

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

**Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento
de las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270$ kg/cm², Pasco**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Bach. Anthony Claudio CALLUPE MORENO

Bach. Marilyn Patricia CONDEZO RAMOS

Asesor:

Dr. Hildebrando Anival CONDOR GARCÍA

Cerro de Pasco – Perú – 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

**Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento
de las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270$ kg/cm², Pasco**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Marco Antonio SURICHAQUI HIDALGO

PRESIDENTE

Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL

MIEMBRO

Mg. Pedro YARASCA CORDOVA

MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 164-2023-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

“Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ kg/cm², Pasco”

Apellidos y nombres de los tesistas

Bach. CALLUPE MORENO, Anthony Claudio

Bach. CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia

Escuela de Formación Profesional
Ingeniería Civil

Apellidos y nombres del Asesor

Dr. CONDOR GARCIA, Hildebrando Anival

Indici de Similitud

5 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 24 de noviembre del 2023

UNDA
UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
Luis Villar Requís Carbajal
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a nuestros padres y hermanos, que siempre nos dieron su apoyo inconmensurable y estarán orgullosos de cada logro en nuestra vida profesional, a todos ellos les dedicamos este trabajo con cariño y agradecimiento.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestra Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, en la cual desempeñamos la formación profesional de Ingenieros Civiles, de la misma manera al laboratorio de la escuela de formación profesional de Ingeniería Civil por ser parte de nuestro proceso de investigación,

Agradezco también a nuestro asesor, por habernos brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento, a su vez por guiarnos durante el desarrollo de la tesis, apoyándonos siempre con sus conocimientos.

A nuestros familiares por el apoyo brindado en el desarrollo de este trabajo de tesis, que perdurara dentro de los conocimientos y desarrollo de las demás generaciones que están por llegar.

RESUMEN

El objetivo general de este trabajo de investigación es demostrar de qué manera las cenizas de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas mejora las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270 \text{ Kg/cm}^2$, Pasco, donde se probaron algunas dosis adicionando cenizas de cascarilla de arroz en concreto en proporciones de 2.50%, 5.00% y 7.50% respecto al peso del cemento, y macrofibras sintéticas en proporciones de 1.0 kg/m³, 2.0 kg/m³ y 3.0 kg/m³ por el agregado grueso, evaluando el efecto de la cenizas de cascarilla de arroz y la macrofibra sintética sobre las propiedades mecánicas del concreto. Para ello se realizaron ensayos en estado endurecido, de igual manera se realizaron ensayos en concreto fresco en los cuales se determina la temperatura y el asentamiento. Para desarrollar el estudio se utilizó la siguiente metodología: se aplicó un diseño de investigación tipo experimental y un método de investigación cuantitativa en el que la ceniza de cascarilla de arroz y las macrofibras juegan un papel decisivo en el comportamiento del concreto, la población estuvo conformada por un conjunto de muestras cilíndricas que fueron curadas a los 7, 14 y 28 días.

De este estudio, hemos llegado a la conclusión general de que la ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras tiene una influencia favorable sobre las propiedades físicas y mecánicas del hormigón, demostrando un ritmo de mejora en las propiedades del concreto tanto en estado fresco como seco, por encima del concreto estándar, la dosis de la ceniza de cascarilla de arroz en 5.00% y la macrofibra sintética en 2.00 kg/m³ probada para duración máxima.

Palabra clave: ceniza de cascarilla de arroz, macrofibra sintética, resistencia, compresión y resistencia a tracción.

ABSTRACT

The general objective of this research work is to demonstrate how rice husk ash and synthetic macrofibers improve the mechanical properties of concrete $F'_c=270$ Kg/cm², Pasco, where 5 doses were tested adding rice husk ash. specifically in proportions of 2.50%, 5.00% and 7.50% with respect to the weight of cement, and synthetic macrofibers in proportions of 1.0 kg/m³, 2.0 kg/m³ and 3.0 kg/m³ for the coarse aggregate, evaluating the effect of ash of rice husk and synthetic macrofiber on the mechanical properties of concrete. For this, tests were carried out in the hardened state, in the same way tests were carried out on fresh concrete in which the temperature and settlement were determined. To develop the study, the following methodology was used: an experimental research design and a quantitative research method were applied in which rice husk ash and macrofibers play a decisive role in the behavior of concrete, the population was made up of by a set of cylindrical samples that were cured at 7, 14 and 28 days.

From this study, we have reached the general conclusion that rice husk ash and macrofibers have a favorable influence on the physical and mechanical properties of concrete, demonstrating a rate of improvement in the properties of concrete in both the fresh and dry state. Above standard concrete, the dose of rice husk ash at 5.00% and synthetic macrofiber at 2.00 kg/m³ tested for maximum durability.

Keyword: rice husk ash, synthetic macrofiber, strength, compression and tensile strength.

INTRODUCCIÓN

La demanda de viviendas sigue aumentando en nuestro país y principalmente en zonas económicamente deprimidas, lo que obliga a los ingenieros a idear soluciones alternativas para reducir los costos del material sin reducir sus propiedades de resistencia y durabilidad. Uno de los materiales más utilizados en la construcción de viviendas es el concreto, siendo el cemento el ingrediente más caro en su producción.

Para reducir el costo del cemento en la producción de concreto, parte del cemento se puede reemplazar con puzolanas, que son elementos que contienen sílice y alúmina que ayudan a mejorar las propiedades del concreto, incluida la ceniza de cascarilla de arroz.

La ceniza de cascarilla de arroz es un residuo agrícola, su principal característica es que tiene propiedades químicas que al mezclarse con cemento para producir concreto aumentará su resistencia y así mejorará todas sus demás propiedades.

Por lo tanto, para las personas de bajos ingresos, principalmente en áreas agrícolas y/o productoras de arroz, se pueden construir proyectos de viviendas sociales urbanas de bajo costo con concreto mezclado con ceniza de cascarilla de arroz.

Por todo lo expuesto, en este estudio se plantea como *problema general* el siguiente: ¿Cómo las cenizas de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas mejoran las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$, Pasco?, *problemas específicos*: ¿De qué manera el diseño de mezcla con ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas influirá en las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$?, ¿De qué manera las cenizas de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas mejoran la resistencia a compresión del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$?, ¿Cómo aumenta la resistencia a tracción del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$ con la adición de las cenizas de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas? Y ¿Cuál será el porcentaje adecuado de ceniza de cascarilla de

arroz y macrofibras sintéticas para mejorar las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$?

En cuanto a la formulación de hipótesis, se propone la siguiente **hipótesis general**: La Ceniza de cascarilla de arroz mejoraría las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$. Por lo que se plantean las siguientes **hipótesis específicas**: El diseño de mezcla con ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas influiría de manera positiva en las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$; La ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas mejoraría la resistencia a compresión del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$; La adición de ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas aumentaría la resistencia a tracción del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$ y El porcentaje adecuado de ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas mejoraría las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$.

En el objetivo, para mayor detalle, se establece lo siguiente: **Objetivo General**: Demostrar de qué manera las cenizas de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas mejora propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$, Pasco. Por lo tanto, es necesario abordar los siguientes **objetivos específicos**: Establecer de qué manera el diseño de mezcla con ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas influirá en las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$; determinar de qué manera las cenizas de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas mejoran la resistencia a compresión del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$; demostrar cómo aumenta la resistencia a tracción del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$ con la adición de las cenizas de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas y comprobar el porcentaje adecuado de ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para mejorar las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

| | | |
|--------|---|---|
| 1.1. | Identificación y determinación del problema | 1 |
| 1.2. | Delimitación de la investigación | 3 |
| 1.2.1. | Delimitación Espacial..... | 3 |
| 1.2.2. | Delimitación Temporal..... | 4 |
| 1.2.3. | Delimitación Conceptual o Teórica..... | 4 |
| 1.3. | Formulación del problema..... | 4 |
| 1.3.1. | Problema general | 4 |
| 1.3.2. | Problemas Específicos..... | 4 |
| 1.4. | Formulación de objetivos | 5 |
| 1.4.1. | Objetivo general | 5 |
| 1.4.2. | Objetivos específicos..... | 5 |
| 1.5. | Justificación de la investigación..... | 5 |

| | | |
|--------|---------------------------------------|---|
| 1.5.1. | Justificación Teórica..... | 5 |
| 1.5.2. | Justificación Práctica..... | 6 |
| 1.5.3. | Justificación Social..... | 6 |
| 1.6. | Limitaciones de la investigación..... | 6 |

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

| | | |
|--------|--|----|
| 2.1. | Antecedentes de estudio..... | 7 |
| 2.1.1. | Antecedentes Internacionales..... | 7 |
| 2.2. | Bases teóricas – científicas..... | 28 |
| 2.2.1. | Ceniza de cascarilla de arroz..... | 28 |
| 2.2.2. | Macro Fibras Sintéticas..... | 33 |
| 2.2.3. | Métodos de diseño de mezcla..... | 34 |
| 2.2.4. | Resistencia a la compresión, ensayo según la (NTP 339.034 / ASTM C39)..... | 37 |
| 2.2.5. | Ensayo de resistencia a tracción..... | 39 |
| 2.3. | Definición de términos básicos..... | 42 |
| 2.4. | Formulación de hipótesis..... | 44 |
| 2.4.1. | Hipótesis general..... | 44 |
| 2.4.2. | Hipótesis específicas..... | 44 |
| 2.5. | Identificación de las variables..... | 45 |
| 2.5.1. | Variables independientes..... | 45 |
| 2.5.2. | Variables dependientes..... | 45 |
| 2.6. | Definición operacional de variables e indicadores..... | 45 |

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

| | | |
|------|---|----|
| 3.1. | Tipo de investigación | 47 |
| 3.2. | Nivel de investigación | 47 |
| 3.3. | Métodos de investigación | 48 |
| 3.4. | Diseño de investigación..... | 48 |
| 3.5. | Población y muestra | 48 |
| 3.6. | Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 49 |
| 3.7. | Técnicas de procesamiento y análisis de datos..... | 50 |
| 3.8. | Tratamiento estadístico..... | 51 |
| 3.9. | Orientación ética filosófica y epistémica | 51 |

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

| | | |
|--------|---|----|
| 4.1. | Descripción del trabajo de campo | 52 |
| 4.1.1. | Descripción del Proyecto..... | 52 |
| 4.1.2. | Recolección de datos del Proyecto..... | 53 |
| 4.2. | Presentación, análisis e interpretación de resultados..... | 55 |
| 4.2.1. | Propiedades físicas de los agregados naturales | 55 |
| 4.2.2. | Diseño de Mezcla | 62 |
| 4.2.3. | Propiedades mecánicas del concreto estándar y concreto con RHA y MS en estado fresco | 64 |
| 4.2.4. | Propiedades mecánicas del concreto estándar y concreto con RHA y MS en estado endurecido | 66 |
| 4.3. | Prueba de Hipótesis | 80 |
| 4.3.1. | Hipótesis general | 80 |

| | |
|------------------------------------|----|
| 4.4. Discusión de resultados | 85 |
|------------------------------------|----|

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Incremento de la Compresión en Mpa | 12 |
| Tabla 2. Incremento de la Tracción en Mpa..... | 12 |
| Tabla 3. Propiedades físicas de la ceniza de cascarilla de arroz | 31 |
| Tabla 4. Diámetros máximos de probetas de ensayo | 38 |
| Tabla 5. Ensayos con sus respectivos criterios a cada edad..... | 38 |
| Tabla 6. Relación longitud a diámetro del espécimen..... | 39 |
| Tabla 7. Operacionalización de Variables Independientes..... | 45 |
| Tabla 8. Operacionalización de Variable Dependiente. | 46 |
| Tabla 9. Probetas de concreto para ensayo a compresión. | 49 |
| Tabla 10. Probetas de concreto para ensayo a tracción. | 49 |
| Tabla 11. Análisis Granulométricos del Agregado Fino. | 57 |
| Tabla 12. Análisis Granulométricos del Agregado Grueso. | 58 |
| Tabla 13. Contenido de humedad del agregado fino. | 59 |
| Tabla 14. Contenido de humedad del agregado grueso..... | 60 |
| Tabla 15. Peso Unitario Suelto y Peso Unitario Compactado del Agregado Fino y Grueso | 61 |
| Tabla 16. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino..... | 61 |
| Tabla 17. Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso..... | 62 |
| Tabla 18. Resumen de las Características del Agregado..... | 63 |
| Tabla 19. Diseño de Mezcla del Concreto para diferentes dosificaciones (0.020 m3). . | 63 |
| Tabla 20. Número de muestras para cada tanda y/o dosificación. | 64 |
| Tabla 21. Temperatura del Concreto Estándar y Concreto con RHA y MS. | 64 |
| Tabla 22. Medición de Asentamiento del Concreto con el Cono de Abrams | 65 |
| Tabla 23. Peso Unitario del Concreto Estándar y Concreto con RHA y MS..... | 66 |

| | |
|---|----|
| Tabla 24. Resistencia a la Compresión del Concreto Estándar | 67 |
| Tabla 25. Resistencia a la Compresión del Concreto con 2.50% de RHA y 1.0 kg/m ³ de MS | 68 |
| Tabla 26. Resistencia a la Compresión del Concreto con 7.50% de RHA y 1.0 kg/m ³ de MS | 69 |
| Tabla 27. Resistencia a la Compresión del Concreto con 2.50% de RHA y 3.0 kg/m ³ de MS | 70 |
| Tabla 28. Resistencia a la Compresión del Concreto con 7.50% de RHA y 3.0 kg/m ³ de MS. | 71 |
| Tabla 29. Resistencia a la Compresión del Concreto con 5.00% de RHA y 2.0 kg/m ³ de MS | 72 |
| Tabla 30. Resistencia a la Tracción del Concreto Estándar. | 74 |
| Tabla 31. Resistencia a la Compresión del Concreto con 2.50% de RHA y 1.0 kg/m ³ de MS. | 75 |
| Tabla 32. Resistencia a la Compresión del Concreto con 7.50% de RHA y 1.0 kg/m ³ de MS. | 76 |
| Tabla 33. Resistencia a la Compresión del Concreto con 2.50% de RHA y 3.0 kg/m ³ de MS. | 77 |
| Tabla 34. Resistencia a la Compresión del Concreto con 7.50% de RHA y 3.0 kg/m ³ de MS | 78 |
| Tabla 35. Resistencia a la Compresión del Concreto con 5.00% de RHA y 2.0 kg/m ³ de MS. | 79 |
| Tabla 36. Prueba de Normalidad para las Resistencia a la Compresión y Tracción | 81 |
| Tabla 37 Correlación de Pearson de la Resistencia a Compresión y Tracción | 82 |
| Tabla 38. Prueba de ANOVA de la Resistencia a Compresión y Tracción | 82 |

| | |
|---|----|
| Tabla 39. Análisis de Varianza de la Resistencia a Compresión | 83 |
| Tabla 40. Análisis de Varianza de la Resistencia a Tracción..... | 84 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Proceso metodológico del método ACI 211 | 35 |
| Figura 2. Base para el alineamiento de la probeta de concreto. | 41 |
| Figura 3. Plantilla de la ubicación de la probeta para ensayo a tracción. | 41 |
| Figura 4. Curva de la distribución granulométrica del agregado fino | 57 |
| Figura 5. Curva de la distribución granulométrica del agregado grueso..... | 58 |
| Figura 6. Comparación de la Resistencia a la Compresión. | 73 |
| Figura 7. Comparación de la Resistencia a la Tracción Indirecta | 80 |
| Figura 8. Interacción para Resistencia a Compresión. | 83 |
| Figura 9. Interacción para Resistencia a Tracción..... | 84 |

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

El concreto es usado por muchas constructoras además es conocido a nivel mundial ya que se produce por la combinación de varios materiales como el cemento, arena, agua y aire, cabe mencionar que la mezcla mejora las propiedades que lo hace destacar a nivel mundial (H. Nilson, 2001). Además, según (Porrero S. et al., 2004) el concreto posee diferentes propiedades mecánicas.

En una sociedad moderna y globalizada se viven distintos problemas que vienen afectando de manera grave al mundo, uno de ellos viene siendo la contaminación generada por el concreto debido a los materiales que son empleados para su elaboración y de la misma forma la fabricación de sus materiales, (Rodgers, 2018), según el Centro De Estudios Británico Chatham House el concreto usado para la construcción de edificaciones, puentes y otros, aporta un 8 % de dióxido de carbono (CO₂), adicionándole que según informa la Agencia Medioambiental de los Países Bajos el cemento como parte del concreto genera 2.800 millones de toneladas de CO₂, que agrava la situación de nuestro

entorno como tal, por ello al tratar de mejorar ello se debe de considerar las potencialidades de las propiedades mecánicas del concreto para resistir cargas, de esa manera la mejora de este es algo muy importante para la construcción de edificaciones u otros, para obtener como resultado calidad, mejora en el ambiente y resistencia de este a fenómenos ambientales.

En el Perú, estos problemas siguen estando presentes, lo que hace que se tenga un impacto muy grande para la población en general, puesto que el concreto en su forma tradicional que se viene desarrollando desde el año 1850 en nuestro país, a la llegada de los primeros barriles de cemento (Harmsen, 2002). Dicho concreto contiene cemento con altos niveles de Clinker, yeso y caliza en porcentajes de 47.8%, 2.2% y 50%, respectivamente (ANCAP, 2007). Además, hoy en día se tiene una búsqueda masiva de alternativas para ser usado en la producción del concreto, iniciado por que al usarse materiales reciclados se tiene pocos impactos ambientales y se pueda mejorar las propiedades mecánicas para un concreto ecológico.

En la región de Pasco se tiene la disponibilidad de muchos productos, sin embargo, el material de propuesta es la ceniza de cascarilla de arroz, que se encuentra en la posición principal con 8.68% en los productos más producidos, con una mínima variación porcentual de disminución de cantidad de producción del año 2021 al año 2022, siendo este 0.47% (INEI, 2022). Teniendo dichas estadísticas, gran parte de esa producción se va a los desechos en forma de ceniza, por lo que al tener propiedades similares al cemento Portland, este puede desempeñar y/o mejorar las propiedades mecánicas del concreto ya que contiene oxido de sílice y posee las características de ser un puzolánico. Además, a ello se

le adiciona que como parte de una solución para la mejora de las propiedades mecánicas del concreto son las macrofibras.

Entonces esto conlleva a la búsqueda de un concreto óptimo con adiciones que cumpla todas las condiciones de calidad, con la búsqueda de poder reducir el impacto ambiental que crea todo el proceso constructivo del concreto, y a la vez logre mejorar las propiedades mecánicas del concreto, por lo cual ahora se busca con esta investigación poder innovar en las nuevas tecnologías de la composición del concreto, de esa manera se propone el uso de la ceniza de cascarilla de arroz en el concreto, que puede resultar una opción más que óptima por los resultados que este trae, a ello se le adiciona el (MINCETUR, 2018) manifestando que “Perú llega a ser un cosechador destacado en lo que a arroz se refiere, siendo 2.5 millones de toneladas de producción en el 2017” y además según la publicación de la revista UMACOM, (2017) nos afirma que: “las grietas y fisuras en las edificaciones son un problema común, pues estas son fallas inevitables y lo mejor que uno mismo debe realizar es fomentar las medidas de prevención”, la cual se puede solucionar con macrofibras debido a su composición.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación Espacial

En el laboratorio de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión de la Región de Cerro de Pasco, Provincia y Ciudad de Cerro de Pasco, logrando mantener las condiciones tradicionales de la elaboración de las probetas y proceso de los ensayos.

1.2.2. Delimitación Temporal

La elaboración y la realización de los ensayos del este proyecto de investigación se realizó durante el periodo de julio y noviembre del año 2023, teniendo así de (04) cuatro meses de trabajo.

1.2.3. Delimitación Conceptual o Teórica

Pertenece a la Ingeniería Civil, en la cual se toma en cuenta para la investigación el diseño de mezcla del concreto, el proceso y propiedades que posee la ceniza de cascarilla de arroz, ya que se busca la mejora de las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$, usándose las normas peruanas y/o extranjeras como son ACI, ASTM, NTP y otras.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo las cenizas de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas mejoran las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$, Pasco?

1.3.2. Problemas Específicos

- ¿De qué manera el diseño de mezcla con ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas influirá en las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$?
- ¿De qué manera las cenizas de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas mejoran la resistencia a compresión del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$?
- ¿Cómo aumenta la resistencia a tracción del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$ con la adición de las cenizas de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas?

- ¿Cuál será el porcentaje adecuado de ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para mejorar las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Demostrar de qué manera las cenizas de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas mejora propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$, Pasco.

1.4.2. Objetivos específicos

- Establecer de qué manera el diseño de mezcla con ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas influirá en las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$.
- Determinar de qué manera las cenizas de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas mejoran la resistencia a compresión del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$.
- Demostrar cómo aumenta la resistencia a tracción del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$ con la adición de las cenizas de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas.
- Comprobar el porcentaje adecuado de ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para mejorar las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$.

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Justificación Teórica

La presente investigación tiene como finalidad el poder determinar el uso de la ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas en el concreto y con ello poder mejorar las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/Cm}^2$.

Dentro del estudio en mención se analizará los porcentajes que tendrá mejores resultados para la mejora de las propiedades mecánicas del concreto.

1.5.2. Justificación Práctica

(Singh, & Singh, 2021) afirma que “Ceniza de cascarilla de arroz se puede utilizar como un material de construcción adicional para la elaboración del concreto, contribuyendo a la calidad de este”.

Estas fibras están diseñadas para proporcionar refuerzo estructural al concreto y mejorar ciertas propiedades del material como la resistencia a la fisuración y la permeabilidad.

1.5.3. Justificación Social

Para poder conseguir el desarrollo de nuestro país, tenemos que llevar a cabo el uso de materiales, que al ser aplicadas consiguen la mejora de las propiedades mecánicas del concreto, reducen costos en la utilización de insumos dentro del proceso constructivo y al mismo tiempo minimizan la contaminación en el medio ambiente.

1.6. Limitaciones de la investigación.

El mayor inconveniente que se presentó en el desarrollo de la investigación fue los escasos de información precisa que se requiere para poder lograr un buen proyecto.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes Internacionales

- (Bheel et al., 2021), en su artículo “Mechanical Properties of Concrete Incorporating Rice Husk Ash and Wheat Straw Ash as Ternary Cementitious Material” aludió en su investigación el usar materiales ambientales como desechos que fueron la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de paja de trigo, en la adición al concreto y disminución del cemento que mermo los impactos negativos al entorno ambiental, además se verifico su participación en las propiedades frescas y endurecidas del concreto, habiendo sido considerado como adiciones los porcentajes desde el 0% al 20% en intervalo de cinco, comprobado mediante 240 pruebas mediante tres formas representativas para cada ensayo del concreto para ambas cenizas con 7 y 28 días de curado y un valor de agua – cemento referente al 0.50. Se demostró que existió un alce del 12.65% en

compresión, 9.40% en tracción y 9.46% en flexión adicionándole el 10% referido a la mitad para las cenizas adicionadas en el artículo de investigación, además bajo la contracción, densidad y absorción a los 28 días. Habiendo concluido que fue benéfico para la mejora de las propiedades generales con un porcentaje de adición correcto.

