 = 2.360 mm

CURVA GRANULOMÉTRICA




ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211974



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO

MTC E 215/NTP 339.185

PROYECTO : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.
SOLICITANTE : Andrade Cordova Sergio Andre y Becerra Romero Janneth Elizabeth
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2022 -
MUESTRA : C-X / A"G / CANTERA EL MILAGRO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

MTC E 215 / NTP 339.185

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de tara (g)	63.20	60.50	59.30
Peso de tara + agregado húmedo (g)	495.60	499.20	495.50
Peso de tara + agregado seco (g)	493.60	497.50	492.90
Peso del agregado seco (g)	430.40	437.00	433.60
Peso del agua (g)	2.00	1.70	2.60
% de humedad (%)	0.46	0.39	0.60
% de humedad promedio (%)	0.48		


MS. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211974


W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo


956621026
974040869


crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO

MTC E 215/NTP 339.185

PROYECTO	: Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.
SOLICITANTE	: Andrade Cordova Sergio Andre y Becerra Romero Janneth Elizabeth
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: SEPTIEMBRE DEL 2022
MUESTRA	: C-X / A7* / CANTERA EL MLAGRO / (MUESTRA EXTRAIDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

MTC E 215 / NTP 339.185

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de tara (g)	61.70	60.20	63.20
Peso de tara + agregado húmedo (g)	440.60	476.40	475.00
Peso del tara + agregado seco (g)	438.60	474.30	472.80
Peso del agregado seco (g)	376.90	414.10	409.60
Peso del agua (g)	2.00	2.10	2.20
% de humedad (%)	0.53	0.51	0.54
% de humedad promedio (%)	0.52		


MS. Bryan Emanuel Cardenas Saldana
ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211074


W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo


956621026
974040869


crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

ASTM C 127/NTP 400.021

PROYECTO : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas Libertad, 2022.

SOLICITANTE : Andrade Cordova Sergio Andre y Becerra Romero Janneth Elizabeth

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2022 -

MUESTRA : C-X / A"G" / CANTERA EL MLAGRO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE A° G°	Ensayo 01	Ensayo 02
A= Peso en el aire de la muestra seca (g)	2467.30	2332.50
B= Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (g)	2504.30	2501.20
C= Peso sumergido en agua de la muestra saturada (g)	1570.00	1580.00
Peso específico de masa (Pem)	2.64	2.53
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)	2.68	2.72
Peso específico aparente (Pea)	2.75	3.10
Absorción (%)	1.50	7.23
PESO ESPECÍFICO DE MASA PROMEDIO (Pem)	2.59	
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA PROMEDIO (PeSSS)	2.70	
PESO ESPECÍFICO APARENTE PROMEDIO (Pea)	2.92	
ABSORCIÓN PROMEDIO (%)	4.37	


MS. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R.C.P. N° 211974


W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo


956621026
974040869


crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS

ASTM C 128/NTP 400.022

PROYECTO	: Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas Libertad, 2022.
SOLICITANTE	: Andrade Cordova Sergio Andre y Becerra Romero Janneth Elizabeth
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: SEPTIEMBRE DEL 2022 -
MUESTRA	: C-X / A" / CANTERA EL MLAGRO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE A° F°	Ensayo 01	Ensayo 02
A= Peso en el aire de la muestra seca (g)	492.40	492.50
B= Peso de la fiola aforada llena de agua (g)	654.00	655.80
C= Peso total de la fiola, aforada con la muestra y agua (g)	963.40	965.60
S= Peso de la muestra saturada con superficie seca (g)	500.00	500.00
Peso específico de masa (Pem)	2.58	2.59
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)	2.62	2.63
Peso específico aparente (Pea)	2.69	2.70
Absorción (%)	1.54	1.52
PESO ESPECÍFICO DE MASA PROMEDIO (Pem)	2.59	
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (PeSSS)	2.63	
PESO ESPECÍFICO APARENTE PROMEDIO (Pea)	2.69	
ABSORCIÓN PROMEDIO (%)	1.53	


MS. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS

ASTM C 29/NTP 400.017

PROYECTO	: Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para vivienda Libertad, 2022.
SOLICITANTE	: Andrade Cordova Sergio Andre y Becerra Romero Janneth Elizabeth
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: SEPTIEMBRE DEL 2022 -
MUESTRA	: C-X / A'G' / CANTERA EL MLAGRO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO

Método suelto

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)	8420.00	8420.00
Volumen del recipiente (cm ³)	14015.13	14015.13
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)	32580.00	31860.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	24160.00	23440.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.724	1.672
Contenido de Humedad (%)	0.48%	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.724	1.672
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)	1.698	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m ³)	1698.08	
% de Vacíos	34.35%	


MS. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211074


W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo


956621026
974040869


crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS

ASTM C 29/NTP 400.017

PROYECTO	: Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para vivienda Libertad, 2022.
SOLICITANTE	: Andrade Cordova Sergio Andre y Becerra Romero Janneth Elizabeth
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: SEPTIEMBRE DEL 2022 -
MUESTRA	: C-X / A'G' / CANTERA EL MILAGRO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO

Método compactado por apisonado

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)	8420.00	8420.00
Volumen del recipiente (cm ³)	14015.13	14015.13
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)	31950.00	31770.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	23530.00	23350.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.679	1.666
Contenido de Humedad (%)	0.48%	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.679	1.666
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)	1.672	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m ³)	1672.40	
% de Vacíos	35.34%	


MS. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211074


W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo


956621026
974040869


crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS

ASTM C 29/NTP 400.017

PROYECTO	: Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para vivienda Libertad, 2022.
SOLICITANTE	: Andrade Cordova Sergio Andre y Becerra Romero Janneth Elizabeth
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: SEPTIEMBRE DEL 2022 -
MUESTRA	: C-X / A*P / CANTERA EL MLAGRO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO

Método Suelto

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)	8420.00	8420.00
Volumen del recipiente (cm ³)	14015.13	14015.13
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)	31920.00	32210.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	23500.00	23790.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.677	1.697
Contenido de Humedad (%)	0.52%	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.677	1.697
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)	1.687	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m ³)	1687.02	
% de Vacíos	34.77%	


MS. Bryan Emanuel Cardenas Saldana
ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211074

 W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

 956621026
974040869

 crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS

ASTM C 29/NTP 400.017

PROYECTO	: Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para vivienda Libertad, 2022.
SOLICITANTE	: Andrade Cordova Sergio Andre y Becerra Romero Janneth Elizabeth
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: SEPTIEMBRE DEL 2022 -
MUESTRA	: C-X / A'F / CANTERA EL MILAGRO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO

Método compactado por apisonado

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)	8420.00	8420.00
Volumen del recipiente (cm3)	14015.13	14015.13
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)	34290.00	34170.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	25870.00	25750.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1.846	1.837
Contenido de Humedad (%)	0.52%	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.846	1.837
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm3)	1.841	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m3)	1841.48	
% de Vacíos	28.80%	


MS. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211974


W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo


956621026
974040869


crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO ACI

PROYECTO : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para vivien La Libertad, 2022.