- (Castillo Rosario, 2021), en su trabajo para master “Estudio del comportamiento mecánico de hormigones reforzados con macrofibras sintéticas sometidos a temperaturas moderadas”, nos indica que la reducción de la resistencia residual tuvo efectos similares para ambos tipos de FRC (Hormigones reforzados con fibra) investigados, observándose una reducción más pronunciada para (fr3) en SFRC (Hormigón reforzado con fibras metálicas) que en SNFRC (Hormigón reforzado con fibra sintéticas); eso quiere decir que las fibras sintéticas aumentan la resistencia al concreto.
- (Amaya Alarcón & Ramirez Zapata, 2019), en su tesis “Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras”, las propiedades de las fibras tienen una gran influencia en el comportamiento del hormigón cuando se utiliza como refuerzo, niveles de dosificación agregados a la mezcla, longitudes de fibras y específicamente, el material de cada fibra. En el caso particular de este estudio, a pesar que se añadió la misma dosis a la mezcla, la longitud de las fibras no fue la misma en todos los casos, lo que puede haber dado lugar a una tasa de error no contabilizada. Las muestras del hormigón reforzado con macrofibras generalmente exhibieron buenas propiedades mecánicas del hormigón tanto en flexión como

en compresión, pero tendieron a aumentar la resistencia y disminuir la resistencia en la mayoría de los casos como es problemas de grietas.

- En el artículo “Mechanical behaviour of composite produced with quarry dust and rice husk ash for sustainable building applications” de (Taiwo et al., 2022), argumento en su investigación que la ceniza de cascarilla de arroz para construir, sin afectar al medio ambiente, teniendo como objetivo el mermar el uso de cemento y arena de río por el incremento de población y reemplazarlo de manera parcial con la RHA y polvo de cantera, habiéndose considerado porcentajes desde el 5% al 25% en intervalos de 5% con muestras de 7 días a los 28 en intervalo de 7 días y 56 días incluyendo la relación agua – cemento de 0.5:1. Se demostró que la compresión es más a más tiempo de curado y que existe grietas externas a comparación de las múltiples encontradas en el concreto tradicional. De lo que concluyeron que el uso de la ceniza de cascarilla de arroz y el polvo de cantera fueron correspondientes a una construcción sana sin daño al medio ambiente.
- En el artículo de (Molaei Raisi, 2018), “Comportamiento mecánico del hormigón autocompactante que incorpora ceniza de cascarilla de arroz”, planteo en su artículo de investigación el uso de la ceniza de cascarilla de arroz en el concreto autocompactante habiendo sido reemplazo del cemento en un porcentaje adecuado, considerando que fueron 240 cilindros en porcentajes de 0 % al 20% en intervalos de 5% y curado de 3,7,28,90,180 y 270 días con relación de agua – cemento de 0.38 a 0.68 con intervalo de 0.06. Se demostró una

elevación en la resistencia a tracción, compresión, módulo de elasticidad y esfuerzo – deformación, teniendo como porcentaje adecuado de dosificación el 5% y 10%. Habiendo concluido que si se mejoró las propiedades mecánicas.

- En el artículo “Experimental evaluation of rice husk ash for applications in geopolymer mortars” de (G. Ogwang et al., 2021), enfatizo en la investigación el de experimentar con la ceniza de cascarilla de arroz y determinar si es benéfico en el concreto geopolimérico, donde se consideró los ensayos realizados de difracción y fluorescencia de rayos X a la ceniza y siendo usado 3 muestras de concreto para el experimento. Se demostró que a los 600 °C con 7 días de curado el concreto desarrolla mejora en la compresión de 1.5 MPa y correspondiente a la flexión de 1.3 Mpa. De lo que concluyeron que al seguir el proceso correcto de quemado de la cascarilla de arroz se mejoró el concreto en sus distintas propiedades.
- (Mostafa Shaaban, 2021), en su artículo “Properties of concrete with binary binder system of calcined dolomite powder and rice husk ash” se analizó en su investigación la combinación del polvo de dolomita calcinada y ceniza de cascarilla de arroz como parte de los materiales de composición del concreto, habiendo considerado 6 muestras para los materiales nuevos y 1 muestra para el concreto tradicional, con un tiempo de curado de 7,28,56 y 90 días. Se demostró que se debe de usar un porcentaje de 50% por cada uno tanto de RHA y polvo de dolomita calcinada para el reemplazo total del cemento, con la

adición de un superplastificante. Concluyendo que mejoro la resistencia mecánica.

- (Al-Alwan et al., 2022), en su artículo “The impact of using rice husk ash as a replacement material in concrete: An experimental study” sostuvo en su artículo de investigación hacer un análisis experimental de la ceniza de cascarilla de arroz introducido dentro de la producción de concreto, reemplazando al cemento, donde considero su adición del 0% al 14% en intervalo del 7%, con relaciones de agua – cemento de 0.3 al 0.7 con intervalo de 0.2, con muestras rectangulares y el curado de 10 a 30 días con intervalo de 10 días para sus propiedades de durabilidad, compresión y corrosión. Así se demostró que la RHA absorbe mucho más el agua que el cemento y que se aumenta la resistencia en un 10% a los 30 días. Concluyendo que se incrementó la resistencia a compresión, flexión y tracción.

Tabla 1. Incremento de la Compresión en Mpa

| | RHA | 0 | 7 | 14 |
|---------------------------------|-------------------|----------|----------|-----------|
| | a/c | | | |
| DATOS FINALES | 0.3 | 32 | 35.7 | 36.5 |
| | 0.5 | 29 | 32 | 32 |
| | 0.7 | 27 | 30 | 30 |
| ANALISIS ESTADISTICO | Promedio | 29.33 | 32.57 | 32.83 |
| | Diferencia | 6.3333 | 8.3633 | 11.083 |
| | San desviación | 2.52 | 2.89 | 3.34 |
| | Valor p | | 0.0012 | 0.0012 |

Fuente: (Al-Alwan et al., 2022)

Tabla 2. Incremento de la Tracción en Mpa

| | RHA | 0 | 7 | 14 |
|---------------------------------|-------------------|----------|----------|-----------|
| | a/c | | | |
| DATOS FINALES | 0.3 | 4.9 | 5 | 5.1 |
| | 0.5 | 4.65 | 4.75 | 4.85 |
| | 0.7 | 4.3 | 4.4 | 4.5 |
| ANALISIS ESTADISTICO | Promedio | 4.62 | 4.72 | 4.82 |
| | Diferencia | 0.091 | 0.091 | 0.091 |
| | San desviación | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| | valor p | | 0.0007 | 0.0007 |

Fuente: (Al-Alwan et al., 2022)

- (Subhasmita Padhia et al., 2018), en su artículo **“Influencia de la incorporación de ceniza de cáscara de arroz y áridos gruesos de hormigón reciclado sobre las propiedades del hormigón”**, considero dentro de su investigación determinar como la ceniza de cascarilla de arroz cumple un papel de mejora en las propiedades del

concreto junto con los agregados tradicionales y reciclados, donde considero la adición del 5% al 35% con intervalos de 5%, con un curado de 7,28 y 90 días. Con el uso del RHA de 10 a 15% la resistencia a la compresión y tracción se acrecentó, además de analizar con ensayos no destructivos el módulo de elasticidad. Concluyeron que se tuvo un progreso benéfico en la resistencia con los agregados grueso de forma total.

- (Fapohunda et al., 2017), “**Structure and properties of mortar and concrete with rice husk ash as partial replacement of ordinary Portland cement – A review**”, menciona en su artículo de investigación el disminuir la contaminación que provoca el cemento con su composición usando material bueno y eco amigable como el caso de la ceniza de cascarilla de arroz con ayuda de las fuentes bibliográficas que se posee. Se demostró que se buscó una quema de la adecuada, la gran absorción de agua, además la dosificación adecuada es el 10% dando al concreto la propiedad de ser permeable. Se concluyó que se tenía escasa mención en investigación de la resistencia a tracción al corte con muestras en forma de vigas.
- (Chen et al., 2022), “**Effect of incorporation of rice husk ash and iron ore tailings on properties of concrete**” en su artículo de investigación que tiene como fin mermar la contaminación mediante el empleo de la ceniza de cascarilla de arroz y relaves de mineral de hierro en el concreto y analizar que sucede con sus propiedades, donde considero la adición de 0% al 15% en intervalo de 5% de la y de 0% al 60% en intervalo de 20% de la arena natural. Se demostró

que con la adición del 10% de la ceniza y 40% de la arena natural, se mejoró la resistencia. Concluyeron que existe incremento de resistencia.

- (Ali et al., 2021), “**Mechanical and Durability Properties of Aerated Concrete Incorporating Rice Husk Ash (RHA) as Partial Replacement of Cement**” planteo en su artículo de investigación la influencia en lo sostenible analizando las propiedades y durabilidad del concreto aireado liviano que tiene como materiales de producción, donde se considero la adición en 0% al 15% en intervalo de 2.5%, además se le añadió polvo de aluminio en un total del 0.5%, en tiempos de curado de 3,7,28 y 90 días. Se demostró con ello que después del ensayo se tuvo que el 10% del concreto es el adecuado. Con ello concluyeron que el reemplazo en una cantidad adecuada al cemento esta activa la resistencia y durabilidad del concreto aireado.
- (Sandhu & Siddique, 2017), “**Influence of rice husk ash (RHA) on the properties of self-compacting concrete: A review**” postula el análisis de algunas investigaciones referentes a la ceniza de cascarilla de arroz y cómo actúan sus propiedades para el concreto autocompactante, donde se consideró que se adicionara entre un 10 y 15%. Se demostró que se puede desplazar un cemento de un 10 al 15% para introducir la RHA. Se concluyo que hubo incremento de resistencias.
- Según (Siddika et al., 2021) en su artículo “**State-of-the-art-review on rice husk ash: A supplementary cementitious material in concrete**”, manifestó que la ceniza de cascarilla de arroz es un

material cementante óptimo para el concreto, donde requirió de poca energía y emitió gases de efecto invernadero insignificantes durante su procesamiento. La reactividad puzolánica de la RHA dependió de su proporción de mezcla, finura, contenido de sílice amorfa, medios alcalinos disponibles y temperatura. La resistencia del concreto va a variar de acuerdo con la proporción de mezcla. Las propiedades mecánicas del concreto como la durabilidad y el tiempo de curado mejoran con la adición de la RHA, pero de acuerdo a la cantidad optima este no debe superar el 30%, se examinaron diversas mezclas de concreto con distintas dosificaciones del 0% al 30% en intervalos de 5%, analizando sus propiedades en distintos días de fragua del concreto, concluyendo que la RHA logra demostrar su capacidad en elevar la resistencia y durabilidad.

- (Nasiru et al., 2021) en su artículo **“Propiedades del mortero de cemento que contiene vidrio reciclado y ceniza de cáscara de arroz”**, señala que se analizó la ceniza de cascarilla de arroz en un 10% a 30% en intervalos de 10% y vidrio reciclado en un 50% con el fin de evaluar la resistencia que mide las deformaciones y la aplicación de fuerzas en ella, se buscó combinar ambos materiales para la fabricación del conseguir un concreto fuerte y de calidad, la adicción de la RHA mejoro las propiedades mecánicas y la durabilidad del concreto, se analizaron variadas muestras de concreto tradicional en las que se notó que después de dichos análisis de campo. Asimismo, se concluyó que se puede aumentar la resistencia

evaluada en la presente usando buenas dosificaciones de la RHA y cemento con vidrio reciclado.

- (Liu et al., 2022) es su artículo **“Un modelo de predicción de la resistencia a la compresión basado en la reacción de hidratación de la pasta de cemento por la ceniza de cáscara de arroz”**, refirió que desarrollaron el análisis de un modelo referido a como reaccionara el cemento cuando se adiciona la RHA, aquí es donde se investigó el efecto que causa la sustitución parcial del cemento por la RHA sobre la trabajabilidad y la resistencia a compresión, para lo cual establecieron relación de reemplazo optimo y uno de predicción, los resultados que obtuvieron fueron un efecto negativo en la trabajabilidad sin embargo las propiedades mecánicas de concreto llegaron a ser optimas con un contenido de 20%.
- Según (Aminu Alhaji & Kumar Sharma, 2022) en su artículo **“Efectos combinados de la ceniza de cáscara de arroz y las fibras híbridas sobre las propiedades mecánicas y frescas del hormigón con áridos reciclados”**, propusieron que la RHA y las fibras híbridas pueden trabajar unidas con agregados reutilizados para el aumento de las resistencias entre otros, relatando que el estudio tuvo como objetivo examinar los comportamientos mecánicos y en estado fresco del concreto al sustituir una porción del cemento con RHA y añadir un híbrido con acero y vidrio, se llegó a analizar el concreto con una adición de RHA de entre 10%, 15% y 20% sustituyendo al cemento, se evaluaron los parámetros mecánicos haciendo ensayos de compresión y flexión, concluyendo que la sustitución del cemento por

la cascara de arroz afecta a la trabajabilidad del concreto, sin embargo esto se pudo compensar con un superplastificante, además se demostró que se mejoraron los comportamientos mecánicos del concreto a comparación con uno normal.

- (Nikhade & Nagb, 2022), en su artículo **“Utilización efectiva de ceniza de bagazo de caña de azúcar, ceniza de cáscara de arroz y metacaolín en concreto”**, revelaron que el uso de la caña de azúcar, RHA y meta caolín en el concreto mejoran las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto, se relató que el cemento fue reemplazado por el bagazo combustionado, RHA y meta caolín en porcentajes de 15% a 40% en intervalos de 5%, de los cuales se concluyó se mejoró las propiedades y la penetración del agua del concreto.
- En el artículo **“Estudio paramétrico del hormigón mediante el uso de SCBA, metacaolín y ceniza de cáscara de arroz en hormigón – Una revisión”**, de (Nikhade & Pammar, 2022), mencionaron que el concreto que usa adiciones de SCBA, meta caolín y RHA, con el fin de poder optimizar y reducir el daño ambiental que produce la fabricación del cemento, esta es una investigación concentrada en la utilización de subproductos agrícolas y el aprovechamiento de estos, que llegara a ser económico, sustentable y amigable con el medio ambiente, la utilización del residuo de caña de azúcar y RHA en el concreto podrá reducir los impactos negativos, se ha demostrado que estos poseen propiedades cementantes y se ha experimentado en rangos de 5% a 15% para obtener propiedades optimas de durabilidad

y resistencia del concreto concluyendo que el SCBA y la RHA se pueden utilizar como materiales sostenibles en el concreto.

- (Abolhasani et al., 2022) en su artículo **“Efecto de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas, energía de fractura, fragilidad y envejecimiento del hormigón de cemento de aluminato de calcio”**, desarrollaron una investigación acerca del efecto de la RHA sobre las propiedades mecánicas, la fragilidad y envejecimiento del concreto con cemento de aluminato de calcio, mencionaron que el concreto con cemento de aluminato de calcio posee una alta resistencia temprana y una mayor durabilidad, pero existe una transición del producto inicial denso y fuerte a una fase que es más débil y más porosa, el cual provoca una reducción en la resistencia y durabilidad, esto debido a la dependencia del concreto hacia la temperatura, entonces se analizaron los estudios sobre la incorporación de la RHA en el concreto para limitar dicha transición y poder estabilizar sus propiedades a largo plazo, para lo cual se utilizaron mezclas con 2.5% a 10% en intervalos de 2.5% a edades de 7, 28 y 90 días, se concluyó que a los 90 días las resistencias mecánicas del concreto que contenían la RHA era más altas que la convencional, ocurriendo está en un 5% de adición.
- (Hossain et al., 2021), en su artículo **“Utilización de cenizas de cáscara de arroz de desecho para geopolímeros sostenibles: una revisión”**, dio a conocer que los productores de arroz generan una gran cantidad de subproductos a través del proceso de molienda de la cascara de arroz, el cual es muy importante para la trabajabilidad, la

resistencia a compresión y la durabilidad, se evaluó el concreto con una adición de 10% a 20% para mejorar las propiedades en corto y largo plazo, por lo que se concluyó que el uso de la RHA es sostenible y respetuoso con el medio ambiente, y resulta beneficioso para la industria de la construcción.

- (Shaaban Kumar & R. Gopi, 2022) en su artículo **“Estudios de resistencia y durabilidad en adoquines con ceniza de cascarilla de arroz como reemplazo parcial del cemento”**, indicaron la resistencia y durabilidad en adoquines con la adición de la RHA para adicionar al cemento, en el cual llevaron al fin de la fabricación de elementos siguiendo el uso de la RHA, en bloques de 250 x 125 x 80 mm. La cantidad de RHA va de 0% a 20% en un intervalo de 5%, con curado de 7 y 28 días normales para las determinadas muestras, con ello se concluyó que el 10% fue el que acrecentó de mejor manera la resistencia como durabilidad.
- Según (Depaá et al., 2021) en su artículo **“Evaluación de las propiedades resistentes del hormigón elaborado con ceniza de cáscara de arroz”**, investigaron como el RHA se integra a los materiales del concreto y cuáles serían sus propiedades mecánicas, habiendo tenido como objetivo su estudio de dichas propiedades, donde se consideró 15% de RHA y se comparó con el concreto tradicional, con una relación a/c de 0.45 alrededor de 28 días. Se demostró que se ensayó dichas resistencias con vigas reforzadas resultando ser máxima su carga. Se informa que los resultados fueron óptimos.

- (Zareei et al., 2017) en su artículo **“Rice husk ash as a partial replacement of cement in high strength concrete containing micro silica: Evaluating durability and mechanical properties”**, expresaron como el RHA reemplaza al cemento de manera parcial para usarse dentro de un concreto de alta resistencia, habiendo tenido como objetivo el análisis de sus propiedades mecánicas y durabilidad, donde se usó un plastificante, grava, arena, entre otros y la cascara quemada a 650°C con porcentajes de 5% a 25% con una escala del 5%, una relación a/c de 0.40, después se hizo los ensayos con 8 probetas con curado de 28 días. Se demostró que el 25% de RHA acrecento la resistencia a compresión en 6.9% de 7 a 28 días en un 6.8%, en caso de la resistencia a tracción aumento en 6.8%. Se concluyo que hubo mejora en sus propiedades, pero ya no se debe de subir el porcentaje de adición del RHA.
- (Abbass et al., 2021), en su artículo **“Propiedades del hormigón geopolímero híbrido elaborado con ceniza de cáscara de arroz, cenizas volantes y GGBS con fibra de coco”**, destacaron como el RHA, fibra de coco y volante influyeron en el concreto geo polimérico, habiendo tenido como objetivo analizar sus propiedades, siendo usado tres subproductos dentro del concreto, se adiciono un 30% para los dos primeros y 40% para el ultimo, respectivamente, además se tuvo 168 muestras con curado de 7 y 28 días. Se demostró que la compresión se adiciono en un 5.13% y 5.6% a los 28 días, sin embargo, cuando se adiciona el coco esta disminuye. Se concluyo que se desestima la fibra de coco y se mantiene el RHA.

- (Jethy et al., 2022) en su artículo **“Effect of utilization of rice husk ash on hardened properties of recycled concrete aggregate”**, analizaron el efecto de la utilización de RHA en las propiedades endurecidas del agregado de concreto reciclado, debido al creciente costo en las obras, por lo cual conllevo a poder utilizar materiales alternativos como RHA, el cual pudo ser usado como reemplazo de material cementante, como también contribuyo a mejorar significativamente la trabajabilidad y la durabilidad del concreto, Jethy, B. et al. (2022) señala que se enfocaron en descubrir la factibilidad de usar o no usar RHA como una adición del concreto, que analizaron los parámetros que afectan a la resistencia del concreto, para lo cual utilizaron cinco distintos porcentajes de RHA de 5%, 7.5%, 10%, 12.5% y 15%, y seleccionaron un 25% de agregado grueso reciclado, para después analizarlo a una edad de 7, 14 y 28 días.
- (Bixapathi & Saravanan, 2022), en su artículo **“Resistencia y durabilidad del hormigón utilizando ceniza de cáscara de arroz como reemplazo parcial del cemento”**, argumentaron que la resistencia y la durabilidad del hormigón utilizando RHA como sustituto parcial del cemento, centrándose en aumentar el coste de los materiales de fabricación de concreto, por lo que pudieron reducir el uso de materiales naturales como RHA y su adicción. Reduciendo costes mediante la mejora de los valores de resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, deflexión y durabilidad, el RHA se utilizó como sustituto de los materiales cementosos al 0, 5, 10, 15,

20 y 25%. A partir de los resultados, se observó que los valores de resistencia más altos se obtuvieron después de 7, 14 y 28 días de curado con un 15% de contenido de RHA.

- Según (Rajashekhar Reddy et al., 2021) en su artículo **“Rendimiento de resistencia del hormigón de alta calidad utilizando ceniza de cáscara de arroz (RHA) como material de reemplazo del cemento”**, refirieron sobre el rendimiento de resistencia del hormigón moderno que utiliza RHA como sustituto del cemento, habiéndose centrado en el análisis físico y químico de la ceniza de arroz (RHA) y la resistencia del hormigón mezclado con ella. Se concluyó que el concreto nuevo puede transformarse en concreto con alta resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y flexión, incluida la trabajabilidad, usando 5, 7,5, 10, 12,5 y 15%. La resistencia a la compresión del cemento y del concreto RHA fue mayor a diferentes edades hasta los 7 y 28 días.
- (Swaminaentonces et al., 2021), en su artículo **“Evaluación de resistencia y durabilidad para el impacto de la ceniza de cáscara de arroz y metacaolín en mezclas de concreto de alto rendimiento”**, plantearon una prueba para evaluar la resistencia y durabilidad del cemento de alto grado con RHA y meta caolín, agregados y material bien mezclado e incorporado, consideraron que ocurre cuando la mezcla está bien preparada, se requirió la homogeneidad del cemento tradicional, por lo que para cumplir con los requisitos se utilizaron equipos de procesamiento adicionales que utilizaron RHA 10, 12.5 y 15%. Se demostró que aumenta la demanda

de agua y mejora la flexión de la mejor manera. Se concluyó que la adición de RHA y meta caolín mejoró la resistencia y durabilidad del cemento de alta calidad.

- (Fang - Chen Lo et al., 2021), en su artículo **“Efecto de la sustitución parcial de cenizas de carbón y de cáscara de arroz en cemento Portland ordinario sobre hormigón permeable”**, analizaron el reemplazo del cemento usado para un concreto permeable con RHA y ceniza de carbón, donde se consideró la combinación de la ceniza volante, de carbón y RHA en un 30% y además la relación agua – cemento de 0.21, además de la calcinación del RHA de 550 a 900 °C, con cinco especímenes de prueba a los 90 días. Se demostró que la permeabilidad del concreto estaba entre 0.101 y 0.313 cm/seg. Se concluyó que la resistencia y permeabilidad del concreto fueron mejorados.
- (Kumar Das et al., 2020), en el artículo **“Caracterización y utilización de cenizas de cáscara de arroz (RHA) en cenizas volantes: hormigón geopolímero a base de escoria de alto horno para un futuro sostenible”**, realizaron la investigación con el fin de dar las características y como es que se usa la RHA en el hormigón geo polímero, se consideró que el RHA es un contaminante muy alto a nivel del mundo, donde se le adiciono RHA y otros volantes de manera independiente. Se demostró que con 10% de RHA se mejoró la resistencia en un 25 MPa. Se concluyo que se mejoró la resistencia del hormigón copolímero y considerando el RHA como aglutinante ecológico.

- Según (D. Chetán & A. Aravindán, 2020) en su artículo **“Una investigación experimental sobre las características de resistencia mediante la sustitución parcial de ceniza de cáscara de arroz y arena Robo en el hormigón”**, analizaron en su investigación las características de resistencia al adicionar RHA y arena Robo, donde se consideró que se usa la arena robo como agregado y como cemento al RHA con adición de 0% al 100% en intervalos de 10 y 15%, y de 0% a 20% en intervalos de 5%, Se concluyo en que se brinda los resultados de cada uno, sin dar más detalle de la mejora.
- (R. Ruman et al., 2020) en su artículo **“Un enfoque de diseño de mezclas de concreto duraderas utilizando bandas de gradación de agregados combinadas y cemento mezclado a base de ceniza de cáscara de arroz”**, realizaron una investigación para evaluar la producción de concreto mezclado con bandas de gradación cuando se mezcla con RHA, se consideró la adición de dos agregados en comparación con el método ACI 211 considerando que se debió de adicionar el agregado de manera combinada y no según códigos como el tradicional, el RHA si se agregó de manera normal. Se demostró que existe variación en el asentamiento, resistencia a la compresión y RCPT, debido al diseño de mezcla empleado. Se concluyó que la durabilidad del concreta mejoró más que la resistencia.
- (Adamu et al., 2021) en su artículo **“Rendimiento de durabilidad del hormigón permeable que contiene ceniza de cáscara de arroz y carburo de calcio: un enfoque metodológico de superficie de respuesta”**, propusieron que el concreto permeable es un tipo

especial, cuyo uso se enfocó en el manejo de aguas superficiales, debido a su alta porosidad y permeabilidad, pero debido a que tiene poros grandes, el concreto tiene baja resistencia mecánica, ya que se le agrega carburo de calcio residual (CCW) y arroz. Se analizó la ceniza (RHA) como sustituto del material cementoso, en dosis de 5 a 20% en intervalos de 5%, se manifiesta que se investigaron las propiedades del concreto permeable, los resultados mostraron que tanto CCW y RHA poseen un efecto negativo en la durabilidad, siendo RHA el que tiene el peor efecto, las dosificaciones que dieron un mejor rendimiento fueron de un 5% RHA y 5% CCW, con una permeabilidad de 0,93 cm/s y una absorción de 4.34%.

- (Smita Sahoo et al., 2021) en el artículo **“Propiedades de durabilidad del hormigón con humo de sílice y ceniza de cáscara de arroz”**, analizaron las propiedades de durabilidad del hormigón de sílice (SF) y RHA como reemplazo del cemento de escoria Portland (PSC) utilizando este cemento en su estudio de dos grupos de cementos debido a sus propiedades superiores en comparación con otros. Se consideraron mezclas de concreto utilizando SF y RHA en dosis de 5 a 20% en intervalos de 5%, luego se evaluaron las propiedades de resistencia, permeabilidad al cloruro y resistencia a la carbonización, donde se observó que RHA se comportaba de manera diferente a SF, reemplazando SF y RHA con 15% V mejoró la resistencia a la compresión en 23.6% y 20.3%, respectivamente, pero se expresó que la resistencia del hormigón a los 90 días es un 31,7% superior a la de la mezcla base.

- (Nat Makul, 2019) del artículo **“Uso combinado de cenizas de cáscara de arroz sin tratar y residuos de arena de fundición en hormigones autocompactantes de altas prestaciones”**, indico que el concreto autocompactante (SCC) posee características de alto rendimiento, en especial su alto flujo cuando en su estado plástico se vierte en moldes y pasa el acero de refuerzo sin segregación ni sangrado en exceso, por lo que SCC desarrolla fuertes propiedades mecánicas y de durabilidad, el enfoque del estudio son los efectos combinados del uso de residuos de arena de fundición (FDW) como reemplazo de agregado fino para cemento portland tipo – I (OPC) en un 30% y 50% con ceniza de cascarilla de arroz (RHA) en cantidades de 10% y 20%, el concreto preparado con material OPC y/o RHA en una proporción (a/c) de 0.35 y 0.45 y el flujo de asentamiento debe estar en el rango de 70.0 +- 2.5 cm, en el estudio se determinaron pruebas frescas, endurecidas y de durabilidad de las muestras de SCC, los resultados indicaron que el uso de FDW y RHA disminuyo el relleno, la capacidad de paso y la segregación al tiempo que aumenta su durabilidad, con un 10% de RHA con un 30% de FDW, finalmente se mostraron mayores resistencias a la tracción y compresión en todas las muestras.
- Según (Alomayri et al., 2021), del artículo **“Influencia de la ceniza amorfa de cáscara de arroz cruda como precursora y condición de curado en el desempeño del concreto activado con álcalis”**, informaron que se usó escoria de alto horno (BFS) para producir concreto activado con álcali (AAC), las condiciones de curado

utilizadas fueron curado a temperatura ambiente y curado térmico a 60 °C durante 24 horas. Los resultados del estudio a temperatura ambiente mostraron que el uso de RHA 10% como reemplazo de la escoria de alto horno fue óptimo ya que mejoró las propiedades mecánicas y de resistencia y se encontró que el tratamiento térmico del concreto activado alcalino curaba por 24 horas varias horas antes del curado a temperatura ambiente, útil para mejorar el rendimiento.

- En el artículo **“Efecto de la adición de ceniza de cáscara de arroz sobre la resistencia a la compresión y la estabilidad térmica del geopolímero a base de metacaolín”**, de (Liang et al., 2019), realizaron un estudio para determinar el efecto de RHA en la resistencia a la compresión y la estabilidad térmica de los geopolímeros de meta caolín, considerando agregar hasta un 40 % de RHA, que reemplaza al cemento. Se demostró que los poros del geopolímero se reafirmaron mediante los efectos de relleno de la RHA. Se concluyó que la incorporación del RHA mantuvo un excelente rendimiento integral.
- (RI Umasabor & JO Okovido, 2018), en su artículo **“Evaluación de la resistencia al fuego del hormigón de ceniza de cáscara de arroz”**, mencionaron en su estudio de la resistencia al fuego del concreto con RHA, que se adoptó un método experimental del cual produjeron 184 especímenes de concreto (probetas de concreto), los cuales fueron elaborados con adiciones de RHA de 5%, 10% y 15%, los cuales se curaron a edades de 7 días, 28 días, 30 días, 60 días, 90 días, 120 días, 150 días y 200 días, posterior a los días de curado que

fueron previstos, nos mencionaron que los especímenes fueron expuestos a temperaturas de 100 °C, 200 °C, 300 °C, 400 °C, 500 °C, 600 °C y 700 °C por un periodo de tiempo de 2 horas en un horno, finalmente los resultados indicaron que la resistencia al fuego del concreto puzolánico y del concreto base varió entre 60% - 96% para (200 °C-400 °C), 41% - 55% a 500 °C, y 13%-26 % para 600 °C-700 °C, entonces se concluyó que el concreto RHA al 5% se comportó mejor en el fuego que otros.

- (Wai Hoe Kwan & Yong Seng Wong, 2020), en su artículo **“Cenizas de cáscara de arroz lixiviadas con ácido (ARHA) en hormigón: una revisión”**, indicaron que en su investigación se revisaron los potenciales del tratamiento de lixiviación ácido en la RHA previo a la etapa de combustión y el desempeño de RHA con ácido en el concreto, los estudios realizados destacan la importancia de eliminar las impurezas orgánicas y metálicas, especialmente los álcalis nocivos como el Na₂O y K₂O por lixiviación con ácidos previo a la combustión y se llegó a una conclusión de que las variaciones en la concentración de ácido no tienen un impacto significativo por ello se debe explorar la duración prolongada de la lixiviación a temperatura ambiente utilizando la concentración más baja de ácido y la temperatura de combustión baja.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Ceniza de cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz según menciona la página de noticias gob.pe del 25 de julio de 2022, informo que los lugares que aportaron más en la producción de

cascarilla de arroz en el Perú para el mes de mayo, son la Libertad, Lambayeque, Cajamarca y San Martín, pero quienes también integran en la producción de este material es Pasco en un 22.6% superando la producción de San Martín, teniendo en cuenta dicha información el Instituto Nacional de Estadística e Informática, también lo avala, dándole importancia y veracidad a que el arroz se posiciona en uno de los primeros lugares en lo que corresponde a la producción de Enero del año 2022, además que los productos que más destacan en Pasco son el plátano, papa, yuca, café, maíz amarillo duro, olluco y oca, siendo antecesores de dicho material estudiado para la investigación.

Cabe mencionar que con el paso de los años el arroz fue uno de los productos que más destacaron en la zona, ya que se regía en la región omagua o selva baja tropical en los distritos de Puerto Bermúdez y Palcazu. Además, se informa que para el año 2021 quienes destacaron en la producción de mayores volúmenes de cascara de arroz este Pasco con un 47.1%.

Obtención de la ceniza de cascarilla de arroz

La RHA es un producto que paso por el quemado ya se al aire libre o interior (Fapohunda et al., 2017) la quema en campo abierto no se fomenta por los excesivos problemas de contaminación y por la mala calidad de ceniza de cascarilla de arroz que este método produce, este método produce un alto contenido de carbono, el cual afecta de manera negativa el desempeño en el concreto, se recomienda entonces un proceso de incineración a una temperatura de entre 500°C – 700°C, esto con el fin de poder tener la sílice amorfa con la superficie específica máxima de hasta 150m²/g de partículas de RHA.

Posterior a la incineración se realiza la separación de ceniza de cascarilla de arroz para poder eliminar cualquier impureza que esté presente, el cual podría

dañar la puzolanicidad, el tiempo mínimo que se recomienda para la molienda de RHA es de entre 10 y 30 minutos, mediante una trituradora mecánica, la reducción del tamaño que posee la partícula es un método común para poder mejorar la actividad puzolánica de la mezcla. Van et al. (2013), manifiesta que la ceniza de cascarilla de arroz se redujo por el aumento del tiempo de molienda.

Estructura de ceniza de cascarilla de arroz

La lignina, sílice y celulosa son pertenecientes a la ceniza de cascarilla de arroz, los cuales se encuentran dentro de sus componentes químicos adicional pueden existir otros, sin embargo, estos son los que priman, dependiendo del rango de la temperatura y el tiempo del proceso de combustión se logran obtener formas cristalinas y amorfas de sílice, según (Fapohunda et al., 2017), la forma de la sílice es debido a que no tiene reacción, por lo que es necesario asegurarse de que la sílice en la ceniza de cascarilla de arroz se presente de manera amorfa.

La calidad de la ceniza de cascarilla de arroz se ve influenciada por la estructura porosa que presentan las partículas de ceniza, esta consiste en poros internos, y son influenciados por las condiciones de la combustión, la temperatura, el tiempo de la combustión y el tratamiento que se le dará posteriormente a la cascará de arroz.

Propiedades de la ceniza de cascarilla de arroz

La ceniza de cascarilla de arroz es un material liviano, altamente poroso y también voluminoso, el cual posee una densidad de alrededor de 180 a 200kg/m³, su gravedad específica esta entre 2 y 2.5 de acuerdo con la finura, y como la puzolanicidad depende de la finura, las propiedades físicas y su gradación son muy importantes y se deben de controlar para poder adquirir el mejor rendimiento.

Tabla 3. Propiedades físicas de la ceniza de cascarilla de arroz

| Referencias | Tiempo de molienda (minuto) | Tamaño medio de partícula (μm) | Gravedad específica (gm/cm^3) | Finura: pasando 45 μm (%) | Superficie específica (m^2/g) |
|--------------------------|-----------------------------|---|---|--------------------------------------|---|
| (Ganesan et al., 2008) | | 3.80 | 2.06 | 99 | 36.47 |
| (Safiuddin et al., 2012) | | 6 | 2.1 | - | 2.33 |
| (Habeeb y Fayyadh, 2009) | 90 | 36.8 | - | - | - |
| | 180 | 31.3 | 2.11 | - | - |
| | 270 | 18.3 | | - | - |
| | 360 | 11.5 | | - | - |

Fuente: (Siddika et al., 2021)

Microestructuras de partículas de la ceniza de cascarilla de arroz

Estas dependen de acuerdo al método de incineración, el proceso de molienda y el procesamiento, generalmente las partículas de la ceniza de cascarilla de arroz se muestran de manera irregular, poseen una superficie microporosa y siendo no visibles debido al gran tiempo de obtención de pequeñas partículas, estas partículas muestran una buena dispersión y una alta reactividad puzolánica, sin embargo tras una molienda en un molino vibratorio de aproximadamente 120 minutos, las partículas se volvieron uniformes tanto en tamaño, textura y forma, y también se dispersaron uniformemente (Siddika et al., 2021).

Propiedades físicas del concreto mezclado con ceniza de cascarilla de arroz

Por la alta puzolanidad y el refinamiento de poros de las partículas de RHA, la densidad del concreto aumentará, este aumento depende de la finura, el nivel de reemplazo de RHA y el contenido de sílice, según (Umasabor y Okovido,

2018), las densidades del concreto endurecido con 0% y 15% en intervalos de 5% de RHA tienen 2360 a 2515 kg/m³, en intervalos variados obteniendo densidades para cada porcentaje de RHA adicionado, será importante tener en cuenta que la densidad del concreto se podrá mejorar con un reemplazo de hasta 30% si se puede llevar a cabo adicionando una disolución de sílice y la reacción puzolánica adecuada.

Propiedades mecánicas del concreto mezclado con ceniza de cascarilla de arroz

La resistencia a compresión depende del proceso, cuanto se agregará de RHA y la duración del curado, estos factores influyen en el desarrollo debido a la reactividad puzolánica y la hidratación del aglomerante, el tamaño promedio de partícula de RHA recomendada para su uso en un concreto de alto rendimiento es de 3.6 a 9 μm , mejorando la compresión en el concreto. (Siddika et al., 2021).

Composición química

Con respecto a la ceniza de cascarilla de arroz, este contiene en su composición más del 85% de SiO₂ el cual resulta ser amorfo, también una pequeña cantidad de CaO junto con otros óxidos, sin embargo estos llegan a perderse poco a poco debido a la incineración y a los procesos de molienda a los que son sometidos a la ceniza de cascarilla de arroz, según Siddika et al. (2021), la mayoría de las investigaciones que existen establecen que la ceniza de cascarilla de arroz, en su naturaleza amorfa es adecuada para poder desarrollar una alta resistencia en el concreto, al contrario de esto Bahrami et al. (2017) expreso que en los grupos cristalinos de ceniza de cascarilla de arroz, se tiene mejoría que los amorfos, teniendo estos un área de superficie mayor, esto debido

a las redes cristalinas de ceniza de cascarilla de arroz, que brindan rigidez en la matriz del concreto.

Se determina que la ceniza de cascarilla de arroz con sílice amorfa y partículas finas son los más efectivos en mostrar puzolanicidad, mientras que los otros contenidos químicos de RHA han demostrado un efecto cooperante en su propiedad de unión.

Actividad Puzolánica

Estas miden el alcance de la reacción química que se llega a producir entre los componentes activos de la puzolana, en este caso referido al RHA, el hidróxido de calcio y el agua, según Fapohunda et al. (2017) esta propiedad es de suma importancia porque es una indicación de su capacidad para participar en la reacción que conduce a la formación de resistencia en el concreto, las propiedades del desarrollo de la resistencia son una condición necesaria para cualquier material con fines estructurales. La ceniza de cascarilla de arroz posee una alta actividad puzolánica debido a la presencia de sílice amorfa, a su finura y a su alta área superficial específica, las actividades puzolánicas aumentan con el aumento en el grado de amorfismo, sin embargo, disminuyen con el tamaño de la partícula de ceniza de cascarilla de arroz. Se encontró que la ceniza de cascarilla de arroz compuesto de un alto contenido de carbono, esto debido a las condiciones de incineración no controladas, presentaba una baja actividad puzolánica.

2.2.2. Macro Fibras Sintéticas

Es una fibra con partes discretas distribuidas al azar en el concreto y puede incluir acrílico, aramida, carbono, polipropileno, poliestireno, nylon, poliéster, etc.

Como el concreto es fuerte a la compresión y relativamente débil a la tensión, se necesita un mecanismo para soportar los esfuerzos de tensión y flexión causados por las cargas últimas, las de contracción o de temperatura, después del agrietamiento. Las macrofibras sintéticas pueden proporcionar la capacidad de tensión y flexión después del agrietamiento del concreto al igual que el acero de refuerzo o la malla electrosoldada. (Periódico EUCOCONCRETO, 2018)

2.2.3. Métodos de diseño de mezcla

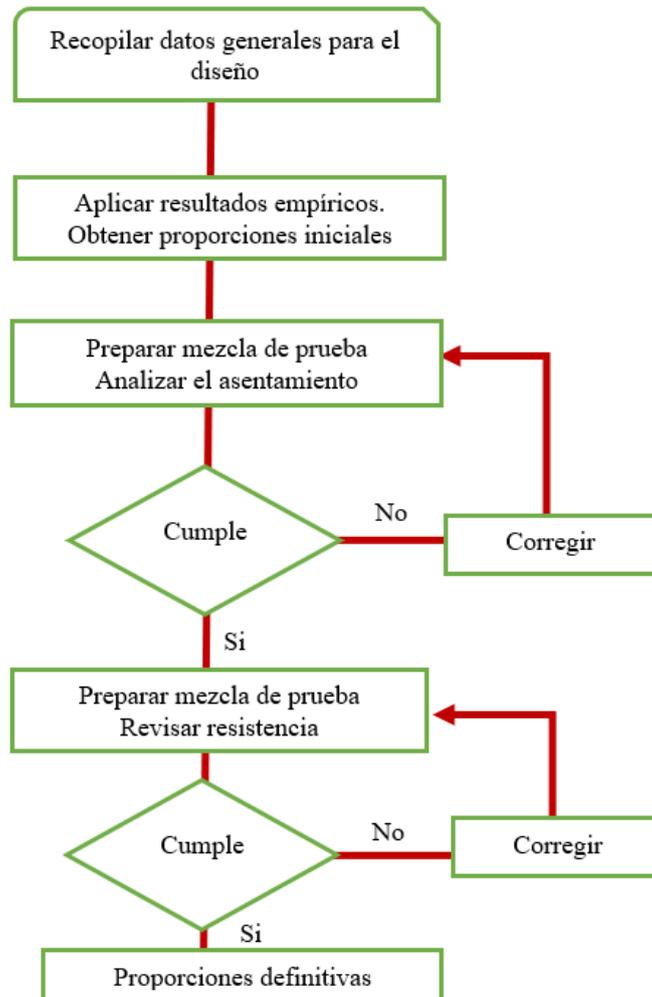
Actualmente se hace el diseño de mezcla para poder tener resultados aceptables y correctos al momento de necesitar un rango de resistencia para destinarlo a la aplicación en alguna estructura, por ello es que existen diversos métodos con características respecto a ello, por eso radica en el uso bajo de cemento. (González Díaz et al., 2004).

Método ACI 211

Es un método empírico en la cual el agua es el primero en ser determinado con los datos del agregado, que sumando todos los materiales que intervienen deben de dar 1 m³, para luego ser corregido por humedad y absorción (González Díaz et al., 2004). Tengamos en cuenta que para el proceso del método se incluye tablas para seleccionar en caso que no se tenga los datos correspondientes y además se establece de acuerdo a las condiciones en la que se encuentra dicho concreto, ya que se debe de incrementar dos y medio centímetros de revenimiento cuando no se tiene vibrado, seguidamente se selecciona el tamaño máximo del agregado considerando el que beneficie a la trabajabilidad que va de acuerdo al contenido de agua que se necesita según la cantidad de aire, uso de aditivo y características del concreto. En la relación agua/cemento se obtiene los datos según la resistencia que se requiera, tomando en cuenta la especificada al límite

de los 28 días de curado, en esto el cemento es importante para el caso de la durabilidad, por ello se debe de mantener la cantidad adecuada. Finalmente se hace los ajustes por humedad y de esa manera obtener las cantidades y materiales para el mezclado.

Figura 1. Proceso metodológico del método ACI 211



Fuente: (Giraldo Bolívar, 1987)

Según (Giraldo Bolívar, 1987) su aplicación va cuando debe tenerse 2 agregados o más de 2.0 gf/cm³ de peso unitario y los concretos normales máximo hasta 42 MPa. También cabe mencionar que existe el método ACI 211 con cenizas volantes, la cual indica como mezclar, por ello se contempla que las

cenizas en el concreto pueden desarrollar falencias que merman la calidad en la trabajabilidad, sin embargo, la solución sería usar un aditivo conforme a la ASTM C618.

En el procedimiento de concreto con la adición de ceniza, se considera una nueva relación que es agua/cemento + puzolana, que se puede determinar de acuerdo con el método de pesos equivalentes o volúmenes absolutos equivalentes, el primero que se desarrolla cuando se conoce el porcentaje que se empleara en el diseño y el otro siguiendo la determinación del porcentaje en base de dos fórmulas que incluye el peso específico de cada una de ellas, respectivamente. (Giraldo Bolívar, 1987).

Método Fuller

Según (Giraldo Bolívar, 1987) esto es un método analítico en la cual se usa tablas para resolver algunos parámetros y aspectos problemáticos, empezando por sus propiedades y que el TMN del agregado que no debe de sobrepasar los 50 mm, seguidamente esta la cuánta agua, para el agua/cemento, para culminar en la dosificación.

Según autores esta debe poseer más de 300 Kg/m³ de cemento, por errores en cantidad de arena, siendo mejor aplicado en pavimentos, además no se usa aditivos. (Giraldo Bolívar, 1987)

Método Bolomey

Es un método analítico que usa una curva granulométrica, al igual que el método Fuller se sigue el proceso, solo que variara en cemento y agregados. El proceso mejora las propiedades que proporciona el agregado, para después usar agua que al combinarse con el cemento esta tenga una reacción, por ello no resulta trivial saber cuánto de cemento se adicionara. Su aplicación es en concreto

masivo como presas, uros, etc., con el uso de tres agregados a más. (Giraldo Bolívar, 1987).