SOLICITANTE : Andrade Cordova Sergio Andre y Becerra Romero Janneth Elizabeth

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2022 -

MUESTRA : C-X / CANTERA EL MILAGRO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Resistencia a la compresión f_c	=	210 Kg/cm ²
Tipo de Estructura	=	Columnas

CARACTERÍSTICAS	CEMENTO	AGR. GRUESO	AGR. FINO
Densidad o peso específico	2.94	2.59	2.59
Tamaño Máximo Nominal	-	3/4 plg	2.360 mm
Peso Unitario (Kg/m ³)	2940	2590	2590
P.U. Suelto Seco (kg/m ³)	1500	1698.08	1687.02
P.U. Compactado Seco (Kg/m ³)	-	1672.40	1641.48
Módulo de Finura	-	7.04	3.26
Humedad (%)	-	0.48	0.52
Absorción (%)	-	4.37	1.53

Asentamiento según la estructura	Máximo	Mínimo
	4 plg	1 plg

Asentamiento según consistencia	
Consistencia	Plástica
Asentamiento	3 - 4 plg
Trabajabilidad	Trabajable
Método de Compactación	Vibración ligera y chuseado

1.- CÁLCULO F'_{cr} (RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA)

F'_c	F'_{cr}
< 210	70
210 - 350	84
> 350	98

$$F'_{cr} = 294.00 \text{ Kg/cm}^2$$


MS. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211074



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO ACI

PROYECTO : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.

SOLICITANTE : Andrade Cordova Sergio Andre y Becerra Romero Janneth Elizabeth

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2022 -

MUESTRA : C-X / CANTERA EL MILAGRO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

2.- CONTENIDO DE AGUA

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA									
Asentamiento	Agua en 1/m ³ para los tamaños Max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados								
	1" = 25 mm	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
Concreto sin aire incorporado									
1 a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113	
3 a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124	
6 a 7"	243	228	216	202	190	178	160		
Concreto con aire incorporado									
1 a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107	
3 a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119	
6 a 7"	216	205	197	184	174	166	154		

Volumen unitario de agua

205 lts

3.- CONTENIDO DE AIRE

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
Tamaño máximo nominal	Aire Atrapado
3/8 plg	3.00%
1/2 plg	2.50%
3/4 plg	2.00%
1 plg	1.50%
1 1/2 plg	1.00%
2 plg	0.50%
3 plg	0.3%
6 plg	0.2%

Contenido de Aire Atrapado para el tamaño máximo nominal del agregado de este proyecto = 2.00%

4.- RELACIÓN AGUA / CEMENTO

SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA / CEMENTO POR RESISTENCIA		
f _{cr} (28 días)	Relación agua cemento de diseño por peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto 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	-

RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.558 (Por interpolación)

5.- CONTENIDO DE CEMENTO

$$\frac{a}{c} = \frac{205 \text{ lts}}{c} = 0.558$$

C = 367.12 Kg

lo que equivale a =

8.64 bolsas de cemento

MS. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211974



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO ACI

PROYECTO : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.

SOLICITANTE : Andrade Cordova Sergio Andre y Becerra Romero Janneth Elizabeth

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2022 -

MUESTRA : C-X / CANTERA EL MILAGRO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

6.- CONTENIDO DEL AGREGADO GRUESO

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO				
Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	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

Peso del agregado grueso por volumen de concreto = 0.574 m³

Cantidad de Agregado Grueso = 959.35 kg

7.- CONTENIDO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS

Cemento = 0.125 m³
Agua = 0.205 m³
Aire = 0.020 m³
Agregado Grueso = 0.370 m³

Volumen del Agregado Fino = 1 m³ - 0.720 m³ = 0.280 m³

0.720 m³

8.- CONTENIDO DEL AGREGADO FINO

Cantidad de Agregado Fino = 724.48 kg

9.- DISEÑO EN ESTADO SECO

Cemento = 367.12 Kg
Agua = 205.00 lts
Aire = 2.00%
Agregado Grueso = 959.35 Kg
Agregado Fino = 724.48 Kg


ING. CIVIL
R. CIP. N° 211074



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO ACI

PROYECTO : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.

SOLICITANTE : Andrade Cordova Sergio Andre y Becerra Romero Janneth Elizabeth

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2022 -

MUESTRA : C-X / CANTERA EL MILAGRO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

10.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

$$\text{Peso seco} \times \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

Contenido de Agregado Grueso Corregido = 964.00 Kg
Contenido de Agregado Fino Corregido = 728.28 Kg

11.- APORTES DE AGUA A LA MEZCLA

$$\frac{(\%w - \%abs) \times \text{Agregado seco}}{100}$$

Agua del Agregado Grueso = -37.24 lts
Agua del Agregado Fino = -7.30 lts
Aporte de agua a la mezcla = -44.54 lts

12.- AGUA NETA

Agua Neta = Volumen unitario de agua - (Aporte de agua a la mezcla)

Agua Neta = 249.54 lts

13.- PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO

CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA
367.12 Kg	728.28 Kg	964.00 Kg	249.54 lts
0.125 m ³	0.281 m ³	0.372 m ³	0.250 m ³

* PROPORCIONES DEL DISEÑO EN PESO

1 : 1.98 : 2.63 : 28.89 lts/bolsa


MS. Bryan Emanuel Cárdenas Saldana
ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211074


W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo


956621026
974040869


crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO ASTM C 138

PROYECTO	: Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.
SOLICITANTE	: Andada Cordova Sergio Andra y Becerra Romero Jazareth Elizabeth
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: Octubre 2022
MUESTRA	: EL PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO FUE TOMADO DURANTE LA ELABORACIÓN DE PROBETAS Y VIGAS

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO

Método compactado por apisonado

Muestra N°	CONCRETO PATRÓN		CONCRETO+0.5%ASERRÍN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA		CONCRETO+2.5%ASERRÍN + 5% ARCILLA EXPANDIDA		CONCRETO+ 5%ASERRÍN + 10% ARCILLA EXPANDIDA	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Peso del recipiente (gr)	8420	8420	8420	8420	8420	8420	8420	8420
Volúmen del frasco (cm ³)	14015.13	14015.13	14015.13	14015.13	14015.13	14015.13	14015.13	14015.13
Peso del Concreto Fresco + Frasco (gr)	41650	41730	39510	39450	37100	37220	34750	34690
Peso del Concreto Fresco (gr)	33230	33310	31090	31030	28680	28800	26330	26270
Peso Unitario (gr/cm ³)	2.371	2.377	2.218	2.214	2.046	2.055	1.879	1.874
Peso Unitario Promedio (gr/cm ³)	2.37		2.22		2.05		1.88	
Peso Unitario Promedio (Kg/m ³)	2373.86		2216.18		2050.64		1876.54	

LABORATORIOS


ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211074



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP) ASTM C 143

PROYECTO : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.