Método del agregado global

Este método optimiza y usa de gran manera los agregados finos y gruesos para que de esa manera puedan mermer el cemento usado en el concreto, además ayuda a controlar la trabajabilidad y tener una máxima compacidad, sin embargo, se tiene una deficiencia al no contarse con amplia información con respecto a ello y al ser un método experimental se genera fallas. Después de analizar los cuatro diseños de mezcla se determina que el que se asemeja al tema de investigación es el Método ACI 211.

2.2.4. Resistencia a la compresión, ensayo según la (NTP 339.034 / ASTM C39)

Aplicación

Dicha norma es para aquel que se usa para concreto con 800 Kg/m³ de peso unitario.

Procedimiento

Materiales:

Se usa la máquina de ensayo con una velocidad permisible de carga, con la correcta calibración según la ASTM E4, por cada año o menos incluyendo las veces en las que se repara, tiene deficiencias y se reubica, dicha documentación de la calibración debe estar acorde a la ASTM C1077. El lugar donde se ubica la probeta debe ser grande en buena posición para que se pueda acomodar de manera correcta, el error de las cargas no debe de superar 1.0%. Los bloques de las bases deberán

tener como mínimo un 3% mayor del diámetro del espécimen que se tendrá que ensayar.

Tabla 4. Diámetros máximos de probetas de ensayo

| DIAMETRO DE ESPECIMEN DE ENSAYO, mm | MAXIMO DIARIO |
|-------------------------------------|---------------|
| 50 | 105 |
| 75 | 130 |
| 100 | 165 |
| 150 | 255 |
| 200 | 280 |

Fuente: (NTP 339.034, 2015)

Proceso:

La máquina debe aplicar la carga sin ninguna intermitencia, ni detenerse durante el proceso, con una respectiva velocidad siendo operada manualmente o por energía. Los especímenes deben ser retirados del almacén en estado húmedo, para ser ensayados, por ello se sigue la tabla 6 para determinar el tiempo adecuado en que deben de ser fracturados.

Tabla 5. Ensayos con sus respectivos criterios a cada edad

| EDAD DE ENSAYO | TOLERANCIA PERMISIBLE |
|----------------|-----------------------|
| 24h | ±0,5 h o 2.1% |
| 3d | ±2 h o 2.8% |
| 7d | ±6 h o 3.6% |
| 28d | ±20 h o 3.0% |
| 90d | ±48 h o 2.2% |

Fuente: (NTP 339.034, 2015)

Fin de ensayo

Se ubica la carga encima del espécimen logrando que este falle, resolviéndose con la división entre lo aplicado y el área del espécimen, multiplicándolo por un factor de corrección. (NTP 339.034, 2015)

El diámetro del espécimen para determinar la sección debe ser calculado con un próximo de una pequeña medida en milímetros.

Tabla 6. Relación longitud a diámetro del espécimen

| | | | | |
|--------|------|------|------|------|
| L/D | 1.75 | 1.50 | 1.25 | 1.00 |
| Factor | 0.98 | 0.96 | 0.93 | 0.87 |

Se debe interpolar si no existe valor.

Fuente: (NTP 339.034, 2015)

Finalmente se posee cada uno de los datos del espécimen para que de esa manera se pueda concluir con el ensayo. Para los tipos de fallas se tiene los siguientes:

- Tipo 1: Se forma en formas de quebraduras en el espécimen.
- Tipo 2: Sus grietas están bien definidas
- Tipo 3: Grietas alrededor de manera uniforme.
- Tipo 4: Agrietado en la base.
- Tipo 5: Solo se ve la falla de los lados.
- Tipo 6: Grietas más profundas.

Recomendaciones

Se debe de tener en cuenta que para tener buenos resultados se toma como consideración el tamaño de la probeta, forma, dosificaciones, mezclado, entre otros aspectos correspondientes.

Cuando se tiene el resultado menor a lo esperado se debe de analizar las fallas y fractura para verificar que esté de acuerdo con la norma.

2.2.5. Ensayo de resistencia a tracción

Es un método de aplicación de fuerzas a diferencia de la compresión, esta se realizar con un espécimen echado en el equipo de tracción, para que de esa

manera se pueda ver cómo es que actúa con la aplicación de la carga a una velocidad determinada y uniforme. La falla que esta tiene en el final del proceso es debido a que al ser comprimida se genera otra triaxial, logrando que se tenga esfuerzo mayores y menores, como parte del campo de expertos usualmente usan listones pequeños para mantener la estabilidad y se reparta la carga a todo el espécimen (NTP 339.084, 2017).

Resistencia a tracción simple: Este ensayo se enfocará en aplicar una carga de compresión a lo largo de la longitud total de una probeta de manera constante hasta que se llegue a la rotura de la probeta, esta carga induce el esfuerzo de tracción y un elevado esfuerzo de compresión al alrededor de la carga.

La rotura llega a producirse antes que la de compresión debido a que las áreas donde se llegan a aplicar las cargas permanecen en un estado de compresión triaxial, lo cual esto permite que se soporte un esfuerzo de compresión mayor que el que se consiguió con un ensayo de compresión uniaxial.

En el proceso para poder dar inicio con el ensayo se debe de poner pequeños listones de madera, con el fin de que la carga será repartida de manera uniforme a lo largo de toda la longitud de la probeta cilíndrica. (NTP 339.084, 2017).

Se tiene una resistencia a tracción por hendimiento que según detalla la ASTM C – 496, al espécimen se someterá un juego de cargas diametrales para que con una lámina estas sean repartidas como si fuera lluvia a lo largo de la muestra.

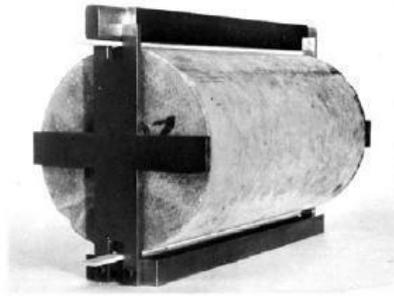


Figura 2. Base para el alineamiento de la probeta de concreto.

Fuente: (NTP 339.084, 2017)

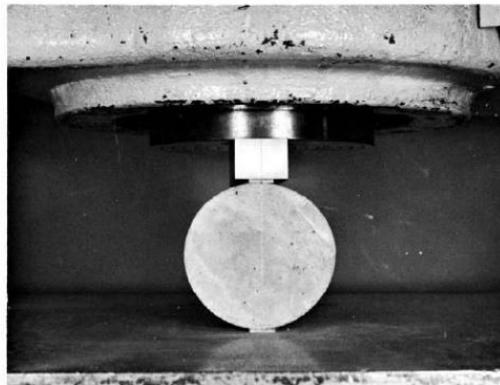


Figura 3. Plantilla de la ubicación de la probeta para ensayo a tracción.

Fuente: (NTP 339.084, 2017)

Adicionales.

Cuando una persona diseña estructuras debe de tener en cuenta la resistencia como las propiedades mecánicas que posee su concreto, debido a que la mayor parte de ello no logran una alta resistencia a tracción, y para poder subsanar la falla se recomienda generar una mejor unión entre el cemento y agregado. (Mogollón Mogollón, 2016).

Ensayo al concreto en estado endurecido

Es muy importante para poder calcular la resistencia del concreto en su estado endurecido, de manera que se representa la manera en cómo el concreto se comportara cuando soporte las cargas para el cual fue diseñado.

2.3. Definición de términos básicos

Actividad puzolánica: Se activa con el hidróxido de calcio asemejándolo a una asimilación hidráulica. (Rivva Lopez, 1992)

Aditivo: Material usado en la mezcla para la mejora de alguna propiedad del concreto que se encuentra deficiente, adicionada durante o antes del proceso. (Kosmatka et al., 2004).

Agregado grueso: El agua Tamiz N°4, material que se queda y no pasa. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

Carga uniforme: Es la carga en una determina superficie, distribuida uniformemente sobre un área poligonal. (R. C. Hibbeler, 2012)

Ceniza volante: Es aquella que proporciona una adición al concreto en lo que a sus características respecta debido a los componentes que posee, también es llamada un cemento ambiental o ecológico debido a tener puzolana que al ser similar al cemento genera una mejora adicional. Las cenizas volantes es la combustión del carbón volviéndose material cementoso. (Kosmatka et al., 2004).

Ensayo por hendimiento: Es un método experimental utilizado para poder medir la resistencia a tracción del hormigón. (NTP 339.084, 2017).

Esponjamiento: Es el aumento aparente de un volumen dado de arena cuando aumenta su humedad. (Rivva Lopez, 1992).

Falla en el concreto: Quiebre o rompimiento en una estructura de concreto, pueden llegar a ser desde una pequeña grieta hasta un total rompimiento del elemento. (R. C. Hibbeler, 2012).

Fracturas de concreto: Es aquel que mediante una carga que se somete a la prueba ya sea por compresión o tracción, de manera externa provoca que se

deforme hasta que esta sufra fisuras y rompa llegando a su límite de resistencia. (IMCYC, 2004).

Granulometría de un agregado: Distribución de tamaños del agregado debido al procedimiento de tamizaje. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Gravedad específica: Relaciona el peso del aire, a una temperatura correspondiente. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

Incineración: Quema del material designado ya sea agrícola hasta carbonizarlo. (Rivva Lopez, 1992).

Módulo de finura: Valor que es calculado producto de la suma de porcentajes del agregado que se intervendrá en la mezcla que pasan por los tamices dividiendo entre 100. (Kosmatka et al., 2004).

Porosidad de partículas: Cuando hay muchos espacios huecos no visible. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

Proceso de molienda: Procedimiento que permite la reducción de partículas, y con ello poder mejorar el rendimiento de los pasos de preparación del concreto. (Rivva Lopez, 1992).

Propiedades mecánicas: Propiedades que describen la conducta o proceder de un material que está sometido a fuerzas aplicadas. (Aslam Kassimali, 2013)

Resistencia a compresión: Este ensayo se realiza de manera en que se crea una probeta de concreto con las indicaciones y la dosificación adecuada para luego colocarlo en una prensa y se apliquen fuerzas sobre el hasta que esta falle. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Resistencia a tracción: Es la resistencia que un material ofrece a la rotura cuando es sometido a un esfuerzo de tracción. (R. C. Hibbeler, 2012).

Sílice: Resulta de la combinación de silicio con oxígeno el cual entra en la composición de ciertos minerales. (Rivva Lopez, 1992).

Tamaño máximo del agregado: Es aquel tamaño del agregado que pasas por el ultimo tamiz es decir el más pequeño. (Kosmatka et al., 2004).

Revenimiento: Es llamado también asentamiento, que indica la trabajabilidad que ayudan a comprar distintas mezclas del mismo volumen. (Kosmatka et al., 2004).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Con la influencia de la ceniza de cascarilla de arroz y microfibras sintéticas mejoraremos y evaluaremos las propiedades mecánicas del concreto en Pasco 2023.

2.4.2. Hipótesis específicas

- El diseño de mezcla con ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas influiría de manera positiva en las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$.
- La ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas mejoraría la resistencia a compresión del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$.
- La adición de ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas aumentaría la resistencia a tracción del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$.
- El porcentaje adecuado de ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas mejoraría las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$.

2.5. Identificación de las variables

2.5.1. Variables independientes

- Ceniza de cascarilla de arroz.
- Macrofibras Sintéticas.

2.5.2. Variables dependientes

- Propiedades mecánicas del concreto $f'c = 270 \text{ kg/cm}^2$

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 7. Operacionalización de Variables Independientes

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES |
|--------------------------------------|---|---|---|--|
| <i>Ceniza de cascarilla de arroz</i> | La ceniza de cascarilla de arroz es un subproducto del arroz cuando ya se ha ejecutado el proceso de molerse, la cual se produce de manera masiva todos los años acumulándose en grandes toneladas, dicha cascarilla luego se quema para obtener la ceniza (Fapohunda et al., 2017) | La ceniza de cascarilla de arroz es un material que contiene oxido de sílice de amorfo, siendo reemplazo parcial puzolánico del cemento Portland tradicional en mezclas de concreto (Prasittisopin y Trejo, 2015). Además, ayuda a aumentar la resistencia del concreto y tiene beneficios tangibles que ayudan a mitigar el impacto de la contaminación y minimiza el costo de la estructura, basados en porcentajes de dosificación de dicha ceniza de cascarilla de arroz, teniendo en cuenta las características de RHA como son el análisis granulométrico, peso específico, peso volumétrico y módulo de fineza. (Suhendro, 2014) | D1: porcentajes adecuadas de la ceniza de cascarilla de arroz. | I1: 2.50%,5.00% y 7.50% |
| <i>Macrofibra Sintética</i> | Es una fibra con partes discretas distribuidas al azar en el concreto y puede incluir acrílico, aramida, carbono, polipropileno, poliestireno, nylon, poliéster, etc. | Como el concreto es fuerte a la compresión y relativamente débil a la tensión, se necesita un mecanismo para soportar los esfuerzos de tensión y flexión causados por las cargas últimas, las de contracción o de temperatura, después del agrietamiento. Las macrofibras sintéticas pueden proporcionar la capacidad de tensión y flexión después del agrietamiento del concreto al igual que el acero de refuerzo o la malla electrosoldada. | D2: porcentajes adecuadas de la macrofibras sintéticas. | I1: 1 kg/m ³ , 2 kg/m ³ y 3 kg/m ³ . |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8. Operacionalización de Variable Dependiente.

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES |
|---|--|---|---|---|
| <p><i>Propiedades mecánicas del concreto $f'c = 270 \text{ kg/cm}^2$</i></p> | <p>Actualmente, el hormigón se está Diseñando con propiedades convencionales, propiedades extremas, alta trabajabilidad antes de volverse autocompactante en fresco y otras propiedades especiales adquiridas a través del desarrollo y la aplicación utilizando nuevas tecnologías en el mundo de los aditivos.</p> | <p>Las propiedades mecánicas mejorarán incrementando RHA y macrofibras sintéticas</p> | <p>D1: Propiedades, mecánicas y físicas del concreto</p> | <p>I1: Propiedades mecánicas</p> |
| | | | | <p>I2: Propiedades físicas.</p> |

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Esta se destina a la correlacional, debido a la forma de guardar una debida relación o se dedica a brindar resultados de variables. (Bernal, 2010), en este caso de la presente investigación, se tiene que la mejora de las propiedades mecanizas del concreto $F'c=270\text{Kg/cm}^2$ dependen de la cantidad de ceniza de cascarilla de arroz y Macrofibras Sintéticas que se le vaya a agregar al diseño de mezcla del concreto. De la misma forma según (Méndez Álvarez, 1995) menciona que “el tipo de investigación correlacional es aquella que determina la variación de unos factores en relación con otros”

3.2. Nivel de investigación

Es explicativa porque se busca dar a conocer las causas que han dado origen o condicionaron la naturaleza del fenómeno en estudio. (Carrasco Díaz, 2008) con este estudio podremos conocer porque es qué la ceniza de cascarilla de arroz y Macrofibras Sintéticas mejora las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270\text{Kg/cm}^2$ dando una explicación real y científica.

3.3. Métodos de investigación

La presente investigación pertenece al método de investigación cuantitativa debido a que se busca medir y brindar resultados acerca de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270\text{Kg/cm}^2$ conforme a la adición de la ceniza de cascarilla de arroz y Macrofibras Sintéticas en el diseño de mezcla. Además, este tipo de método de investigación o también denominada método tradicional, se prioriza en medir el tema dado debido a un problema analizado, expresando relación entre variables, para finalmente brindar resultados (Bernal, 2010).

3.4. Diseño de investigación

Experimental debido a que trata de definir cuáles serán las variables que se van a considerar para el desarrollo de una dosificación y diseño de concreto con una adecuada dosificación de la ceniza de cascarilla de arroz y Macrofibras Sintéticas, (Carrasco Díaz, 2008).

3.5. Población y muestra

La población al ser un fenómeno, esta considera al concreto de $F'c=270\text{Kg/Cm}^2$.

La muestra dentro de la presente investigación será constituida por 108 probetas, constituida de 6 ensayos a edades en cada diseño (7, 14 y 28 días), las cuales tendrán una incorporación de 2.50%, 5.00% y 7.50% de RHA y Macrofibras Sintéticas en porcentajes de 1kg/m^3 , 2kg/m^3 y 3kg/m^3 , en tal sentido se evaluarán 54 probetas para los ensayos de resistencia a compresión y 54 probetas para el ensayo de tracción.

Tabla 9. Probetas de concreto para ensayo a compresión.

| Edad (días) | Probeta normal | 2.50% RHA y 1kg/m3 de MS | 7.50% RHA y 1kg/m3 de MS | 2.50% RHA y 3kg/m3 de MS | 7.50% RHA y 3kg/m3 de MS | 5.00% RHA y 2kg/m3 de MS | TOTAL |
|-------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| 7 días | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| 14 días | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 54 |
| 28 días | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10. Probetas de concreto para ensayo a tracción.

| Edad (días) | Probeta normal | 2.50% RHA y 1kg/m3 de MS | 7.50% RHA y 1kg/m3 de MS | 2.50% RHA y 3kg/m3 de MS | 7.50% RHA y 3kg/m3 de MS | 5.00% RHA y 2kg/m3 de MS | TOTAL |
|-------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| 7 días | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| 14 días | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 54 |
| 28 días | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |

Fuente: Elaboración Propia

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Con respecto al proyecto, para lo que corresponde a la recolección de datos se utilizaron las diversas plataformas por internet como asesoramiento virtual y páginas de información académica Scopus y WoS que nos permitieron desarrollar la investigación.

Además, para dar poder seguir con el proceso se vendrá a realizar la mezcla mediante el método ACI 211, ya que según (Giraldo Bolívar, 1987) manifiesta que existe un procedimiento usando ceniza volante adicionado a los materiales ya usados en el concreto, basándose que su aplicación en concretos

convencionales no deben ser más de 42 Mpa. Aparte de ello se toma en consideración los formatos ubicados en los anexos, que servirá para poder llevar a cabo el cálculo de los datos de laboratorio y con ello también poder comprobar la hipótesis planteada para la presente investigación, teniendo en cuenta que se considera los indicadores correspondientes a cada variable ya sea la independiente o dependiente.

Para el apartado de las técnicas a utilizar para la recolección de datos serán:

Observación en laboratorio: (Carrasco Díaz, 2008), menciona que este tipo de observación se realiza dentro de las instalaciones de un laboratorio con los instrumentos, equipos y los medios necesarios debidamente preparados y organizados.

Donde la técnica de recopilación de datos se hará mediante el uso de unos formatos y registros en los ensayos, los cuales usaremos para rellenar los datos percibidos que sean necesarios.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento de datos, la recolección de datos se realiza directamente, primero se recolectan los agregados finos y gruesos y luego se transportan a un laboratorio específico para la caracterización y el diseño de los agregados. Con base en este diseño se fabricaron muestras cuadradas y cilíndricas de concreto armado y concreto regular para evaluar y analizar las propiedades de compresión, tracción indirecta. Todos los datos se registran en un formato que cumple con los procedimientos técnicos y reglamentarios establecidos para el trabajo, así como con las fechas de extracción y pruebas asociadas a las pruebas

realizadas. Las variables de respuesta en este estudio se evaluaron estadísticamente mediante análisis de normales y varianza (ANOVA).

3.8. Tratamiento estadístico

El tratamiento estadístico, se realizará mediante los programas adecuados para introducir datos y llevar un seguimiento, en este caso será el Excel con el fin de registrar datos estadísticos de los ensayos y procedimiento del método ACI 211.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

La redacción del presente trabajo de investigación se redactó utilizando la norma APA haciendo el debido citado y referenciado. Se obtuvo la orientación debida relacionado al tema de concreto y la respectiva lectura de cada libro y manual relacionado al tema, para obtener conceptos claros y entendibles.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Descripción del Proyecto

El proyecto de investigación “Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ kg/cm}^2$, Pasco” tiene como objetivo mejorar la resistencia del concreto estructural mediante la utilización de la ceniza de cascarilla de arroz y macrofibra sintética, por lo que se realizan investigaciones en profundidad sobre este tema mediante la recopilación de información. Además, para presentar los resultados, se realizaron pruebas en el laboratorio para determinar las propiedades físicas de los agregados naturales, diseñar la mezcla mediante el uso de la ceniza de cascarilla de arroz y macrofibra sintética, así como los resultados del diseño compuesto de cada muestra y luego los resultados de fractura de la probar muestras para ver su resistencia a la compresión, fuerza de tracción indirecta. Y finalmente se hace una discusión de los resultados, que es parte importante de

cualquier artículo porque permite al autor interpretar y analizar los datos obtenidos en el estudio

4.1.2. Recolección de datos del Proyecto.

Datos del Proyecto

En el ámbito del laboratorio de concreto, suelos y pavimentos de la Escuela de Formación Profesional en Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión se desarrolló el proyecto “Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ kg/cm}^2$, Pasco”, el diseño de mezcla resultante es de 270 kg/cm^2 entre julio y noviembre del 2023, Los materiales utilizados provienen de Pasco a nivel comercial como Tipo I – Cemento Andino, agregados gruesos y finos de la cantera Cochamarca y agua potable de la red de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Contenido del Proyecto

En primer lugar, se presentan los resultados de las pruebas de propiedades físicas de materiales como los agregados finos y gruesos, ya que este es un requisito importante debido a que el agregado grueso y el cemento son reemplazados en proporciones de 1.0, 2.0 y 3.0 kg/m^3 y 2.50%, 5.00% y 7.50% respectivamente.

Luego, después de las pruebas de laboratorio, la mezcla se calculó utilizando el método ACI 211 para crear seis mezclas preliminares con diferentes proporciones. Se comparó la composición de la mezcla de concreto estándar y se compararon los resultados con cinco composiciones de concreto reemplazando el cemento por la ceniza de

cascarilla de arroz en proporciones de 2.50%, 5.00% y 7.50% y al agregado grueso por la macrofibra sintética en proporciones de 1.0, 2.0 y 3.0 kg/m³. Este diseño compuesto está diseñado para una resistencia a la compresión $f_c = 270 \text{ kg/cm}^2$.

En tercer lugar, utilizando concreto de agregado natural estándar, se prepararon probetas cilíndricas con diferentes relaciones de sustitución de ceniza de cascarilla de arroz y macrofibra sintética. Por lo tanto, la prueba de resistencia a la compresión y tracción se realiza después de 7, 14, 28 días en estado curado.

Finalmente, se compararon las propiedades del hormigón estándar y del hormigón utilizando ceniza de cascarilla de arroz y macrofibra sintética en términos de sus propiedades mecánicas. Asimismo, se evaluará la viabilidad y beneficios de herramientas sustentables y amigables con el medio ambiente, como el uso de la macrofibra sintética, en el proceso de producción del concreto.

Secuencia Constructiva

En primer lugar, se analizan las propiedades físicas de los agregados naturales, examinando la distribución granulométrica, la densidad, la compresibilidad, el contenido de humedad, la densidad y la absorción de las partículas.

Las formulaciones de mezclas utilizadas se enumeran en los siguientes apéndices de este proyecto, los cuales fueron preparados con base en datos obtenidos de las propiedades físicas de los agregados naturales.

Se analizarán las propiedades físicas y mecánicas del concreto como determinar el peso unitario de la mezcla de concreto estándar y el peso unitario del concreto utilizando ceniza de cascarilla de arroz y macrofibra sintética; así como la temperatura de la mezcla, también se determinará el asentamiento de la mezcla de concreto estándar y el concreto utilizando ceniza de cascarilla de arroz y macrofibra sintética.

Y finalmente, se realizarán métodos de ensayo estándar para la resistencia a la de probetas cilíndricas de concreto estándar y concreto utilizando ceniza de cascarilla de arroz y macrofibra sintética según ASTM C39/NTP 339. 034. métodos de ensayo estándar para la resistencia a la tracción indirecta de muestras cilíndricas de hormigón estándar y de hormigón utilizando RHA y macrofibra sintética

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Propiedades físicas de los agregados naturales

La calidad del agregado es importante porque representa aproximadamente el 75% del volumen de la mezcla. El árido, además de limitar su durabilidad, sus propiedades físicas y químicas también influirán mucho en su durabilidad y rendimiento.

Para obtener resultados tanto para el agregado grueso como fino, se han desarrollado diversos ensayos según NTP, se realizan los siguientes ensayos: determinación de tamaño de partícula, ensayo para obtener peso unitario cúbico, peso unitario compacto, contenido de humedad, ensayo para calcular absorbancia y específico.

Muestreo

El muestreo es tan importante que la (NTP 400.010, 2016) ha sido cuidadosamente considerada para obtener muestras capaces de caracterizar las propiedades y condiciones del material que representa. Durante esta etapa, luego del pre secado del material, la muestra se mezcla completamente para proceder al craqueo del agregado fino y grueso, obteniendo así muestras reducidas representativas para los respectivos ensayos, mediante el uso de dispositivo de craqueo para realizar una división uniforme sobre el volumen.

Finalmente se juntaron las dos partes del cuadrante correspondiente y se repitió la operación hasta alcanzar el volumen requerido para las pruebas granulométricas.

Análisis Granulométrico de Agregados Naturales

Análisis Granulométrico del agregado fino

La medición del tamaño del agregado fino se realiza según las normas (NTP 400.012, 2001) y ASTM C33 (especificaciones estándar para agregados). Los agregados se analizan tamizándolos a través de tamices estándar según NTP 400.037 (requisitos de agregados para concreto) con tamices 3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200. Luego se obtienen el módulo de suavidad y el porcentaje retenido por cada malla.

Tabla 11. Análisis Granulométricos del Agregado Fino.

| Tamiz Estandar | Abert. (mm) | Peso Reten. (gr) | % Reten. Parcial | % Reten. Acum. | % Que Pasa |
|-----------------------|--------------|------------------|------------------|----------------|------------|
| 3/8" | 9.5 | 14.20 | 2.82 | 2.82 | 97.18 |
| N° 4 | 4.75 | 25.40 | 5.05 | 7.88 | 92.12 |
| N° 8 | 2.36 | 57.12 | 11.36 | 19.24 | 80.76 |
| N° 16 | 1.18 | 62.88 | 12.51 | 31.74 | 68.26 |
| N° 30 | 0.6 | 121.91 | 24.25 | 55.99 | 44.01 |
| N° 50 | 0.3 | 134.70 | 26.79 | 82.78 | 17.22 |
| N° 100 | 0.15 | 61.40 | 12.21 | 94.99 | 5.01 |
| N° 200 | 0.075 | 20.10 | 4.00 | 98.99 | 1.01 |
| FONDO | - | 5.10 | 1.01 | 100.00 | - |
| | | | 502.810 | 100.00 | |
| Tamaño Máximo Nominal | | | | | 3/8" |
| Módulo de Finura | | | | | 2.95 |

Fuente: Elaboración Propia

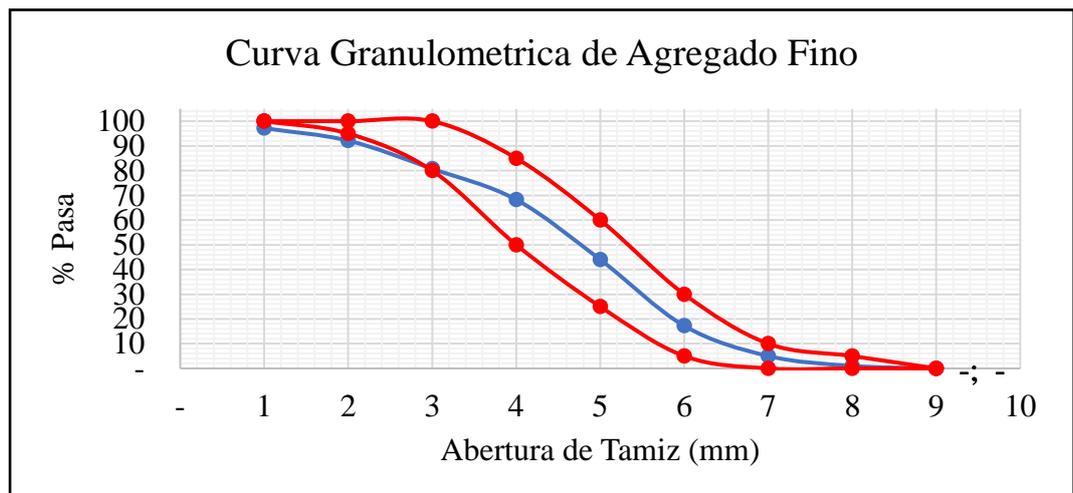


Figura 4. Curva de la distribución granulométrica del agregado fino

Podemos ver que el agregado fino está dentro de los límites especificados de la curva de tamaño de partícula, se obtiene como módulo de fineza $M_f = 2.95$.

Análisis Granulométrico del agregado grueso

La medición del tamaño de partícula de agregados grandes se realiza según las normas NTP 400.012 y ASTM C33 (especificaciones estándar para agregados). Ha sido determinado según los requisitos de la NTP 400.037. (requisito global para concreto), que utiliza tamices ASTM No. 4 definido por

juego de malla #2", 1 ½", 1", ¾", ⅜", #4. Después del tamizado, obtenga resultados para el tamaño nominal máximo y el % de retención por tamiz; consulte la siguiente tabla.

Tabla 12. Análisis Granulométricos del Agregado Grueso.

| Tamiz Estandar | Abert. (mm) | Peso Reten. (gr) | % Reten. Parcial | % Reten. Acum. | % Que Pasa |
|-----------------------|-------------|------------------|------------------|----------------|------------|
| 1 ½" | 37.5 | - | - | - | |
| 1" | 25.0 | 5.12 | 1.00 | 1.00 | 99.00 |
| ¾" | 19.0 | 10.22 | 2.10 | 3.10 | 96.90 |
| ½" | 12.5 | 269.90 | 55.10 | 58.20 | 41.80 |
| ⅜" | 9.5 | 171.10 | 34.90 | 93.10 | 6.90 |
| N° 4 | 4.75 | 23.50 | 4.80 | 97.90 | 2.10 |
| N° 8 | 2.36 | 6.10 | 1.20 | 99.20 | 0.80 |
| N° 16 | 1.18 | 4.10 | 0.80 | 100.00 | - |
| FONDO | - | - | - | 100.00 | - |
| Tamaño Máximo Nominal | | | | | 1/2" |
| Módulo de Finura | | | | | 6.94 |

Fuente: Elaboración propia.

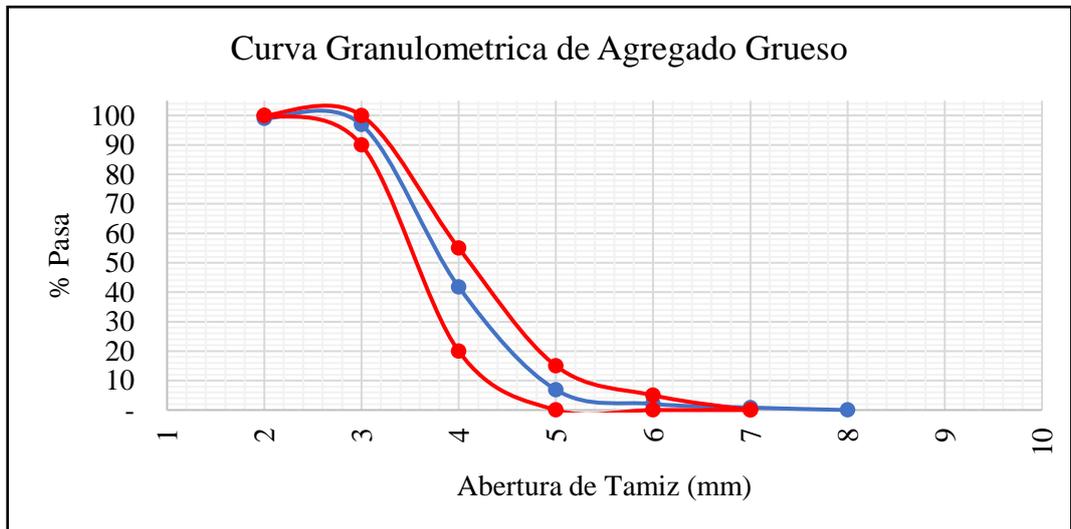


Figura 5. Curva de la distribución granulométrica del agregado grueso.

Podemos observar que el agregado grueso se encuentra dentro del rango especificado para el pin número 4 establecido por la ASTM C33.

Contenido de Humedad de Agregados Naturales

Contenido de Humedad del Agregado Fino y Grueso

Para encontrar el contenido de humedad del agregado grueso y fino que representa la cantidad de agua en el agregado, se expresa como porcentaje de la muestra completamente seca. Es importante conocer este resultado para poder controlar el agua en el agregado para la mezcla según (NTP 339.185, 2002).

Tabla 13. Contenido de humedad del agregado fino.

| DESCRIPCION | UND | PROMEDIO |
|---|------------|-----------------|
| Peso del recipiente | gr | 430.12 |
| Peso del recipiente + muestra humeda | gr | 926.73 |
| Peso del recipiente + muestra seca | gr | 902.73 |
| Peso muestra humeda | gr | 496.61 |
| Peso muestra seca | gr | 472.61 |
| Peso de agua | gr | 24.00 |
| Contenido de humedad | % | 5.08% |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla se puede observar lo hallado por la expresión matemática dado por las normas vigentes. Por consiguiente, el contenido de humedad del agregado fino es de 5.08%

Tabla 14. Contenido de humedad del agregado grueso.

| DESCRIPCION | UND | PROMEDIO |
|---|------------|-----------------|
| Peso del recipiente | gr | 512.11 |
| Peso del recipiente + muestra humeda | gr | 2939.66 |
| Peso del recipiente + muestra seca | gr | 2931.22 |
| Peso muestra humeda | gr | 2427.55 |
| Peso muestra seca | gr | 2419.11 |
| Peso de agua | gr | 8.44 |
| Contenido de humedad | % | 0.35% |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla se puede ver lo hallado por la expresión matemática dado por las normas vigentes. De tal motivo, el contenido de humedad del agregado grueso es de 0.35%.

Determinación del Peso Unitario Suelto y Compactado de la Agregados Naturales

Determinación del Peso Unitario del Agregado Fino y Grueso

El peso unitario suelto y el peso compactado del agregado grueso y fino se obtienen según el procedimiento establecido en la (NTP 400.017, 2021). Donde el peso libre unitario se obtiene primero del resultado de dividir el volumen del agregado colocado según la altura del borde en un recipiente cilíndrico, el cual luego se nivela mediante un rodillo sobre el borde del recipiente; entre el volumen de este contenedor.

Asimismo, el peso unitario compactado se logra comprimiendo el árido en tres capas, a razón de 25 por capa utilizando una barra de 16 mm de diámetro y 60 cm de largo, luego se termina de nivelar el exceso de la capa de compactación final.

Tabla 15. Peso Unitario Suelto y Peso Unitario Compactado del Agregado Fino y Grueso

| DESCRIPCION | UND | PROMEDIO FINO | PROMEDIO GRUESO |
|---|-------------------------|------------------|--------------------|
| Peso del recipiente + muestra suelta | kg | 21.657 | 28.883 |
| Peso del recipiente + muestra apisonada | kg | 22.787 | 27.037 |
| Peso del recipiente | kg | 5.970 | 7.880 |
| Peso de muestra en estado suelto | kg | 15.687 | 21.003 |
| Peso de muestra en estado compactado | kg | 16.817 | 18.897 |
| Volumen del recipiente | m ³ | 0.009 | 0.014 |
| Peso unitario suelto | kg/m³ | 1,743.00 | 1,500.00 |
| Peso unitario compactado | kg/m³ | 1,869.00 | 1,350.00 |

Fuente: Elaboración Propia.

Determinación del Peso Específico y Absorción de los Agregados Naturales

Determinación del Peso Específico y Absorción del Agregado Fino

Para el cálculo del peso específico se siguió la (NTP 400.022, 2013) y estándar MTC E-205. Para obtener la densidad promedio de partículas de agregado fino, no incluya los huecos entre las partículas.

Tabla 16. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino

| DESCRIPCION | UND | PROMEDIO |
|--|--------------------------|--------------|
| Peso de la muestra secada al horno | gr | 487.56 |
| Peso del picnómetro lleno de agua | gr | 699.54 |
| Peso del picnómetro lleno de muestra y agua | gr | 1021.67 |
| Peso de la muestra superficialmente seco (SSS) | gr | 500.00 |
| Peso específico aparente | gr/cm³ | 2.74 |
| Peso específico aparente (SSS) | gr/cm³ | 2.74 |
| Peso específico masa seca | gr/cm³ | 2.95 |
| Absorción | % | 2.55% |

Fuente: Elaboración Propia.

Los valores obtenidos para densidad y absorción del agregado fino fueron 2,95 gr/cm³ y 2,55%, respectivamente. Esto significa que el árido absorbe ligeramente una proporción de agua.

Determinación del Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso

Para el cálculo del peso específico se siguió la NTP 400.021 y MTC E-206. Calcularemos el mismo material a una temperatura específica estableciendo estándares en función de la relación entre masa (peso seco en el aire) y unidad de volumen sumergido en agua.

Tabla 17. *Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.*

| DESCRIPCION | UND | PROMEDIO |
|--|--------------------------|-----------------|
| Peso de la muestra secada al horno | gr | 3126.560 |
| Peso de la muestra SSS | gr | 3156.143 |
| Peso del picnómetro lleno de muestra y agua | gr | 1635.020 |
| Peso específico aparente | gr/cm³ | 2.06 |
| Peso específico aparente (SSS) | gr/cm³ | 2.07 |
| Peso específico masa seca | gr/cm³ | 2.10 |
| Absorción | % | 0.95% |

Fuente: Elaboración Propia.

Los valores obtenidos para la densidad y absorción del árido grueso fueron de 2,10 gr/cm³ y 0.95%, respectivamente. Esto significa que el árido no absorbe mucha agua.

4.2.2. Diseño de Mezcla

El diseño de la mezcla se realiza con los resultados obtenidos previamente en el laboratorio, determinando el diseño según ACI Comité 211 (American Concrete Institute) para concreto con $f'c=270$ kg/cm², encontrando determinar la relación adecuada de volumen y/o masa de componentes de concreto (C: AG: AF: A), Una vez elaborado el diseño, se reemplazó la dosificación de ceniza de cascarilla de arroz en 2.50%, 5.00% y 7.50% en función del peso del cemento como se describe a continuación:

Tabla 18. Resumen de las Características del Agregado.

| DESCRIPCION | AGREGADO FINO | | AGREGADO GRUESO | |
|---------------------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| | Peso Unitario Suelto | 1743 | Kg/m ³ | 1500 |
| Peso Unitario Compactado | 1869 | Kg/m ³ | 1350 | Kg/m ³ |
| P. Especifico Masa Seca | 2.95 | gr/cm ³ | 2.10 | gr/cm ³ |
| Contenido de Humedad | 5.08 | % | 0.35 | % |
| % De Absorcion | 2.55 | % | 0.95 | % |
| Modulo de Fineza | 2.95 | | 6.94 | |
| Tamaño Maximo Nominal | 3/8 | " | 1/2 | " |

Fuente: Elaboración Propia.

Tenemos en consideración los datos siguientes para el diseño:

- Cemento Andino Portland Tipo I.
- Peso específico del cemento = 3150 kg/m³.
- Factor de diseño $f'c = 270$ kg/cm².
- Slump = 3 a 4 pulg.
- Peso específico del agua = 1000 kg/m³.

Tabla 19. Diseño de Mezcla del Concreto para diferentes dosificaciones (0.020 m³).

| Materiales | Patron General | Patron (-) (-) | | Patron (+) (-) | | Patron (-) (+) | | Patron Prom. |
|---|----------------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|--|--------------|
| | | | | | | | | |
| Cemento (kg) | 9.11 | 8.88 | 8.42 | 8.88 | 8.42 | 8.65 | | |
| A. Fino (kg) | 18.92 | 18.92 | 18.95 | 18.92 | 18.92 | 18.92 | | |
| A. Grueso (kg) | 14.09 | 14.07 | 14.07 | 14.03 | 14.03 | 14.05 | | |
| Agua (L) | 3.95 | 3.95 | 3.95 | 3.95 | 3.95 | 3.95 | | |
| Ceniza de cascarilla de arroz (kg) | --- | 0.228 | 0.683 | 0.228 | 0.683 | 0.455 | | |
| Macrofibra Sintética (kg) | --- | 0.020 | 0.020 | 0.060 | 0.060 | 0.040 | | |

Fuente: Elaboración Propia.

La adición de ceniza de cascarilla de arroz a la mezcla de concreto se realiza en dosis de 2.50%, 5.00% y 7.50%, que equivale a 228 gr, 455 gr y 683 gr respectivamente para cada dosis.

La adición de la macrofibra sintética a la mezcla se realizaron en dosis de 1.0 kg/m³, 2.0 kg/m³ y 3.0 kg/m³ con respecto al metro cubico de concreto, siendo así 20gr, 40gr y 60gr para cada dosis.

Tabla 20. Número de muestras para cada tanda y/o dosificación.

| Patrones | Patron General Probetas de 4" x 8" | | | | | | Viga de 15 * 15 * 45 (cm) |
|----------------|---------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|---------------------------------|
| | Patron General | Patron (-) (-) | Patron (+) (-) | Patron (-) (+) | Patron (+) (+) | Patron Prom. | |
| Patron General | 18 | - | - | - | - | - | 9 |
| Patron (-) (-) | - | 18 | - | - | - | - | 9 |
| Patron (+) (-) | - | - | 18 | - | - | - | 9 |
| Patron (-) (+) | - | - | - | 18 | - | - | 9 |
| Patron (+) (+) | - | - | - | - | 18 | - | 9 |
| Patron Prom. | - | - | - | - | - | 18 | 9 |

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.3. Propiedades mecánicas del concreto estándar y concreto con RHA y

MS en estado fresco

Determinación de la Temperatura

Determinación de la Temperatura de la Mezcla de Concreto Estándar y Concreto con RHA y MS.

Tabla 21. Temperatura del Concreto Estándar y Concreto con RHA y MS.

| Descripción | Lectura N° 01 (°C) | Lectura N° 02 (°C) | Lectura N° 03 (°C) | Promedio |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------|
| Patron General | 17.23 | 14.90 | 17.30 | 16.48 |
| Patron (-) (-) | 18.31 | 17.45 | 17.91 | 17.89 |
| Patron (+) (-) | 18.51 | 18.41 | 18.54 | 18.49 |
| Patron (-) (+) | 19.12 | 18.75 | 18.64 | 18.84 |
| Patron (+) (+) | 18.24 | 18.45 | 18.41 | 18.37 |
| Patron Prom. | 17.79 | 18.23 | 18.37 | 18.13 |

Fuente: Elaboración Propia.

Determinación del Asentamiento de las Mezclas

Para determinar el revenimiento, luego de verificar que la mezcla esté completamente uniforme u homogénea en la mezcladora, con un cucharón se vierte una porción de la mezcla en un cono de Abrams y se llena el molde con concreto vertiendo en tres capas y cada una se compacta aplicando 25 golpes. Con una barra de acero de Ø16 mm x 60 cm de largo, el molde se dibuja hacia arriba para determinar el asentamiento del hormigón. El desplazamiento vertical medido desde la altura del molde hasta el centro de la superficie superior de la mezcla se registra como asentamiento del concreto. Por lo tanto, se registró la verificación del diseño del concreto estándar diseñado con un revenimiento de 3" a 4", realizada por cada dosis adicional de ceniza de cascarilla de arroz y macrofibra sintética.

Tabla 22. Medición de Asentamiento del Concreto con el Cono de Abrams

| MUESTRA | ASENTAMIENTO | |
|----------------|--------------|-------|
| | CM | PULG. |
| Patron General | 9.652 | 3.8 |
| Patron (-) (-) | 9.398 | 3.7 |
| Patron (+) (-) | 9.906 | 3.9 |
| Patron (-) (+) | 10.160 | 4.0 |
| Patron (+) (+) | 9.652 | 3.8 |
| Patron Prom. | 10.160 | 4.00 |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla vemos los resultados para la consistencia del concreto donde el patrón promedio del 5.00% de ceniza de cascarilla de arroz y 2kg/m³ de macrofibra sintética hacen que el concreto sea más fácil de trabajar, logrando un mayor valor de asentamiento de 10.160 cm.

4.2.4. Propiedades mecánicas del concreto estándar y concreto con RHA y MS en estado endurecido

Peso Unitario del Concreto Endurecido

Según (ASTM C642, s.f.), Método de prueba estándar para densidad, absorción y porosidad en concreto duro, dado que la densidad del concreto varía entre 2200 y 2400 kg/m³, la densidad varía entre 2,2 y 2,4, lo cual es un valor típico promedio valor 2,35; por lo tanto, se pesaron los tubos de ensayo de cada muestra, dando la siguiente tabla:

Tabla 23. Peso Unitario del Concreto Estándar y Concreto con RHA y MS

| Descripción | Diámetro Promedio (cm) | Altura Promedio (cm) | Volumen Promedio (cm ³) | Peso (g) | Gravedad Específica (g/cm ³) |
|---|------------------------|----------------------|-------------------------------------|----------|--|
| Patrón General | 10.19 | 20.16 | 1644.10 | 3879.00 | 2.36 |
| Patrón (-) (-) RHA (2.50%) y MS (1 kg/m³) | 10.17 | 20.15 | 1636.84 | 3892.70 | 2.38 |
| Patrón (+) (-) RHA (7.50%) y MS (1 kg/m³) | 10.30 | 20.16 | 1679.79 | 4021.10 | 2.39 |
| Patrón (-) (+) RHA (2.50%) y MS (3 kg/m³) | 10.24 | 20.13 | 1657.81 | 3871.10 | 2.33 |
| Patrón (+) (+) RHA (7.50%) y MS (3 kg/m³) | 10.40 | 20.26 | 1721.06 | 3810.37 | 2.21 |
| Patrón Prom. RHA (5.00%) y MS (2 kg/m³) | 10.03 | 20.17 | 1593.67 | 3689.53 | 2.32 |

Fuente: Elaboración Propia.