SOLICITANTE : Andrade Cordova Sergio Andre y Becerra Romero Janneth Elizabeth

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : Octubre 2022

MUESTRA : EL ASENTAMIENTO FUE TOMADO DURANTE LA ELABORACIÓN DE PROBETAS Y VIGAS

MUESTRA	ASENTAMIENTO OBTENIDO		ASENTAMIENTO SEGÚN CONSISTENCIA			
	in	cm	CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO	TRABAJABILIDAD	MÉTODO DE COMPACTACIÓN
CONCRETO PATRON	4	10.2	Plástica	3 - 4 plg	Trabajable	Vibración ligera y chuseado
CONCRETO+0.5%AS ERRÍN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA	3.5	8.9	Plástica	3 - 4 plg	Trabajable	Vibración ligera y chuseado
CONCRETO+2.5%AS ERRÍN + 5% ARCILLA EXPANDIDA	2.75	7.0	Plástica	3 - 4 plg	Trabajable	Vibración ligera y chuseado
CONCRETO+ 5%ASERRÍN + 10% ARCILLA EXPANDIDA	1.5	3.8	Seca	0 - 2 plg	Poco trabajable	Vibración normal

C R I S A L

LABORATORIOS


MS. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

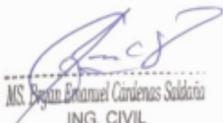
TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO ASTM C 1064

PROYECTO	:	Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.
SOLICITANTE	:	Andrade Cordova Sergio Andre y Becerra Romero Janneth Elizabeth
RESPONSABLE	:	ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	:	Octubre 2022
MUESTRA	:	LA TEMPERATURA FUE TOMADA DURANTE LA ELABORACIÓN DE PROBETAS Y VIGAS

MUESTRA	N° REPETICIÓN	TEMPERATURA °C	TEMPERATURA PROMEDIO DE LA MEZCLA DE CONCRETO °C
CONCRETO PATRON	PRUEBA 1	21.9	21.9
	PRUEBA 2	21.8	
	PRUEBA 3	21.9	
CONCRETO+0.5%ASERRÍN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA	PRUEBA 1	21.4	21.4
	PRUEBA 2	21.5	
	PRUEBA 3	21.4	
CONCRETO+2.5%ASERRÍN + 5% ARCILLA EXPANDIDA	PRUEBA 1	21.1	21.2
	PRUEBA 2	21.2	
	PRUEBA 3	21.2	
CONCRETO+ 5%ASERRÍN + 10% ARCILLA EXPANDIDA	PRUEBA 1	22.6	22.6
	PRUEBA 2	22.5	
	PRUEBA 3	22.6	

CRISAL

LABORATORIOS


ING. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R.CIP. N° 211074



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

OBRA : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.
SOLICITANTE : ANDRADE CORDOVA SERGIO ANDRE Y BECERRA ROMERO JANNETH ELIZABETH
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
FECHA : Lunes, 31 de Octubre de 2022
MUESTRA : CONCRETO PATRÓN

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	COLUMNAS	210	24/10/2022	31/10/2022	7	124.88	12709.48	10.03	79.01	160.86	76.60
02	COLUMNAS	210	24/10/2022	31/10/2022	7	121.75	12410.81	10.12	80.44	154.29	73.47
03	COLUMNAS	210	24/10/2022	31/10/2022	7	119.32	12163.10	10.07	79.64	152.72	72.72
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO								

EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115


MS. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211074


W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo


956621026
974040869


crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

OBRA : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.
SOLICITANTE : ANDRADE CORDOVA SERGIO ANDRE Y BECERRA ROMERO JANNETH ELIZABETH
UBICACION : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
FECHA : Lunes, 31 de Octubre de 2022
MUESTRA : CONCRETO + 5% ASERRÍN + 10% ARCILLA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Nº de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	COLUMNAS	210	24/10/2022	31/10/2022	7	103.13	10512.74	15.20	181.46	57.93	27.59
02	COLUMNAS	210	24/10/2022	31/10/2022	7	109.28	11139.65	15.12	179.56	62.04	29.54
03	COLUMNAS	210	24/10/2022	31/10/2022	7	106.30	10835.88	15.07	178.37	60.75	28.93
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO								

EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115


MS. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211974


W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo


956621026
974040869


crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

CBRA : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.
SOLICITANTE : ANDRADE CORDOVA SERGIO ANDRE Y BECERRA ROMERO JANNETH ELIZABETH
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
FECHA : jueves, 3 de Noviembre de 2022
MUESTRA : CONCRETO+0.5% ASERRÍN +1.5% ARCILLA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	COLUMNAS	210	20/10/2022	03/11/2022	14	129.70	13221.20	10.07	79.64	166.01	79.05
02	COLUMNAS	210	20/10/2022	03/11/2022	14	118.20	12048.93	10.04	79.17	152.19	72.47
03	COLUMNAS	210	20/10/2022	03/11/2022	14	125.25	12767.58	10.12	80.44	158.73	75.59
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO								

EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115


ING. CIVIL
R.CIP. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

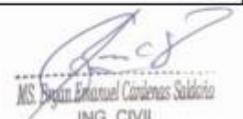
CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

OBRA : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.
SOLICITANTE : ANDRADE CORDOVA SERGIO ANDRE Y BECERRA ROMERO JANNETH ELIZABETH
UBICACIÓN : TRUJILLO- TRUJILLO- LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
FECHA : miércoles 2 de Noviembre de 2022
MUESTRA : CONCRETO + 5% ASERRÍN + 10% ARCILLA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	COLUMNAS	210	19/10/2022	02/11/2022	14	120.64	12297.66	15.12	179.55	68.49	32.61
02	COLUMNAS	210	19/10/2022	02/11/2022	14	140.65	14337.41	15.21	181.70	78.91	37.50
03	COLUMNAS	210	19/10/2022	02/11/2022	14	126.98	12943.93	15.04	177.65	72.86	34.69
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS		EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO									

EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115


ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211974

 W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

 956621026
974040869

 crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

OBRA : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.
SOLICITANTE : ANDRADE CORDOVA SERGIO ANDRE Y BECERRA ROMERO JANNETH ELIZABETH
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
FECHA : viernes, 18 de Noviembre de 2022
MUESTRA : CONCRETO PATRÓN

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	COLUMNAS	210	21/10/2022	18/11/2022	28	397.12	40481.14	15.02	177.19	228.47	108.79
02	COLUMNAS	210	21/10/2022	18/11/2022	28	404.53	41246.69	15.10	179.08	230.33	109.68
03	COLUMNAS	210	21/10/2022	18/11/2022	28	409.98	41792.05	15.08	178.80	233.99	111.42
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO								

EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115


ING. CIVIL
R.CIP. N° 211074



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

CBRA : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.
SOLICITANTE : ANDRADE CORDOVA SERGIO ANDRE Y BECERRA ROMERO JANNETH ELIZABETH
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
FECHA : sábado, 19 de Noviembre de 2022
MUESTRA : CONCRETO+2.5% ASERRÍN +5% ARCILLA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	COLUMNAS	210	22/10/2022	19/11/2022	28	73.46	7488.28	10.00	78.54	95.34	45.40
02	COLUMNAS	210	22/10/2022	19/11/2022	28	79.46	8099.90	10.00	78.54	103.13	49.11
03	COLUMNAS	210	22/10/2022	19/11/2022	28	70.00	7135.58	10.00	78.54	90.85	43.25
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO								

EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115


ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

OBRA : Adición de arcilla expandida y aserín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.
SOLICITANTE : ANDRADE CORDOVA SERGIO ANDRE Y BECERRA ROMERO JANNETH ELIZABETH
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
FECHA : viernes, 18 de Noviembre de 2022
MUESTRA : CONCRETO + 3% ASERRÍN + 10% ARCILLA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	COLUMNAS	210	21/10/2022	18/11/2022	28	149.50	15239.55	15.20	181.46	83.98	39.99
02	COLUMNAS	210	21/10/2022	18/11/2022	28	142.50	14525.99	15.12	179.55	80.90	38.52
03	COLUMNAS	210	21/10/2022	18/11/2022	28	147.62	15047.91	15.07	178.37	84.36	40.17
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO								

VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115


ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

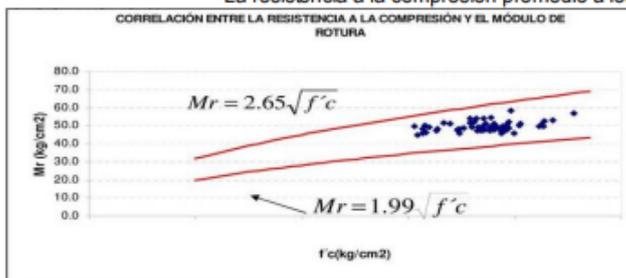
ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO NORMA TÉCNICA PERUANA 339.078, ASTM C- 78 / MTC E709 / AASTHO T97

OBRA : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.
SOLICITANTE : ANDRADE CORDOVA SERGIO ANDRE Y BECERRA ROMERO JANNETH ELIZABETH
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
FECHA : martes, 15 de Noviembre de 2022

TABLA 1.1. DIMENSIONES DE LA VIGA PRISMÁTICA DE CONCRETO

N° de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)	SEPARACIÓN DE APOYOS (mm)
01	BLOQUES DE CONCRETO	7	150.00	150.00	510.00	460.00
02	BLOQUES DE CONCRETO	7	150.00	150.00	510.00	460.00
03	BLOQUES DE CONCRETO	7	150.00	150.00	510.00	460.00

La resistencia a la compresión promedio a los 7 días es de: 156 Kg/cm²



Es por ello que, el Módulo de Rotura (Mr) deberá estar, para este ensayo, entre los siguientes rangos establecidos por la imagen que se muestra dado por el Comité ACI 363:

$$24.85 \text{ Kg/cm}^2 \leq Mr \leq 33.09 \text{ Kg/cm}^2$$

TABLA 1.2. RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	2.64
BLOQUE DE CONCRETO (PATRÓN)	1890.56	18.54	2.53	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm ²)	26.40
BLOQUE DE CONCRETO (PATRÓN)	2057.79	20.18	2.75		
BLOQUE DE CONCRETO (PATRÓN)	1976.22	19.38	2.64		

$$R_f = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

DÓNDE:

Rf = Módulo de rotura (Mpa)
F = Carga máxima registrada (KN)
a = Luz entre apoyos (mm)
b = Ancho medio de la probeta (mm)
h = Altura media de la probeta (mm)

ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211974



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

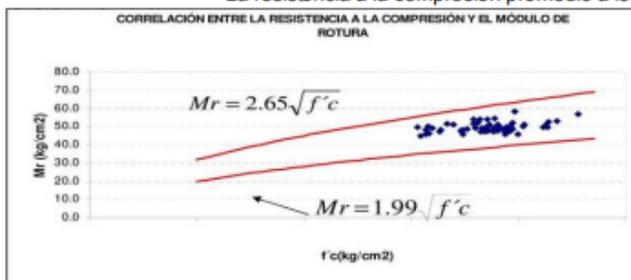
ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO NORMA TÉCNICA PERUANA 339.078, ASTM C- 78 / MTC E709 / AASTHO T97

OBRA : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.
SOLICITANTE : ANDRADE CORDOVA SERGIO ANDRE Y BECERRA ROMERO JANNETH ELIZABETH
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
FECHA : martes, 15 de Noviembre de 2022

TABLA 1.1. DIMENSIONES DE LA VIGA PRISMÁTICA DE CONCRETO

N° de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)	SEPARACIÓN DE APOYOS (mm)
01	BLOQUES DE CONCRETO	28	150.00	150.00	510.00	460.00
02	BLOQUES DE CONCRETO	28	150.00	150.00	510.00	460.00
03	BLOQUES DE CONCRETO	28	150.00	150.00	510.00	460.00

La resistencia a la compresión promedio a los 28 días es de: 231 Kg/cm²



Es por ello que, el Módulo de Rotura (Mr) deberá estar, para este ensayo, entre los siguientes rangos establecidos por la imagen que se muestra dado por el Comité ACI 363:

$$30.24 \text{ Kg/cm}^2 \leq Mr \leq 40.27 \text{ Kg/cm}^2$$

TABLA 1.2. RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
BLOQUE DE CONCRETO (PATRÓN)	2739.99	26.87	3.66	3.35	
BLOQUE DE CONCRETO (PATRÓN)	2609.46	25.59	3.49		
BLOQUE DE CONCRETO (PATRÓN)	2167.92	21.26	2.90	33.49	

$$R_f = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

DÓNDE:

R_f = Módulo de rotura (Mpa)
F = Carga máxima registrada (KN)
a = Luz entre apoyos (mm)
b = Ancho medio de la probeta (mm)
h = Altura media de la probeta (mm)

MS. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

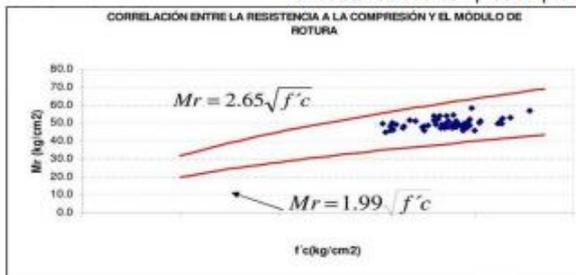
ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO NORMA TÉCNICA PERUANA, ASTM C-78 / MTC E709 / AASTHO T97