El peso unitario del concreto usando ceniza de cascarilla de arroz y macrofibra sintética en porcentajes de 7.50% y 3 kg/m³ respectivamente es menor en porcentaje que el peso unitario del concreto estándar porque al adicionar ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas hace que la mezcla se vuelva menos densa y menos pesada, la gravedad específica oscila entre 2,2 y 2,4.

Resistencia a la Compresión de Probetas de Concreto Estándar y Concreto con RHA y MS.

Para realizar las primeras pruebas de compresión se realizaron a los curados a 7 días después a 14 y 28 días, las probetas tienen unas dimensiones que miden 4" x 8" Luego de realizadas las pruebas y obtenidos los resultados, se evaluaron mediante análisis comparativo de diferentes diseños de mezcla en base a tonos Estándar de concreto (sin aditivos) tomando en cuenta este análisis a una edad de 7 días para todas las dosis fueron tomadas.

Resistencia a la Compresión del Concreto Estándar

Tabla 24. Resistencia a la Compresión del Concreto Estándar

| Código | Patron | Edad | Carga Máxima (Kg) | Resistencia de Concreto (kg/cm ²) | Velocidad de Esfuerzo (kg/f) | Resistencia de Diseño (kg/cm ²) |
|--------|----------------|------|-------------------|---|------------------------------|---|
| AMG-1 | Patron General | 7 | 14349.00 | 176.29 | 0.80 | 270 |
| AMG-2 | Patron General | 7 | 14291.00 | 176.97 | 1.60 | 270 |
| AMG-3 | Patron General | 7 | 14261.00 | 176.60 | 1.10 | 270 |
| AMG-4 | Patron General | 14 | 19727.00 | 244.28 | 1.50 | 270 |
| AMG-5 | Patron General | 14 | 19955.00 | 244.69 | 1.80 | 270 |
| AMG-6 | Patron General | 14 | 20004.00 | 244.33 | 1.90 | 270 |
| AMG-7 | Patron General | 28 | 22593.00 | 276.49 | 2.20 | 270 |
| AMG-8 | Patron General | 28 | 22664.00 | 276.28 | 0.90 | 270 |
| AMG-9 | Patron General | 28 | 22385.00 | 276.65 | 1.70 | 270 |

Fuente: Elaboración Propia.

Según la tabla 27; Se observó que la resistencia a la compresión del patrón general aumenta moderadamente, este se debe al buen uso del cemento y del

agregados finos y gruesos. La resistencia promedio llegada a los 28 días de curado es 276.47 kg/cm².

Resistencia a la Compresión del Concreto con 2.50% de RHA y 1.0 kg/m³ de MS.

Tabla 25. Resistencia a la Compresión del Concreto con 2.50% de RHA y 1.0 kg/m³ de MS

| Código | Patron | Edad | Carga Máxima (Kg) | Resistencia de Concreto (kg/cm ²) | Velocidad de Esfuerzo (kg/f) | Resistencia de Diseño (kg/cm ²) |
|--------|----------------|------|-------------------|---|------------------------------|---|
| AM1-1 | Patron (-) (-) | 7 | 14486.00 | 177.98 | 2.00 | 270 |
| AM1-2 | Patron (-) (-) | 7 | 14362.00 | 177.85 | 2.40 | 270 |
| AM1-3 | Patron (-) (-) | 7 | 14625.00 | 178.28 | 2.30 | 270 |
| AM1-4 | Patron (-) (-) | 14 | 18593.21 | 245.49 | 2.50 | 270 |
| AM1-5 | Patron (-) (-) | 14 | 18551.40 | 245.44 | 2.30 | 270 |
| AM1-6 | Patron (-) (-) | 14 | 18754.90 | 245.62 | 2.20 | 270 |
| AM1-7 | Patron (-) (-) | 28 | 22866.00 | 278.74 | 1.60 | 270 |
| AM1-8 | Patron (-) (-) | 28 | 22510.00 | 278.20 | 1.40 | 270 |
| AM1-9 | Patron (-) (-) | 28 | 22529.00 | 278.98 | 1.70 | 270 |

Fuente: Elaboración Propia.

Según la tabla 28; se observó que la resistencia a la compresión aumentó con la adición gradual de RHA a dosis de 2.50% y macrofibra sintética en dosis de 1.0 kg/m³ con resistencias medias de 178.04 kg/cm², 245.52 kg/cm² y 278.64 kg/cm², a los 7, 14 y 28 días respectivamente, por lo tanto, la adición de RHA al 2.50% en los primeros 7 días puede obtener resultados superiores en comparación al concreto estándar.

Resistencia a la Compresión del Concreto con 7.50% de RHA y 1.0 kg/m³ de MS.

Tabla 26. Resistencia a la Compresión del Concreto con 7.50% de RHA y 1.0 kg/m³ de MS

| Código | Patron | Edad | Carga Máxima (Kg) | Resistencia de Concreto (kg/cm²) | Velocidad de Esfuerzo (kg/f) | Resistencia de Diseño (kg/cm²) |
|---------------|----------------|-------------|--------------------------|--|-------------------------------------|--|
| AM2-1 | Patron (+) (-) | 7 | 14239.00 | 177.37 | 1.30 | 270 |
| AM2-2 | Patron (+) (-) | 7 | 14497.00 | 177.41 | 1.40 | 270 |
| AM2-3 | Patron (+) (-) | 7 | 15397.00 | 177.81 | 0.90 | 270 |
| AM2-4 | Patron (+) (-) | 14 | 19627.00 | 244.97 | 2.10 | 270 |
| AM2-5 | Patron (+) (-) | 14 | 21598.00 | 244.74 | 1.50 | 270 |
| AM2-6 | Patron (+) (-) | 14 | 20773.00 | 244.54 | 1.90 | 270 |
| AM2-7 | Patron (+) (-) | 28 | 22657.20 | 277.28 | 2.10 | 270 |
| AM2-8 | Patron (+) (-) | 28 | 23572.00 | 277.49 | 2.20 | 270 |
| AM2-9 | Patron (+) (-) | 28 | 23097.00 | 277.20 | 1.90 | 270 |

Fuente: Elaboración Propia.

Con respecto a la tabla 29; se observó que la resistencia a la compresión aumentó con la adición gradual de RHA a dosis de 7.50% y con fibra sintética en dosis de 1.0 kg/m³ con resistencias medias de 177.53 kg/cm², 244.75 kg/cm² y 277.32 k/cm², a los 7, 14 y 28 días respectivamente, por lo tanto, la adición de RHA al 7.50% en los primeros 7 días puede obtener resultados superiores en comparación al concreto estándar.

Resistencia a la Compresión del Concreto con 2.50% de RHA y 3.0 kg/m3 de MS.

Tabla 27. Resistencia a la Compresión del Concreto con 2.50% de RHA y 3.0 kg/m3 de MS

| Código | Patron | Edad | Carga Máxima (Kg) | Resistencia de Concreto (kg/cm2) | Velocidad de Esfuerzo (kg/f) | Resistencia de Diseño (kg/cm2) |
|---------------|----------------|-------------|--------------------------|---|-------------------------------------|---------------------------------------|
| AM3-1 | Patron (-) (+) | 7 | 14692.00 | 179.80 | 1.90 | 270 |
| AM3-2 | Patron (-) (+) | 7 | 14777.00 | 179.43 | 2.10 | 270 |
| AM3-3 | Patron (-) (+) | 7 | 14448.00 | 179.62 | 1.80 | 270 |
| AM3-4 | Patron (-) (+) | 14 | 19783.00 | 246.92 | 2.20 | 270 |
| AM3-5 | Patron (-) (+) | 14 | 19659.00 | 246.35 | 1.90 | 270 |
| AM3-6 | Patron (-) (+) | 14 | 20956.00 | 246.69 | 1.80 | 270 |
| AM3-7 | Patron (-) (+) | 28 | 22508.00 | 279.82 | 2.40 | 270 |
| AM3-8 | Patron (-) (+) | 28 | 22983.00 | 279.07 | 2.10 | 270 |
| AM3-9 | Patron (-) (+) | 28 | 23560.00 | 279.49 | 1.80 | 270 |

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede observar que se logró e incluso superó la resistencia a la compresión requerida, llegando a 279. 82 kg/cm2 en la muestra AM3-7 en la estructura de concreto al usar RHA al 2.50% y macrofibra sintética al 3 kg/m3. Esto se debe al uso de la macrofibra sintética, que proporciona mayor resistencia a la compresión a medida que el concreto envejece y evita que se formen microfisuras en el concreto.

Resistencia a la Compresión del Concreto con 7.50% de RHA y 3.0 kg/m3 de MS.

Tabla 28. Resistencia a la Compresión del Concreto con 7.50% de RHA y 3.0 kg/m3 de MS.

| Código | Patron | Edad | Carga Máxima (Kg) | Resistencia de Concreto (kg/cm2) | Velocidad de Esfuerzo (kg/f) | Resistencia de Diseño (kg/cm2) |
|---------------|----------------|-------------|--------------------------|---|-------------------------------------|---------------------------------------|
| AM4-1 | Patron (+) (+) | 7 | 15865.00 | 175.12 | 1.60 | 270 |
| AM4-2 | Patron (+) (+) | 7 | 16159.00 | 175.09 | 1.80 | 270 |
| AM4-3 | Patron (+) (+) | 7 | 14477.00 | 175.10 | 1.70 | 270 |
| AM4-4 | Patron (+) (+) | 14 | 19523.00 | 243.68 | 2.10 | 270 |
| AM4-5 | Patron (+) (+) | 14 | 19507.00 | 243.96 | 2.00 | 270 |
| AM4-6 | Patron (+) (+) | 14 | 19882.00 | 243.32 | 1.70 | 270 |
| AM4-7 | Patron (+) (+) | 28 | 21823.00 | 271.31 | 2.20 | 270 |
| AM4-8 | Patron (+) (+) | 28 | 23285.00 | 271.49 | 1.90 | 270 |
| AM4-9 | Patron (+) (+) | 28 | 24065.50 | 271.17 | 2.30 | 270 |

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede observar que se logró la resistencia a la compresión requerida, llegando a 271.49 kg/cm2 en la muestra AM4-8 en la estructura de concreto al usar RHA al 7.50% y macrofibra sintética al 3.0 kg/m3. Esta muestra bajo un poco por echar en mayor cantidad la dosis de ceniza de cascarilla de arroz y macrofibra sintética.

Resistencia a la Compresión del Concreto con 5.00% de RHA y 2.0 kg/m³ de MS.

Tabla 29. Resistencia a la Compresión del Concreto con 5.00% de RHA y 2.0 kg/m³ de MS

Fuente: Elaboración Propia.

Con respecto a la tabla 32; se observó que la resistencia a la compresión

| Código | Patron | Edad | Carga Máxima (Kg) | Resistencia de Concreto (kg/cm²) | Velocidad de Esfuerzo (kg/f) | Resistencia de Diseño (kg/cm²) |
|---------------|---------------|-------------|--------------------------|--|-------------------------------------|--|
| AM5-1 | Patron Prom. | 7 | 14910.00 | 181.05 | 2.10 | 270 |
| AM5-2 | Patron Prom. | 7 | 15583.00 | 181.00 | 2.40 | 270 |
| AM5-3 | Patron Prom. | 7 | 15153.00 | 181.15 | 2.40 | 270 |
| AM5-4 | Patron Prom. | 14 | 19974.00 | 248.32 | 2.20 | 270 |
| AM5-5 | Patron Prom. | 14 | 22011.00 | 248.49 | 2.10 | 270 |
| AM5-6 | Patron Prom. | 14 | 21207.00 | 248.21 | 2.50 | 270 |
| AM5-7 | Patron Prom. | 28 | 22043.00 | 280.10 | 2.30 | 270 |
| AM5-8 | Patron Prom. | 28 | 22124.00 | 280.01 | 2.40 | 270 |
| AM5-9 | Patron Prom. | 28 | 22227.00 | 280.19 | 2.50 | 270 |

aumentó con la adición gradual de RHA a dosis de 5.00% y con fibra sintética en dosis de 2.0 kg/m³ con resistencias medias de 181.07 kg/cm², 248.34 kg/cm² y 280.10 k/cm², a los 7, 14 y 28 días respectivamente, por lo tanto, la adición de RHA al 5.00% en los primeros 7 días puede obtener resultados superiores en comparación al concreto estándar y los demás patrones.

En la siguiente figura se muestra la comparación de los 6 patrones realizados, en términos de resistencia a la compresión logrado después de 7, 14 y 28 días.

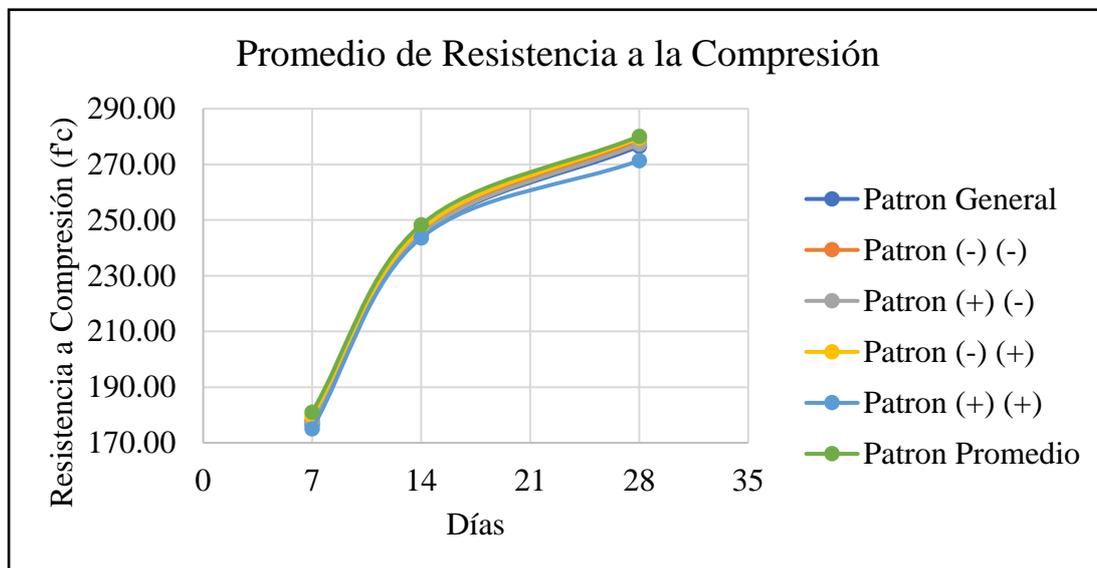


Figura 6. Comparación de la Resistencia a la Compresión.

Según la figura 8; Se observó que la resistencia a la compresión aumentó con la adición gradual de RHA a dosis de 2.50%, 5.00% y 7.50%. siendo el valor promedio del concreto patron promedio el más alto alcanzando una resistencia promedio de 280.10 kg/cm², por lo tanto, la adición de RHA al 5.00% en los 28 días de curado puede obtener resultados superiores en comparación al concreto estándar.

Resistencia a la Tracción de Probetas de Concreto Estándar y Concreto con RHA y MS.

Según lo escrito en ASTM C – 496/C496M – 17, este método de prueba se utiliza para determinar la resistencia a la tracción indirecta de muestras de concreto estándar y concreto que contienen 2.50%, 5.00% y 7.50% de RHA y 1.0 kg/m³, 2.0 kg/m³ y 3.0 kg/m³, según el método brasileño, estos resultados se describen en las siguientes tablas:

Resistencia a la Tracción del Concreto Estándar

Tabla 30. Resistencia a la Tracción del Concreto Estándar.

| Código | Patrón | Edad | Carga Máxima (kN) | Resistencia de Diseño (kg/cm²) | Resistencia de Concreto (kg/cm²) |
|---------------|----------------|-------------|----------------------------------|--|--|
| AMG-10 | Patrón General | 7 | 82.65 | 270.00 | 26.84 |
| AMG-11 | Patrón General | 7 | 82.12 | 270.00 | 26.83 |
| AMG-12 | Patrón General | 7 | 82.48 | 270.00 | 26.80 |
| AMG-13 | Patrón General | 14 | 115.52 | 270.00 | 37.54 |
| AMG-14 | Patrón General | 14 | 114.90 | 270.00 | 37.96 |
| AMG-15 | Patrón General | 14 | 115.10 | 270.00 | 37.82 |
| AMG-16 | Patrón General | 28 | 128.03 | 270.00 | 41.56 |
| AMG-17 | Patrón General | 28 | 128.96 | 270.00 | 41.86 |
| AMG-18 | Patrón General | 28 | 127.81 | 270.00 | 41.74 |

Fuente: Elaboración Propia.

Según la tabla 33; Se observó que la resistencia a la tracción del concreto patrón general aumento con resistencias promedio de 26.82 kg/cm², 37.77 kg/cm² y 41.72 kg/cm², a los 7, 14 y 28 días respectivamente, esto se debe al buen uso de los materiales.

Resistencia a la Tracción del Concreto con 2.50% de RHA y 1.0 kg/m³ de MS.

Tabla 31. Resistencia a la Compresión del Concreto con 2.50% de RHA y 1.0 kg/m³ de MS.

| Código | Patrón | Edad | Carga Máxima (kN) | Resistencia de Diseño (kg/cm²) | Resistencia de Concreto (kg/cm²) |
|---------------|----------------|-------------|--------------------------|--|--|
| AM1-10 | Patrón (-) (-) | 7 | 83.32 | 270.00 | 27.00 |
| AM1-11 | Patrón (-) (-) | 7 | 82.95 | 270.00 | 27.09 |
| AM1-12 | Patrón (-) (-) | 7 | 82.56 | 270.00 | 26.93 |
| AM1-13 | Patrón (-) (-) | 14 | 116.96 | 270.00 | 37.90 |
| AM1-14 | Patrón (-) (-) | 14 | 117.42 | 270.00 | 38.50 |
| AM1-15 | Patrón (-) (-) | 14 | 117.33 | 270.00 | 38.33 |
| AM1-16 | Patrón (-) (-) | 28 | 130.95 | 270.00 | 42.64 |
| AM1-17 | Patrón (-) (-) | 28 | 131.76 | 270.00 | 42.93 |
| AM1-18 | Patrón (-) (-) | 28 | 130.23 | 270.00 | 42.17 |

Fuente: Elaboración Propia.

Según la tabla 34; Se observó que la resistencia a la tracción aumentó con la adición gradual de RHA en dosis de 2.50%, con resistencias promedio de 27.01 kg/cm², 38.24 kg/cm² y 42.58 kg/cm², a los 7, 14 y 28 días respectivamente, por lo tanto, la adición de 2.50% de RHA y 1.0 kg/m³ logró resultados superiores en comparación con el concreto estándar.

Resistencia a la Tracción del Concreto con 7.50% de RHA y 1.0 kg/m³ de MS.

Tabla 32. Resistencia a la Compresión del Concreto con 7.50% de RHA y 1.0 kg/m³ de MS.

| Código | Patrón | Edad | Carga Máxima (kN) | Resistencia de Diseño (kg/cm²) | Resistencia de Concreto (kg/cm²) |
|---------------|----------------|-------------|--------------------------|--|--|
| AM2-10 | Patrón (+) (-) | 7 | 80.95 | 270.00 | 26.37 |
| AM2-11 | Patrón (+) (-) | 7 | 81.72 | 270.00 | 26.56 |
| AM2-12 | Patrón (+) (-) | 7 | 82.13 | 270.00 | 26.89 |
| AM2-13 | Patrón (+) (-) | 14 | 112.23 | 270.00 | 36.31 |
| AM2-14 | Patrón (+) (-) | 14 | 112.78 | 270.00 | 36.71 |
| AM2-15 | Patrón (+) (-) | 14 | 112.92 | 270.00 | 36.45 |
| AM2-16 | Patrón (+) (-) | 28 | 127.76 | 270.00 | 41.70 |
| AM2-17 | Patrón (+) (-) | 28 | 128.92 | 270.00 | 41.79 |
| AM2-18 | Patrón (+) (-) | 28 | 128.74 | 270.00 | 41.65 |

Fuente: Elaboración Propia.

Según la tabla 35; Se observó que la resistencia a la tracción aumentó moderadamente con la adición gradual de RHA en dosis de 7.50%, con resistencias promedio de 26.61 kg/cm², 36.49 kg/cm² y 41.71 kg/cm², a los 7, 14 y 28 días respectivamente, por lo tanto, la adición de 7.50% de RHA y 1.0 kg/m³ logró resultados superiores en comparación con el concreto estándar.

Resistencia a la Tracción del Concreto con 2.50% de RHA y 3.0 kg/m3 de MS.

Tabla 33. Resistencia a la Compresión del Concreto con 2.50% de RHA y 3.0 kg/m3 de MS.

| Código | Patrón | Edad | Carga Máxima (kN) | Resistencia de Diseño (kg/cm2) | Resistencia de Concreto (kg/cm2) |
|--------|----------------|------|-------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| AM3-10 | Patrón (-) (+) | 7 | 86.94 | 270.00 | 28.25 |
| AM3-11 | Patrón (-) (+) | 7 | 86.75 | 270.00 | 28.07 |
| AM3-12 | Patrón (-) (+) | 7 | 87.75 | 270.00 | 28.52 |
| AM3-13 | Patrón (-) (+) | 14 | 118.12 | 270.00 | 38.22 |
| AM3-14 | Patrón (-) (+) | 14 | 118.15 | 270.00 | 38.11 |
| AM3-15 | Patrón (-) (+) | 14 | 119.45 | 270.00 | 38.38 |
| AM3-16 | Patrón (-) (+) | 28 | 135.09 | 270.00 | 43.82 |
| AM3-17 | Patrón (-) (+) | 28 | 135.47 | 270.00 | 43.80 |
| AM3-18 | Patrón (-) (+) | 28 | 135.14 | 270.00 | 43.86 |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 36; Se observó que la resistencia a la tracción aumentó con la adición gradual de RHA en dosis de 2.50%, con resistencias promedio de 28.28 kg/cm2, 38.24 kg/cm2 y 43.83 kg/cm2, a los 7, 14 y 28 días respectivamente, por lo tanto, la adición de 2.50% de RHA y 3.0 kg/m3 logró resultados superiores en comparación con el concreto estándar. Esto se debe que se aumenta en mayor proporción las macrofibras sintéticas.

Resistencia a la Tracción del Concreto con 7.50% de RHA y 3.0 kg/m3 de MS.

Tabla 34. Resistencia a la Compresión del Concreto con 7.50% de RHA y 3.0

kg/m3 de MS

| Código | Patrón | Edad | Carga Máxima (kN) | Resistencia de Diseño (kg/cm2) | Resistencia de Concreto (kg/cm2) |
|--------|----------------|------|-------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| AM4-10 | Patrón (+) (+) | 7 | 80.66 | 270.00 | 26.17 |
| AM4-11 | Patrón (+) (+) | 7 | 81.05 | 270.00 | 26.24 |
| AM4-12 | Patrón (+) (+) | 7 | 80.48 | 270.00 | 26.02 |
| AM4-13 | Patrón (+) (+) | 14 | 110.75 | 270.00 | 36.24 |
| AM4-14 | Patrón (+) (+) | 14 | 110.12 | 270.00 | 35.82 |
| AM4-15 | Patrón (+) (+) | 14 | 110.96 | 270.00 | 36.09 |
| AM4-16 | Patrón (+) (+) | 28 | 124.61 | 270.00 | 40.78 |
| AM4-17 | Patrón (+) (+) | 28 | 125.45 | 270.00 | 40.73 |
| AM4-18 | Patrón (+) (+) | 28 | 125.15 | 270.00 | 40.67 |

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede observar que la resistencia a la tracción baja, llegando a 40.78 kg/cm2 en la muestra AM4-16 en la estructura de concreto al usar RHA al 7.50% y macrofibra sintética al 3.0 kg/m3. Esta muestra bajo un poco por echar en mayor cantidad la dosis de ceniza de cascarilla de arroz y macrofibra sintética.

Resistencia a la Tracción del Concreto con 5.00% de RHA y 2.0 kg/m³ de MS.

Tabla 35. Resistencia a la Compresión del Concreto con 5.00% de RHA y 2.0 kg/m³ de MS.

| Código | Patrón | Edad | Carga Máxima (kN) | Resistencia de Diseño (kg/cm ²) | Resistencia de Concreto (kg/cm ²) |
|--------|--------------|------|-------------------|---|---|
| AM5-10 | Patrón Prom. | 7 | 88.68 | 210.00 | 29.02 |
| AM5-11 | Patrón Prom. | 7 | 89.24 | 210.00 | 29.15 |
| AM5-12 | Patrón Prom. | 7 | 89.75 | 210.00 | 29.26 |
| AM5-13 | Patrón Prom. | 14 | 120.95 | 210.00 | 39.18 |
| AM5-14 | Patrón Prom. | 14 | 120.96 | 210.00 | 39.12 |
| AM5-15 | Patrón Prom. | 14 | 120.99 | 210.00 | 39.01 |
| AM5-16 | Patrón Prom. | 28 | 137.45 | 210.00 | 44.47 |
| AM5-17 | Patrón Prom. | 28 | 140.26 | 210.00 | 45.21 |
| AM5-18 | Patrón Prom. | 28 | 139.34 | 210.00 | 44.90 |

Fuente: Elaboración Propia.

Con respecto a la tabla 38; se observó que la resistencia a la tracción aumentó con la adición gradual de RHA a dosis de 5.00% y con fibra sintética en dosis de 2.0 kg/m³ con resistencias medias de 29.14 kg/cm², 39.10 kg/cm² y 44.86 k/cm², a los 7, 14 y 28 días respectivamente, por lo tanto, la adición de RHA al 5.00% en los primeros 7 días puede obtener resultados superiores en comparación al concreto estándar y los demás patrones.

A continuación, se muestra en la figura 9 la comparación de la resistencia a la tracción halladas del patron general y los 5 patrones usando RHA y macrofibras sintéticas.

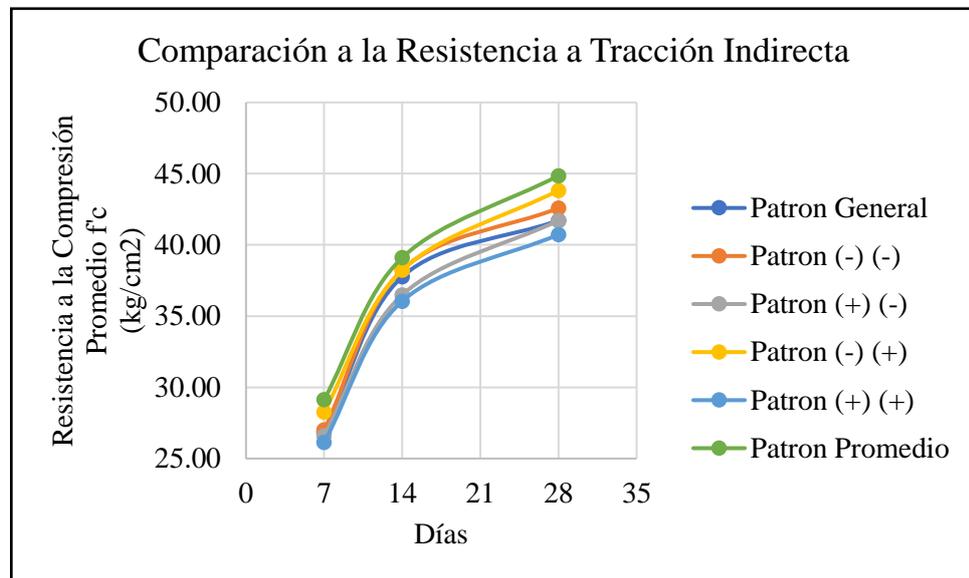


Figura 7. Comparación de la Resistencia a la Tracción Indirecta

4.3. Prueba de Hipótesis

4.3.1. Hipótesis general

Hipótesis Alternativa (H1)

La ceniza de cascarilla de arroz mejora las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270 \text{ Kg/cm}^2$.

Hipótesis Alternativa (Ho)

La ceniza de cascarilla de arroz no mejora las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270 \text{ Kg/cm}^2$.

Aplicación de la Prueba de Normalidad

El criterio que se utilizó para determinar la prueba de normalidad es la siguiente:

Si el p – valor de la prueba es menos que 0.05 se rechaza la hipótesis nula (H_0).

Si el p – valor de la prueba es mayor que 0.05 se acepta la hipótesis nula (Ho).

Tabla 36. Prueba de Normalidad para las Resistencia a la Compresión y

| | | Prueba de Normalidad | | | | | |
|-------------------|-----------------|-----------------------------|-----------|------------|-----------------------|-----------|------------|
| | | Kolmogorov - Smirnov | | | Shapiro - Wilk | | |
| | Patrones | Estadístico | gl | Sig | Estadístico | gl | Sig |
| Compresión | Patron General | 0.202 | 3 | . | 0.994 | 3 | 0.851 |
| | Patron (-) (-) | 0.265 | 3 | . | 0.953 | 3 | 0.583 |
| | Patron (+) (-) | 0.280 | 3 | . | 0.937 | 3 | 0.516 |
| | Patron (-) (+) | 0.198 | 3 | . | 0.995 | 3 | 0.868 |
| | Patron (+) (+) | 0.200 | 3 | . | 0.995 | 3 | 0.862 |
| | Patron Promedio | 0.175 | 3 | . | 1.000 | 3 | 1.000 |
| Tracción | Patron General | 0.219 | 3 | . | 0.987 | 3 | 0.780 |
| | Patron (-) (-) | 0.229 | 3 | . | 0.982 | 3 | 0.740 |
| | Patron (+) (-) | 0.241 | 3 | . | 0.974 | 3 | 0.688 |
| | Patron (-) (+) | 0.253 | 3 | . | 0.964 | 3 | 0.637 |
| | Patron (+) (+) | 0.191 | 3 | . | 0.997 | 3 | 0.900 |
| | Patron Promedio | 0.210 | 3 | . | 0.991 | 3 | 0.822 |

Fuente: Elaboración Propia.

Dado que los valores sig de los naturales y los experimentales son mayores que 0.05, entonces se aceptó la hipótesis nula, eso quiere decir que las variables de resistencias a la compresión y tracción tienen distribuciones normales.

Correlación de Pearson

Tabla 37 Correlación de Pearson de la Resistencia a Compresión y Tracción

| | | Compresión | Tracción |
|-------------------|------------------------|-------------------|-----------------|
| Compresión | Correlación de Pearson | 1 | 0.843** |
| | Sig. (bilateral) | | <0.001 |
| | N | 18 | 18 |
| Tracción | Correlación de Pearson | 0.843** | 1 |
| | Sig. (bilateral) | <0.001 | |
| | N | 18 | 18 |

Fuente: Elaboración Propia.

Podemos observar en el cuadro que el nivel de significancia es mejor que 0.05, eso quiere decir que aceptamos la alterna y rechazamos la nula y llegamos a la conclusión que hay variación positiva al aumentar ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas al concreto.

Prueba de ANOVA

Se realiza la comprobación con la prueba de Levene, y se realiza el criterio para determinar la homogeneidad de las varianzas.

Si p-valor de la prueba $< \alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula H_0 .

Si p-valor de la prueba $\geq \alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula H_0 .

Tabla 38. Prueba de ANOVA de la Resistencia a Compresión y Tracción

| | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------------|------------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|-------------|
| Compresión | Entre grupos | 152.002 | 5 | 30.400 | 465.787 | < .001 |
| | Dentro de grupos | 0.783 | 12 | 0.065 | | |
| | Total | 152.785 | 17 | | | |
| Tracción | Entre grupos | 35.033 | 5 | 7.007 | 132.617 | < .001 |
| | Dentro de grupos | 0.634 | 12 | 0.053 | | |
| | Total | 35.667 | 17 | | | |

Fuente: Elaboración Propia.

Observamos que el nivel de significancia es $0.001 < 0.05$, rechazamos H_0 y aceptamos la hipótesis del investigador. Con un nivel de significancia del 95%, esto significa que la adición de la ceniza de cascarilla de arroz y las macrofibras sintéticas aumentan la resistencia a la compresión y tracción del concreto.

Prueba de Programa Minitab

Tabla 39. Análisis de Varianza de la Resistencia a Compresión

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|----------------------------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Modelo | 4 | 50.039 | 12.510 | * | * |
| Lineal | 2 | 29.081 | 14.541 | * | * |
| RHA | 1 | 22.373 | 22.373 | * | * |
| MS | 1 | 6.708 | 6.708 | * | * |
| Cuadrado | 1 | 9.330 | 9.330 | * | * |
| RHA*RHA | 1 | 9.330 | 9.330 | * | * |
| Interacción de 2 factores | 1 | 11.628 | 11.628 | * | * |
| RHA*MS | 1 | 11.628 | 11.628 | * | * |
| Error | 0 | * | * | | |
| Total | 4 | 50.039 | | | |

Fuente: Programa Minitab

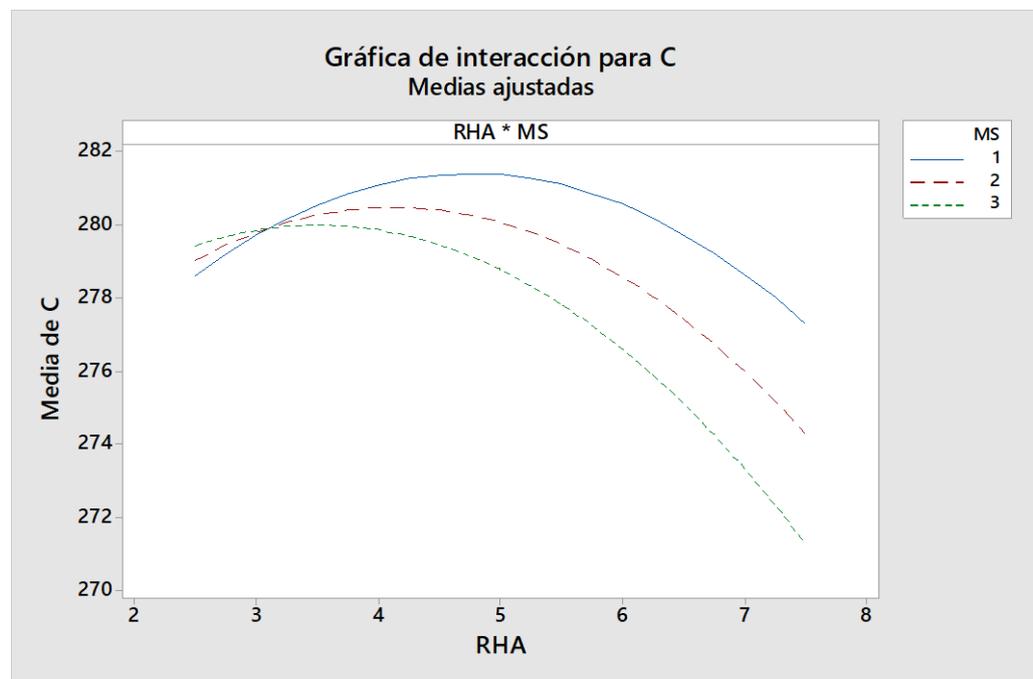


Figura 8. Interacción para Resistencia a Compresión.

Podemos de concluir que al usar cenizas de cascarilla de arroz y macrofibra sintética al concreto tiene un punto limite que alcanza la resistencia, eso quiere decir en este trabajo de investigación que a más cenizas de cascarilla de arroz y macrofibra sintética reducir la resistencia a compresión.

Tabla 40. Análisis de Varianza de la Resistencia a Tracción

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|----------------------------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Modelo | 4 | 10.8494 | 2.71235 | * | * |
| Lineal | 2 | 3.9770 | 1.98850 | * | * |
| RHA | 1 | 3.9601 | 3.93010 | * | * |
| MS | 1 | 0.0169 | 0.01690 | * | * |
| Cuadrado | 1 | 5.6180 | 5.61800 | * | * |
| RHA*RHA | 1 | 5.6180 | 5.61800 | * | * |
| Interacción de 2 factores | 1 | 1.2544 | 1.25440 | * | * |
| RHA*MS | 1 | 12544 | 1.25440 | * | * |
| Error | 0 | * | * | | |
| Total | 4 | 10.8494 | | | |

Fuente: Programa Minitab

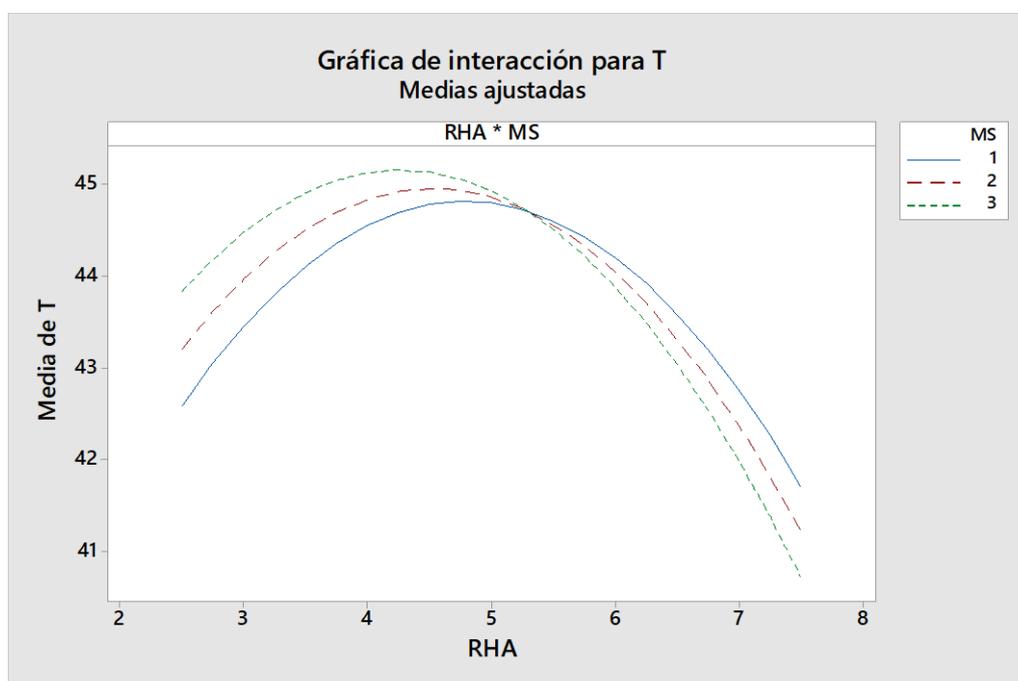


Figura 9. Interacción para Resistencia a Tracción.

Podemos de concluir que al usar ceniza de cascarilla de arroz y macrofibra sintética al concreto tiene un punto limite que alcanza la resistencia, eso quiere

decir en este trabajo de investigación que a más ceniza de cascarilla de arroz y macrofibra sintética reducir la resistencia a tracción.

4.4. Discusión de resultados

En este capítulo, la discusión se realiza mediante unas investigaciones antecedentes en el cual se analizaron e interpretaron estos resultados para encontrar similitudes o contradicciones con el presente estudio de que la ceniza de cascarilla de arroz y la macrofibra sintética se agrega en la misma proporción mínima al concreto, en comparación con la prueba datos obtenidos en el laboratorio propiedades físicas y mecánicas.

Según la tesis de (De la Pared Condo, 2011), titulada **”Diseño de mezclas de concreto con ceniza de cascarilla de arroz para emplearlo en proyectos de vivienda de bajo costo”** analiza que los resultados obtenidos durante la prueba de compresión del bloque de mortero mostraron que la resistencia disminuyó a medida que aumentó la proporciones de cenizas de cascarilla de arroz, la adición de 15 y 35% de ceniza dio resultados desfavorables. Al añadir un 5% obtenemos una resistencia a la compresión ligeramente inferior a la del mortero modelo, por tanto, este tipo de mortero se puede utilizar en obras; en nuestro caso al aumentar 5% de cenizas de cascarilla de arroz y 2.00 kg/m³ de macrofibras sintéticas al concreto la resistencia aumenta favorablemente llegando así a un $f'c = 280.10$ kg/cm² y al aumentar un 7.5% de las cenizas de cascarilla de arroz y 3.00 kg/m³ de macrofibras sintéticas el concreto llega a una resistencia de 2711.32 kg/cm² ligeramente mayor al del concreto estándar. En ambos casos se lleva a la conclusión que la ceniza funciona al aumentar en cantidades no mayores del 10%.

(Aliaga Mendoza & Badajos Quispe, 2018) en su tesis **“Adición de cenizas de cascarilla de arroz para el diseño de concreto $f'c$ 210kg/cm²,**

Atalaya, Ucayali – 2018”, determinaron que al agregar cenizas de cascarilla de arroz, la dosis óptima fue la adición de 10% de ceniza de cascarilla de arroz, ya que esta fue la única dosis que superó el nivel promedio de compactación de 101.97% después de 28 días, en nuestra investigación se llegó que al aumentar 5% de ceniza de cascarilla de arroz y 2.00 kg/m³ de macrofibras sintéticas la resistencia a la compresión supera en promedio de compactación de 103.74% después de los 28 días. En dicha tesis se experimentó el concreto y se analizó en estado fresco (Slump) con la adición de ceniza de cascarilla de arroz para preparar concreto $f'_c=210$ kg/cm², con una relación agua / cemento de 0.59, con los siguientes resultados: concreto patrón = 3.6 pulg., concreto con adición de CCA de 10% = 3.1 pulg., concreto con adición de CCA de 15% = 2.8 pulg y concreto con adición de CCA de 20% = 2.5 pulg.; en esta investigación para la preparación del concreto adicionando cenizas de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas con una resistencia de $f'_c = 270$ kg/cm² y una relación agua / cemento de 0.47, se obtuvo los siguientes asentamientos: concreto patrón = 3.6 pulg., concreto con 2.5% RHA + 1.0 kg/m³ MS = 3.7 pulg., concreto con 7.5% RHA + 1.0 kg/m³ MS = 3.7 pulg., concreto con 2.5% RHA + 3.0 kg/m³ MS = 3.7 pulg., concreto con 7.5% RHA + 3.0 kg/m³ MS = 3.7 pulg. y concreto con 5.0% RHA + 2.0 kg/m³ MS = 3.7 pulg.

En el trabajo de los tesisistas (Arévalo Torres & López del Aguila, 2020) titulado **“Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín”**, analizaron que en la resistencia a la compresión de las muestras al agregar ceniza de cascarilla de arroz al 2% fue de 177.66 kg/cm³ y 213.82 kg/cm², respectivamente, un aumento de 0.64% para la primera muestra estándar y 1.65%

para la segunda muestra patrón; la cual concluyen que la tasa adecuada de adición de ceniza de cascarilla de arroz en la producción de concreto es del 2%, lo que aumenta ligeramente su resistencia a la compresión. El análisis de este trabajo nos indica que al aumentar el 5% de la ceniza de cascarilla de arroz y el 2.00 kg/m³ de macrofibras sintéticas en el concreto se obtiene resistencias mayores de 181.07 kg/cm², 248.34 kg/cm² y 280.10 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de curado respectivamente, aumentando así en un 3.74% con respecto al concreto patrón.

(Lozano Sanchez, 2023), en su tesis **“Estudio De Las Propiedades Físicas Y Mecánicas Del Concreto Usando Ceniza De Cáscara De Arroz Y Pet”** concluye que en la resistencia a la tracción del concreto $f'_c = 210$ kg/cm², la combinación óptima es de 6% CCA 2% PET porque aumenta el RT de CP en un 4.5%. La combinación de 6% CCA, 2% PET y 3% PET no superó la resistencia a la tracción del CP, pero se acercó más, reduciéndolo solo en un 15.62%, 24.37% y 24.47% respectivamente. Para el diseño de 280 kg/cm², ninguno supera la resistencia a la tracción del concreto estándar, las combinaciones 6% CCA, 2% PET, 6% CCA – 2% PET y 6% CCA – 2% PET son la que más se acercan, solo disminuyendo en 14.09%, 11.69%, 0.57% y 0.45% respectivamente. En esta investigación la resistencia a la tracción fue favorable ya que para el diseño $f'_c = 270$ kg/cm² adicionando cenizas de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas se obtuvo los siguientes resultados: PG = 41.72 kg/cm², 2.5% RHA + 1.0 kg/cm² MS = 42.58 kg/cm², 7.5% RHA + 1.0 kg/cm² MS = 41.71 kg/cm², 2.5% RHA + 3.0 kg/cm² MS = 43.83 kg/cm², 7.5% RHA + 3.0 kg/cm² MS = 40.72 kg/cm² y 5.0% RHA + 2.0 kg/cm² MS = 44.86 kg/cm². Concluyendo que la dosis optima es de 5.0% RHA + 2.0 kg/cm²

MS ya que la resistencia a la tracción aumenta en un 7.53% con respecto al concreto estándar.