OBRA : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.
 SOLICITANTE : ANDRADE CORDOVA SERGIO ANDRE Y BECERRA ROMERO JANNETH ELIZABETH
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
 FECHA : miércoles, 16 de Noviembre de 2022

TABLA 1.1. DIMENSIONES DE LA VIGA PRISMÁTICA DE CONCRETO

Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)	SEPARACIÓN DE APOYOS (mm)
01	BLOQUES DE CONCRETO + 0.5% ASERRÍN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA	7	150.00	150.00	510.00	460.00
02	BLOQUES DE CONCRETO + 0.5% ASERRÍN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA	7	150.00	150.00	510.00	460.00
03	BLOQUES DE CONCRETO + 0.5% ASERRÍN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA	7	150.00	150.00	510.00	460.00

La resistencia a la compresión promedio a los 7 días es de: 134 Kg/cm²



Es por ello que, el Módulo de Rotura (M_r) deberá estar, para este ensayo, entre los siguientes rangos establecidos por la imagen que se muestra dado por el Comité ACI 363:

$$23.03 \text{ Kg/cm}^2 \leq M_r \leq 30.66 \text{ Kg/cm}^2$$

TABLA 1.2. RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA (Mpa)	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	2.45
BLOQUES DE CONCRETO + 0.5% ASERRÍN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA	1804.90	17.70	2.41	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm ²)	
BLOQUES DE CONCRETO + 0.5% ASERRÍN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA	2030.26	19.91	2.71		
BLOQUES DE CONCRETO + 0.5% ASERRÍN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA	1660.10	16.28	2.22		24.48

$$R_f = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

DÓNDE:

R_f = Módulo de rotura (Mpa)
 F = Carga máxima registrada (KN)
 a = Luz entre apoyos (mm)
 b = Ancho medio de la probeta (mm)
 h = Altura media de la probeta (mm)

MS. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 ING. CIVIL
 R.C.I.P. N° 211974



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
 Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
 974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

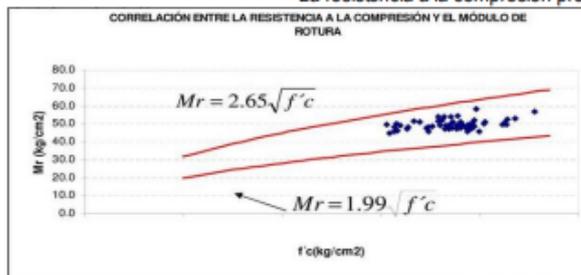
ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO NORMA TÉCNICA PERUANA, ASTM C-78 / MTC E709 / AASTHO T97

OBRA : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.
SOLICITANTE : ANDRADE CORDOVA SERGIO ANDRE Y BECERRA ROMERO JANNETH ELIZABETH
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
FECHA : martes, 15 de Noviembre de 2022

TABLA 1.1. DIMENSIONES DE LA VIGA PRISMÁTICA DE CONCRETO

Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)	SEPARACIÓN DE APOYOS (mm)
01	BLOQUES DE CONCRETO 0+ 0.5%ASERRÍN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA	28	150.00	150.00	510.00	460.00
02	BLOQUES DE CONCRETO 0+ 0.5%ASERRÍN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA	28	150.00	150.00	510.00	460.00
03	BLOQUES DE CONCRETO 0+ 0.5%ASERRÍN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA	28	150.00	150.00	510.00	460.00

La resistencia a la compresión promedio a los 28 días es de: 179 Kg/cm²



Es por ello que, el Módulo de Rotura (Mr) deberá estar, para este ensayo, entre los siguientes rangos establecidos por la imagen que se muestra dado por el Comité ACI 363:

$$26.62 \text{ Kg/cm}^2 \leq Mr \leq 35.44 \text{ Kg/cm}^2$$

TABLA 1.2. RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	3.49
BLOQUES DE CONCRETO 0+ 0.5%ASERRÍN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA	2505.45	24.57	3.35		
BLOQUES DE CONCRETO 0+ 0.5%ASERRÍN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA	2654.33	26.03	3.55		34.85
BLOQUES DE CONCRETO 0+ 0.5%ASERRÍN + 1.5% ARCILLA EXPANDIDA	2662.49	26.11	3.56	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm ²)	

$$R_f = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

DÓNDE:

Rf = Módulo de rotura (Mpa)
 F = Carga máxima registrada (KN)
 a = Luz entre apoyos (mm)
 b = Ancho medio de la probeta (mm)
 h = Altura media de la probeta (mm)

ING. CIVIL
 R.C.I.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

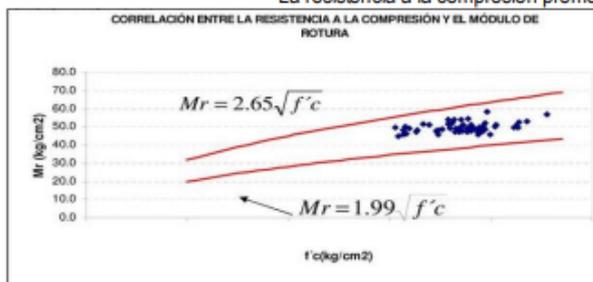
ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO NORMA TÉCNICA PERUANA, ASTM C-78 / MTC E709 / AASTHO T97

OBRA : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.
SOLICITANTE : ANDRADE CORDOVA SERGIO ANDRE Y BECERRA ROMERO JANNETH ELIZABETH
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
FECHA : jueves, 17 de Noviembre de 2022

TABLA 1.1. DIMENSIONES DE LA VIGA PRISMÁTICA DE CONCRETO

Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)	SEPARACIÓN DE APOYOS (mm)
01	BLOQUES DE CONCRETO+ 2.5%ASERRÍN + 5% ARCILLA EXPANDIDA	7	150.00	150.00	510.00	460.00
02	BLOQUES DE CONCRETO+ 2.5%ASERRÍN + 5% ARCILLA EXPANDIDA	7	150.00	150.00	510.00	460.00
03	BLOQUES DE CONCRETO+ 2.5%ASERRÍN + 5% ARCILLA EXPANDIDA	7	150.00	150.00	510.00	460.00

La resistencia a la compresión promedio a los 7 días es de: 64 Kg/cm²



Es por ello que, el Módulo de Rotura (Mr) deberá estar, para este ensayo, entre los siguientes rangos establecidos por la imagen que se muestra dado por el Comité ACI 363:

$$15.96 \text{ Kg/cm}^2 \leq Mr \leq 21.26 \text{ Kg/cm}^2$$

TABLA 1.2. RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MÓDULO DE ROTURA (Mpa)	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
BLOQUES DE CONCRETO+ 2.5%ASERRÍN + 5% ARCILLA EXPANDIDA	1605.04	15.74	2.15	2.07	
BLOQUES DE CONCRETO+ 2.5%ASERRÍN + 5% ARCILLA EXPANDIDA	1493.89	14.65	2.00		
BLOQUES DE CONCRETO+ 2.5%ASERRÍN + 5% ARCILLA EXPANDIDA	1541.82	15.12	2.06	20.68	

$$R_f = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

DÓNDE:

R_f = Módulo de rotura (Mpa)
F = Carga máxima registrada (KN)
a = Luz entre apoyos (mm)
b = Ancho medio de la probeta (mm)
h = Altura media de la probeta (mm)

MS. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R. C.I.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

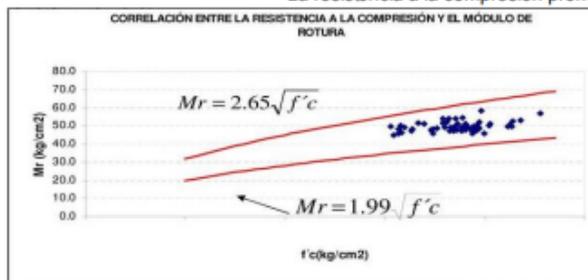
ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO NORMA TÉCNICA PERUANA, ASTM C-78 / MTC E709 / AASTHO T97

OBRA : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.
SOLICITANTE : ANDRADE CORDOVA SERGIO ANDRE Y BECERRA ROMERO JANNETH ELIZABETH
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
FECHA : jueves, 17 de Noviembre de 2022

TABLA 1.1. DIMENSIONES DE LA VIGA PRISMÁTICA DE CONCRETO

N° de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)	SEPARACIÓN DE APOYOS (mm)
01	BLOQUES DE CONCRETO+ 2.5%ASERRÍN + 5% ARCILLA EXPANDIDA	28	150.00	150.00	510.00	460.00
02	BLOQUES DE CONCRETO+ 2.5%ASERRÍN + 5% ARCILLA EXPANDIDA	28	150.00	150.00	510.00	460.00
03	BLOQUES DE CONCRETO+ 2.5%ASERRÍN + 5% ARCILLA EXPANDIDA	28	150.00	150.00	510.00	460.00

La resistencia a la compresión promedio a los 28 días es de: 96 Kg/cm²



Es por ello que, el Módulo de Rotura (Mr) deberá estar, para este ensayo, entre los siguientes rangos establecidos por la imagen que se muestra dado por el Comité ACI 363:

$$19.54 \text{ Kg/cm}^2 \leq Mr \leq 26.02 \text{ Kg/cm}^2$$

TABLA 1.2. RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MÓDULO DE ROTURA (Mpa)	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
BLOQUES DE CONCRETO+ 2.5%ASERRÍN + 5% ARCILLA EXPANDIDA	2003.75	19.65	2.68	2.59	
BLOQUES DE CONCRETO+ 2.5%ASERRÍN + 5% ARCILLA EXPANDIDA	1881.38	18.45	2.51		
BLOQUES DE CONCRETO+ 2.5%ASERRÍN + 5% ARCILLA EXPANDIDA	1933.39	18.96	2.58	25.92	

$$Rf = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

DÓNDE:

Rf = Módulo de rotura (Mpa)
F = Carga máxima registrada (KN)
a = Luz entre apoyos (mm)
b = Ancho medio de la probeta (mm)
h = Altura media de la probeta (mm)

MS. Bryan Emanuel Cárdenas Soldado
ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

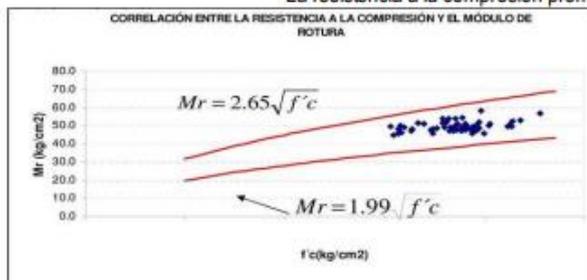
ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO NORMA TÉCNICA PERUANA, ASTM C-78 / MTC E709 / AASTHO T97

OBRA : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.
SOLICITANTE : ANDRADE CORDOVA SERGIO ANDRE Y BECERRA ROMERO JANNETH ELIZABETH
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
FECHA : viernes, 18 de Noviembre de 2022

TABLA 1.1. DIMENSIONES DE LA VIGA PRISMÁTICA DE CONCRETO

N° de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)	SEPARACIÓN DE APOYOS (mm)
01	BLOQUES DE CONCRETO+ 5%ASERRÍN + 10% ARCILLA EXPANDIDA	7	150.00	150.00	510.00	460.00
02	BLOQUES DE CONCRETO+ 5%ASERRÍN + 10% ARCILLA EXPANDIDA	7	150.00	150.00	510.00	460.00
03	BLOQUES DE CONCRETO+ 5%ASERRÍN + 10% ARCILLA EXPANDIDA	7	150.00	150.00	510.00	460.00

La resistencia a la compresión promedio a los 7 días es de: 60 Kg/cm²



Es por ello que, el Módulo de Rotura (Mr) deberá estar, para este ensayo, entre los siguientes rangos establecidos por la imagen que se muestra dado por el Comité ACI 363:

$$15.45 \text{ Kg/cm}^2 \leq Mr \leq 20.57 \text{ Kg/cm}^2$$

TABLA 1.2. RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MÓDULO DE ROTURA (Mpa)	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
BLOQUES DE CONCRETO+ 5%ASERRÍN + 10% ARCILLA EXPANDIDA	1460.24	14.32	1.95	1.94	
BLOQUES DE CONCRETO+ 5%ASERRÍN + 10% ARCILLA EXPANDIDA	1443.92	14.16	1.93		
BLOQUES DE CONCRETO+ 5%ASERRÍN + 10% ARCILLA EXPANDIDA	1449.02	14.21	1.94	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm ²)	19.39

$$R_f = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

DÓNDE:

Rf = Módulo de rotura (Mpa)
F = Carga máxima registrada (KN)
a = Luz entre apoyos (mm)
b = Ancho medio de la probeta (mm)
h = Altura media de la probeta (mm)

ING. CIVIL
R. CIP. N° 211974



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

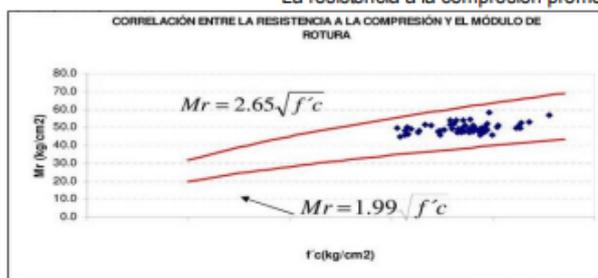
ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO NORMA TÉCNICA PERUANA, ASTM C- 78 / MTC E709 / AASTHO T97

OBRA : Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.
SOLICITANTE : ANDRADE CORDOVA SERGIO ANDRE Y BECERRA ROMERO JANNETH ELIZABETH
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
FECHA : viernes, 18 de Noviembre de 2022

TABLA 1.1. DIMENSIONES DE LA VIGA PRISMÁTICA DE CONCRETO

N° de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)	SEPARACIÓN DE APOYOS (mm)
01	BLOQUES DE CONCRETO+ 5%ASERRÍN + 10% ARCILLA EXPANDIDA	28	150.00	150.00	510.00	460.00
02	BLOQUES DE CONCRETO+ 5%ASERRÍN + 10% ARCILLA EXPANDIDA	28	150.00	150.00	510.00	460.00
03	BLOQUES DE CONCRETO+ 5%ASERRÍN + 10% ARCILLA EXPANDIDA	28	150.00	150.00	510.00	460.00

La resistencia a la compresión promedio a los 28 días es de: 83 Kg/cm²



Es por ello que, el Módulo de Rotura (Mr) deberá estar, para este ensayo, entre los siguientes rangos establecidos por la imagen que se muestra dado por el Comité ACI 363:

$$18.14 \text{ Kg/cm}^2 \leq Mr \leq 24.15 \text{ Kg/cm}^2$$

TABLA 1.2. RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA (Mpa)	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
BLOQUES DE CONCRETO+ 5%ASERRÍN + 10% ARCILLA EXPANDIDA	1819.18	17.84	2.43	24.01	2.40
BLOQUES DE CONCRETO+ 5%ASERRÍN + 10% ARCILLA EXPANDIDA	1738.62	17.05	2.32		
BLOQUES DE CONCRETO+ 5%ASERRÍN + 10% ARCILLA EXPANDIDA	1830.40	17.95	2.45	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm ²)	

$$R_f = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

DÓNDE:

R_f = Módulo de rotura (Mpa)
F = Carga máxima registrada (KN)
a = Luz entre apoyos (mm)
b = Ancho medio de la probeta (mm)
h = Altura media de la probeta (mm)

ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo N° 9: Foto del Centro Poblado de Alto Trujillo tomado por el diario el Correo.



Figura 42. Foto del Centro Poblado de Alto Trujillo tomado por el diario el Correo.

Anexo N° 10: Cálculos de desarrollo.

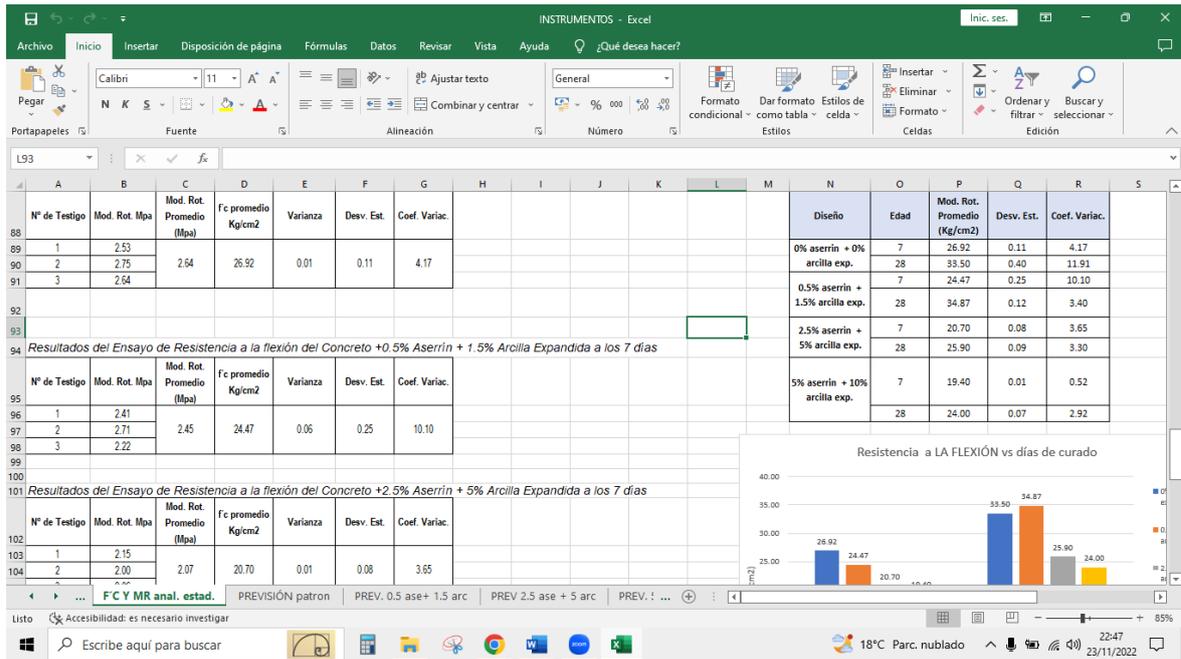


Figura 44. Hoja de cálculos de Excel para el análisis estadístico de resultados.

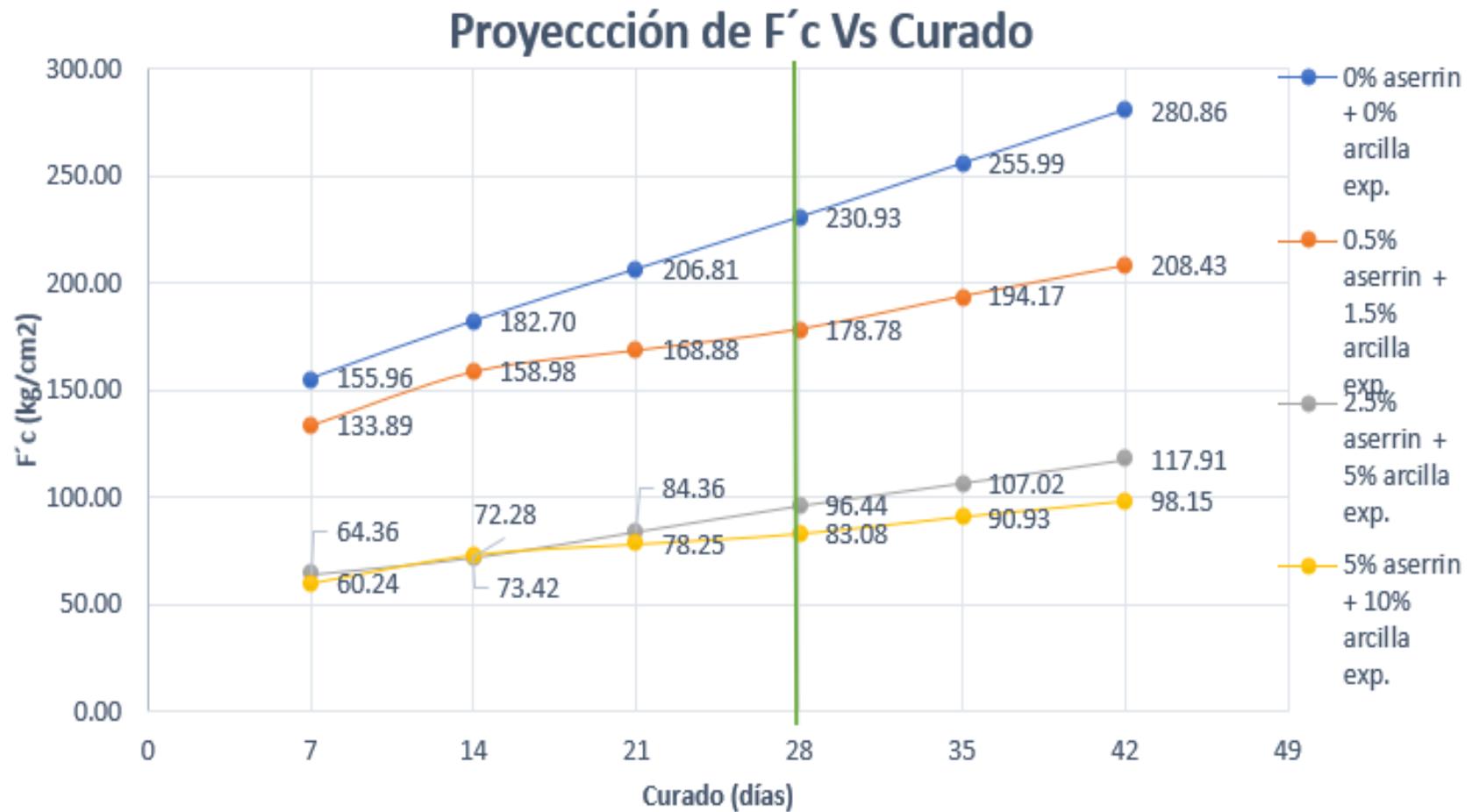
Anexo N° 11: Cuadro de cálculo de materiales y dosificaciones.

F'c= kg/cm2	PROPORCION C:A:P	Materiales por m3			
		Cemento bls	Arena (m3)	Piedra (m3)	Agua (m3)
140	1 : 2.8 : 2.8	7.01	0.56	0.57	0.184
175	1 : 2.3 : 2.3	8.43	0.54	0.55	0.184
210	1 : 1.9 : 1.9	9.73	0.52	0.53	0.186
245	1 : 1.5 : 1.6	11.50	0.50	0.51	0.187
280	1 : 1.2 : 1.4	13.34	0.45	0.51	0.189

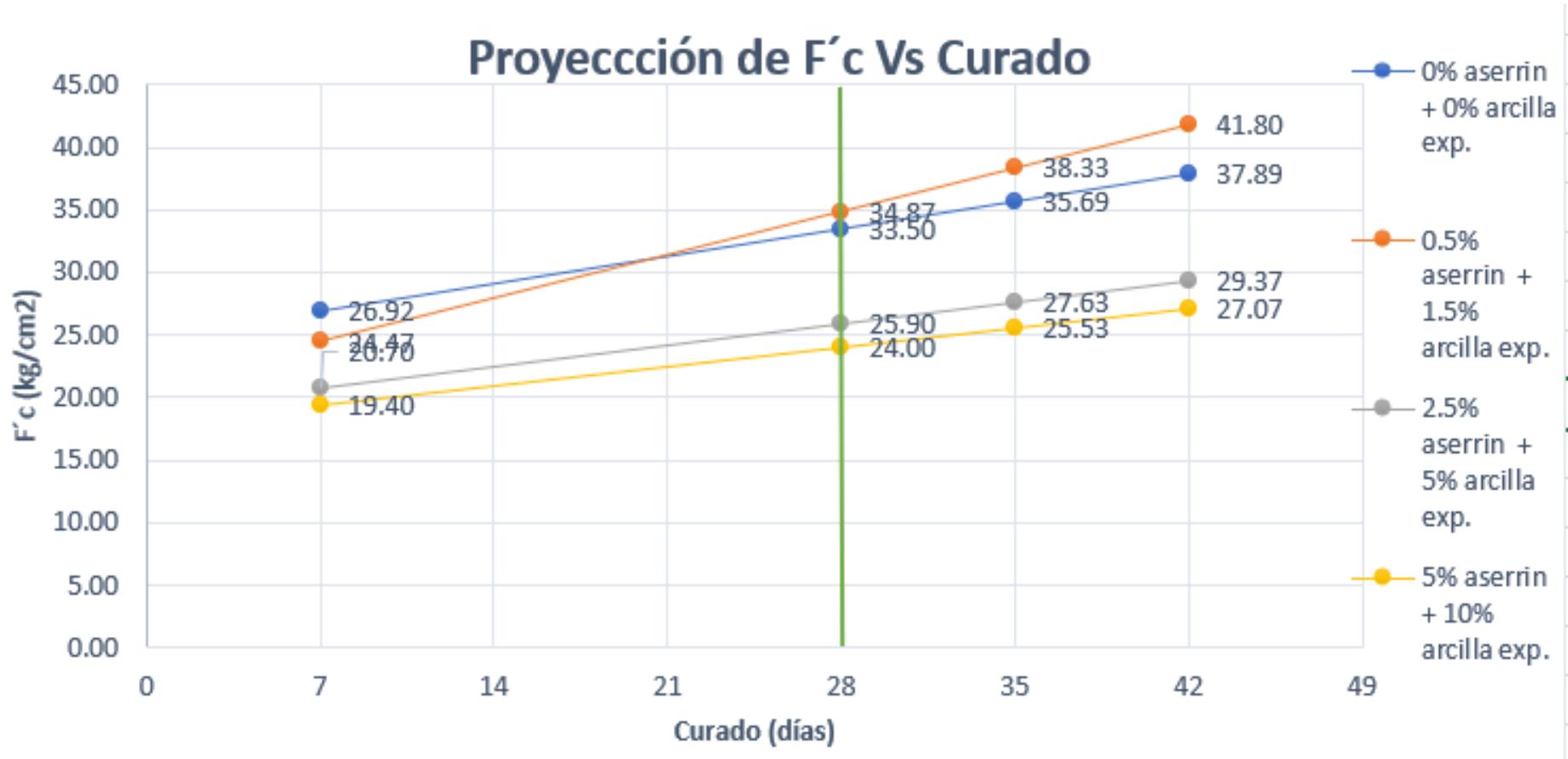
Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 12: Proyección de valores de $f'c$ y M_r

Anexo N° 12.1: Proyección de valores de $f'c$ de todos los diseños para días de curado posteriores a los 28.



Anexo N° 12.2: Proyección de valores de Mr de todos los diseños para días de curado posteriores a los 28.



Anexo N° 13: Fotos de los tesisistas durante el desarrollo de la tesis.









UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físico-mecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022.", cuyos autores son BECERRA ROMERO JANNETH ELIZABETH, ANDRADE CORDOVA SERGIO ALBERTO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 21 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS DNI: 40132759 ORCID: 0000-0003-3392-9580	Firmado electrónicamente por: JVILLARQ el 13-12- 2022 16:49:16

Código documento Trilce: TRI - 0449226