Con respecto a la macrofibra sintética, según los tesisistas (Asto Quispe & Quiroz Flores, 2021) en su tesis **“Desempeño de la macrofibra sintética para mejorar las propiedades mecánicas del concreto”**, han analizado que el esfuerzo con fibras sintéticas presenta aspectos positivos en cuanto a las propiedades mecánicas del concreto, entre las que destacan a las propiedades mecánicas del concreto, entre las que destacan las fibras de polipropileno, donde se registró un aumento del 13% en la resistencia a la compresión con la dosis óptima es de 4.6 kg/m³, en fuerza de tracción aumenta un 48% con la dosis óptima de 7 kg/m³. En nuestro caso la resistencia a la tracción aumenta con la adición de 2.00 kg/m³ de macrofibras sintéticas y 5% de RHA, llegando así a una resistencia de 280.10 kg/cm² la cual aumenta en un 1.31%; con respecto a la resistencia a la tracción con el 2.00 kg/m³ y 5% de RHA se obtuvo una resistencia de 44.86 kg/cm², la cual aumenta en un 7.52% con respecto al concreto estándar.

CONCLUSIONES

En el estudio realizado se llegó a la conclusión general de que la ceniza de cascarilla de arroz y las macrofibras sintéticas afecta las propiedades físicas y mecánicas del concreto, mostrando una mejora en las propiedades del concreto tanto en estado fresco como en estado endurecido.

- Los agregados gruesos y finos utilizados en esta investigación cumplen con los parámetros establecidos en las Normas Técnicas Peruanas, la se obtuvieron en los laboratorios de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Se analizó que la ceniza de cascarilla de arroz fue cocida a 250°C durante dos horas y determinó que afecta directamente las propiedades mecánicas y físicas del concreto; en aumento de resistencia a la compresión; mayor resistencia a la tracción y menor trabajabilidad.
- Los resultados de investigaciones que evaluaron los efectos de la dosificación de RHA y MS en el concreto a través de pruebas de laboratorio, han confirmado que las dosis de RHA al 2.50%, 5.00% y 7.50% y MS al 1.00 kg/m³, 2.00 kg/m³ y 3.00 kg/m³ tienen un impacto favorable en las propiedades mecánicas del concreto.
- Los resultados de las investigaciones según los registros de ensayos realizados en laboratorio confirman que el RHA afecta las propiedades mecánicas del concreto, aumentando la resistencia a la compresión en un 1.31% a los 28 días de curado, dando un 7.53% más de tracción. La dosis de 5.00% de RHA y 2.00 kg/m³ de MS es la mejor dosis, a diferencia de otras dosis; cabe destacar que la mayor resistencia se obtiene en las últimas edades.
- Los resultados de la resistencia a la tracción fueron favorables ya que para el diseño $f'_c = 270 \text{ kg/cm}^2$ adicionando cenizas de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas

se obtuvo los siguientes resultados: PG = 41.72 kg/cm², 2.5% RHA + 1.0 kg/cm² MS = 42.58 kg/cm², 7.5% RHA + 1.0 kg/cm² MS = 41.71 kg/cm², 2.5% RHA + 3.0 kg/cm² MS = 43.83 kg/cm², 7.5% RHA + 3.0 kg/cm² MS = 40.72 kg/cm² y 5.0% RHA + 2.0 kg/cm² MS = 44.86 kg/cm². Concluyendo que la dosis optima es de 5.0% RHA + 2.0 kg/cm² MS ya que la resistencia a la tracción aumenta en un 7.53% con respecto al concreto estándar.

- La incorporación de ceniza de cascarilla de arroz como material puzolánico al concreto puede contribuir a reducir el impacto ambiental asociado a la producción de cemento. Aunque las mejoras en las propiedades físicas y mecánicas no son tan notables dentro de esta gama de alternativas, considerar materiales alternativos como la ceniza de cascarilla de arroz podría ser una opción viable para garantizar la sostenibilidad en el sector de la construcción.

RECOMENDACIONES

Cuando se ha demostrado que la adición de cenizas de cascarilla de arroz y la macrofibra sintética afecta las propiedades físicas y mecánicas del concreto, se hacen las siguientes recomendaciones:

- No se recomienda utilizar más del 10% en peso de cemento como complemento del concreto, debido a que a mayores porcentajes la resistencia a la compresión comienza a disminuir.
- La adición de ceniza de cascarilla de arroz se considera novedosa, por lo que es de suma importancia realizar más estudios sobre la reacción del hormigón a estas adiciones en el futuro.
- Las pruebas de compresión y tracción deben realizarse con varias horas de anticipación, permitiendo que los cilindros se ventilen al aire libre para eliminar el agua residual de la muestra y reducir la dispersión de los resultados.
- Este trabajo de investigación está completamente abierto a futuras investigaciones. El campo de la tecnología del concreto es muy amplio y existen multitud de ensayos diferentes, tanto físicos como químicos, que cualquiera que lo crea conveniente puede realizar con total libertad apoyándose en esta investigación y todos los resultados obtenidos sirven de base.
- Para futuras investigaciones, realizar una comparación entre fibras sintéticas y fibras de acero para analizar las ventajas de las propiedades mecánicas del hormigón para la formación e información en el entorno de la industria de la construcción.
- Finalmente, se debe evaluar el hormigón a lo largo del tiempo para comprobar si la resistencia cambia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbass, M., Singh, D., & Singh, G. (2021). Propiedades del hormigón geopolímero híbrido preparado a partir de ceniza de cáscara de arroz, cenizas volantes y GGBS con fibra de coco. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785321004818>.
- Abolhasani, A., Samali, B., Dehestani, M., & Ali Libre, N. (2022). Efecto de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas, energía de fractura, fragilidad y envejecimiento del hormigón de cemento de aluminato de calcio. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352012421011115>.
- Adamu, M., Oyime Ayení, K., Ibarahim Harunaa, S., Ibrahim Mansour, Y. E.-H., & Haruna, S. (2021). Rendimiento de durabilidad del hormigón permeable que contiene ceniza de cáscara de arroz y carburo de calcio: Un enfoque metodológico de superficie de respuesta—ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509521000620>.
- Al-Alwan, A. A. K., Al-Bazoon, M., I. Mussa, F., Alalwan, H. A., Hatem Shadhar, M., Mohammed, M. M., & Mohammed, M. F. (2022). The impact of using rice husk ash as a replacement material in concrete: An experimental study. *Journal of King Saud University – Engineering Science*.
- Ali, T., Saand, A., Bangwar, D. K., Buller, A. S., & Ahmed, Z. (2021). Mechanical and Durability Properties of Aerated Concrete Incorporating Rice Husk Ash (RHA) as Partial Replacement of Cement. *Crystals*.
- Aliaga Mendoza, J. C. A., & Badajos Quispe, B. E. D. (2018). Adición de cenizas de cascarilla de arroz para el diseño de concreto $f'c$ 210kg/cm², Atalaya, Ucayali – 2018. Lima - Perú.
- Alomayri, T., Adesina, A., & Dasc, S. (2021). Influencia de la ceniza amorfa de cáscara de arroz cruda como precursora y condición de curado en el rendimiento del hormigón activado con álcali. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509521002928>.

- Amaya Alarcón, S., & Ramirez Zapata, M. Á. (2019). Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras. Bogotá D.C. - Colombia.
- Aminu Alhaji, M., & Kumar Sharma, P. (2022). Efectos combinados de la ceniza de cáscara de arroz y las fibras híbridas sobre las propiedades mecánicas y frescas del hormigón con áridos reciclados. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785322029121>.
- ANCAP. (2007). Química del Cemento. Montevideo - Uruguay.
- Arévalo Torres, A. F., & López del Aguila, L. (2020). Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín. Tarapoto - Perú.
- Aslam Kassimali. (2013). Análisis Estructural- Quinta Edición.
- Asto Quispe, J. A., & Quiroz Flores, R. E. (2021). Desempeño de la macrofibra sintética para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. Lima - Perú.
- Bernal, C. A. (2010). Metodología de la investigación. Bogotá D.C. - Colombia.
- Bheel, N., Awoyera, P., Shar, I. A., Sohu, S., Abbasi, S. A., & Prakash, A. K. (2021). Mechanical Properties of Concrete Incorporating Rice Husk Ash and Wheat Straw Ash as Ternary Cementitious Material.
- Bixapathi, G., & Saravanan. (2022). Resistencia y durabilidad del hormigón utilizando ceniza de cáscara de arroz como sustitución parcial del cemento. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785321072825>.
- Carrasco Díaz, S. (2008). Metodología de la investigación científica: Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación – Biblioteca. <https://fcctp.usmp.edu.pe/biblioteca/2023/03/30/metodologia-de-la-investigacion-cientifica-pautas-metodologicas-para-disenar-y-elaborar-el-proyecto-de-investigacion/>.
- Castillo Rosario, N. de J. (2021). Estudio del comportamiento mecánico de hormigones reforzados con macrofibras sintéticas sometidos a temperaturas moderadas. Valencia - España.

- Cerda L, J., & Villarroel Del P, L. (2008). Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. Chile.
- Chen, Z., Chen, S., Zhou, Y., Zhang, C., Meng, T., Jiang, S., Liu, L., & Hu, G. (2022). Effect of incorporation of rice husk ash and iron ore tailings on properties of concrete. *Construction and Building Materials*.
- D. Chetán, & A. Aravindán. (2020). Una investigación experimental sobre las características de resistencia mediante la sustitución parcial de ceniza de cáscara de arroz y arena Robo en hormigón. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785320336312>.
- De la Pared Condo, D. B. (2011). Diseño de mezclas de concreto con ceniza de cascarilla de arroz para emplearlo en proyectos de vivienda de bajo costo. Guayaquil - Ecuador.
- Depaá, RA. B., Priyadarshini, V., Hemamalinie, A., Xavier, F., & Surendrababu, K. (2021). Evaluación de las propiedades resistentes del hormigón elaborado con ceniza de cáscara de arroz. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785320403220>.
- Fang - Chen Lo, Ming - Gin Lee, & Shang - Lien Loa. (2021). Efecto de la sustitución parcial de cenizas de carbón y de cáscara de arroz en cemento Portland ordinario sobre hormigón permeable. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061821007078>.
- Fapohunda, C., Akinbile, B., & Shittu, A. (2017). Structure and properties of mortar and concrete with rice husk ash as partial replacement of ordinary Portland cement – A review. *International Journal of Sustainable Built Environment*.
- G. Ogwang, P.W. Olupot, H. Kasedde, E. Menya, H. Storz, & Y. Kiros. (2021). Experimental evaluation of rice husk ash for applications in geopolymer mortars. *Journal of Bioresources and Bioproducts*.
- Giraldo Bolivar, O. (1987). Guia practica para el diseño de mezclas de hormigón. Medellín - Colombia.

- González Díaz, F., Cano Licona, J., & Rocha Chiu, L. A. (2004). Programa para Diseño de Mezclas de Concreto Normal DM 1.0. México D. F.
- H. Nilson, A. (2001). Diseño de estructuras de concreto (12th ed.). McGraw-Hill.
- Harmsen, T. E. (2002). Diseño de estructuras de concreto armado (Tercera Edición). Pontifica Universidad Católica del Perú.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2006). Metodología de la Investigación. México.
- Hossain, S. S., Roy, P., & Jun Bae, C. (2021). Utilización de cenizas de cáscara de arroz de desecho para geopolímero sostenible: Una revisión. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061821029615>.
- IMCYC. (2004). Propiedades del Concreto. México D. F.
- INEI. (2022). Instituto Nacional de Estadística e Informática. <https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-arroz-cascara-crecio-30-en-febrero-del-presente-ano-13562/>.
- Jethy, B., Pablo, S., & Naik, B. (2022). Effect of utilization of rice husk ash on hardened properties of recycled concrete aggregate. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785322016716>.
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., Panarese, W. C., & Tanesi, J. (2004). Diseño y control de mezclas de concreto (Boletín de Ingeniería EB201-EE.UU.).
- Kumar Das, S., Mishra, J., Kumar Singh, S., Mohammed Mustakim, S., Patel, A., Kumar Das, S., & Behera, U. (2020). Caracterización y utilización de cenizas de cáscara de arroz (RHA) en cenizas volantes: Hormigón geopolímero a base de escoria de alto horno para un futuro sostenible. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785320316606>.
- Liang, G., Zhu, H., Zhang, Z., & Wu, Q. (2019). Efecto de la adición de ceniza de cáscara de arroz sobre la resistencia a la compresión y la estabilidad térmica del geopolímero a base de metacaolín. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061819316290>.

- Liu, C., Zhang, W., Liu, H., Xinlin, & Fei Zhang, R. (2022). Un modelo de predicción de la resistencia a la compresión basado en la reacción de hidratación de la pasta de cemento por la ceniza de cáscara de arroz. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061822015148>.
- Lozano Sanchez, J. J. (2023). Estudio De Las Propiedades Físicas Y Mecánicas Del Concreto Usando Ceniza De Cáscara De Arroz Y Pet. Pimentel - Perú.
- Méndez Álvarez, C. E. (1995). METODOLOGÍA: Guía para elaborar diseños de investigación en ciencias económicas, contables y administrativas. Bogotá - Colombia.
- MINCETUR. (2018). Reporte Comercial de Productos Arroz. Lima - Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). MANUAL DE CARRETERAS: Suelo geología, geotecnia y pavimentos. Perú.
- Mogollón Mogollón, D. M. (2016). Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego t-52 de la comisión de usuarios el algarrobo valle hermoso, sector la peñita, distrito de Tambogrande, provincia de Piura, región Piura, agosto-2016. Piura - Perú.
- Molaei Raisi, E. (2018). Comportamiento mecánico del hormigón autocompactante que incorpora ceniza de cascarilla de arroz. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095006181831119X>.
- Mostafa Shaaban. (2021). Properties of concrete with binary binder system of calcined dolomite powder and rice husk ash. *Heliyon*, 7(2).
- Nasiru, S., Jiang, L., Yu, L., Chu, H., Huang, Y., Pei, C., Gu, Y., Jin, W., Eyram Klu, E., & Guo, M.-Z. (2021). Propiedades del mortero de cemento que contiene vidrio reciclado y ceniza de cáscara de arroz. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061821016603>.
- Nat Makul. (2019). Uso combinado de cenizas de cáscara de arroz sin tratar y residuos de arena de fundición en hormigones autocompactantes de altas prestaciones. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590048X19300147>.

- Nikhade, A., & Nagb, A. (2022). Aprovechamiento efectivo de ceniza de bagazo de caña, ceniza de cáscara de arroz y metacaolín en concreto. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S221478532202572X>.
- Nikhade, A., & Pammar, L. (2022). Estudio paramétrico del hormigón mediante el uso de SCBA, metacaolín y ceniza de cáscara de arroz en hormigón – Una revisión. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785321082043>.
- NTP 339.034. (2015). NTP 339.034. CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Lima - Perú.
- NTP 339.084. (2017). CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica. Lima - Perú.
- NTP 339.185. (2002). NTP 339.185 AGREGADOS, Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Lima - Perú.
- NTP 400.010, V. G. (2016). AGREGADOS: Extracción y preparación de las muestras. Lima - Perú.
- NTP 400.012. (2001). NTP 400.012. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima - Perú.
- NTP 400.017. (2021). NTP 400.017. AGREGADOS. Métodos de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. Lima - Perú.
- NTP 400.022. (2013). NTP. 400.022 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Lima - Perú.
- Periódico EUCOCONCRETO. (2018). UN ESPERANZADOR REMATE DE AÑO. Bogotá D.C. - Colombia.
- Porrero S., J., Ramos R., C., Grases G., J., & Velazco, G. J. (2004). Manual del concreto estructural. Sidetur.

- R. C. Hibbeler. (2012). *Analisis_Estructural*. México D. F.
- R. Ruman, MS Bari, T. Manzur, Señor Kamal, & MA Noor. (2020). Un enfoque de diseño de mezclas de concreto duraderas utilizando bandas de gradación de agregados combinadas y cemento mezclado a base de ceniza de cáscara de arroz— ScienceDirect.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S235271021930854X>.
- Rajashekhar Reddy, K., Harihanandh, M., & Murali, K. (2021). Rendimiento resistente del hormigón de alta calidad utilizando ceniza de cáscara de arroz (RHA) como material de sustitución del cemento.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785321032521>.
- RI Umasabor, & JO Okovido. (2018). Evaluación de la resistencia al fuego del hormigón de ceniza de cáscara de arroz.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844018343792>.
- Rivva Lopez, E. (1992). *Diseño de Mezclas*. Lima - Perú.
- Rodgers, L. (2018). La enorme fuente de emisiones de CO2 que está por todas partes y que quizás no conocías. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-46594783>.
- Sandhu, R. K., & Siddique, R. (2017). Influence of rice husk ash (RHA) on the properties of self-compacting concrete: A review. *Construction and Building Materials*.
- Shravan Kumar, A., & R. Gopi. (2022). Estudios de resistencia y durabilidad en adoquines con ceniza de cascarilla de arroz como sustitución parcial del cemento.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785321065718>.
- Siddika, A., Mamun, Md. A. A., Alyousef, R., & Mohammadhosseini, H. (2021). State-of-the-art-review on rice husk ash: A supplementary cementitious material in concrete. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*.
- Singh, D., & Singh, G. (2021). Propiedades del hormigón geopolímero híbrido preparado a partir de ceniza de cáscara de arroz, cenizas volantes y GGBS con fibra de

coco.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785321004818>.

Smita Sahoo, Kumar Parhia, P., & Chandra Pandab, B. (2021). Propiedades de durabilidad del hormigón con humo de sílice y ceniza de cáscara de arroz—ScienceDirect.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666790821000276>.

Subhasmita Padhia, R., Kumar Patra, R., & Bhusan Mukharje, B. (2018). Influencia de la incorporación de ceniza de cáscara de arroz y áridos gruesos reciclados del hormigón en las propiedades del hormigón.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061818307803>.

Swaminaentonces, A., Kumar, C. V., Ravic, S. R., & Debnath, S. (2021). Evaluación de la resistencia y durabilidad del impacto de la ceniza de cáscara de arroz y el metacaolín en mezclas de hormigón de alto rendimiento—ScienceDirect.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785321040499>.

Taiwo, L. A., Obianyo, I. I., Omoniyi, A. O., Onwualu, A. P., Soboyejo, A. B. O., & Amu, O. O. (2022). Mechanical behaviour of composite produced with quarry dust and rice husk ash for sustainable building applications.

Wai Hoe Kwan, & Yong Seng Wong. (2020). Cenizas de cáscara de arroz lixiviadas ácidas (ARHA) en hormigón: Una revisión.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589299120300239>.

Zareei, S. A., Ameri, F., Dorostkar, F., & Ahmadi, M. (2017). Rice husk ash as a partial replacement of cement in high strength concrete containing micro silica: Evaluating durability and mechanical properties. Case Studies in Construction Materials.

ANEXOS

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ENSAYOS EN LABORATORIOS



CARACTERIZACION

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270 \text{ Kg/Cm}^2$, Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270 \text{ Kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Yanacancha - Pasco
FECHA 01/08/2023

1.0 DE LOS MATERIALES

1.1 Cemento:

Se utilizo cemento ANDINO portland Tipo I, proporcionado por el estudiante.

1.2 Agregado Fino:

Consistente en una muestra de AGREGADO FINO procedente de la cantera COCHAMARCA.

1.3 Agregado Grueso:

Consistente en una muestra de AGREGADO GRUESO procedente de la cantera COCHAMARCA.

1.4 Docificacion de mezca de concreto:

Se utilizo el metodo ACI.

1.5 Agua:

Se utilizo agua potable de la red UNDAC.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





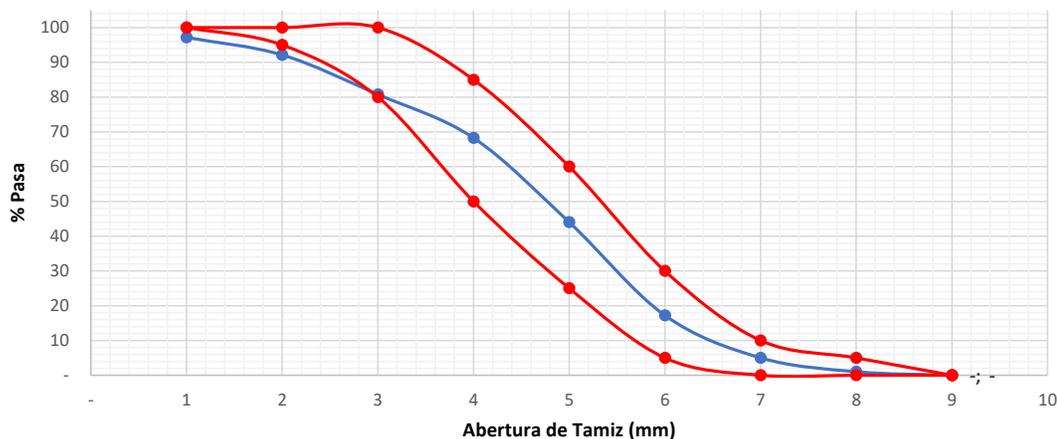
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTES : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto F'c=270 Kg/Cm2, Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 270 Kg/cm2
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Yanacancha - Pasco
FECHA : 01/08/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

| Tamiz Estandar | Abert. (mm) | Peso Reten. (gr) | % Reten. Parcial | % Reten. Acum. | % Que Pasa | Lmites (NTP 400.037) | | |
|------------------------|-------------|------------------|------------------|----------------|------------|----------------------|--------|--|
| | | | | | | Minimo | Maximo | |
| 3/8" | 9.500 | 14.20 | 2.82 | 2.82 | 97.18 | 100.00 | 100.00 | |
| N° 4 | 4.750 | 25.40 | 5.05 | 7.88 | 92.12 | 95.00 | 100.00 | |
| N° 8 | 2.360 | 57.12 | 11.36 | 19.24 | 80.76 | 80.00 | 100.00 | |
| N° 16 | 1.180 | 62.88 | 12.51 | 31.74 | 68.26 | 50.00 | 85.00 | |
| N° 30 | 0.600 | 121.91 | 24.25 | 55.99 | 44.01 | 25.00 | 60.00 | |
| N° 50 | 0.300 | 134.70 | 26.79 | 82.78 | 17.22 | 5.00 | 30.00 | |
| N° 100 | 0.150 | 61.40 | 12.21 | 94.99 | 5.01 | - | 10.00 | |
| N° 200 | 0.075 | 20.10 | 4.00 | 98.99 | 1.01 | - | 5.00 | |
| FONDO | - | 5.10 | 1.01 | 100.00 | - | - | - | |
| | | 502.810 | 100.000 | | | | | |
| TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: | | | | | | | 3/8" | |
| MODULO DE FINURA: | | | | | | | 2.95 | |

Curva Granulometrica de Agregado Fino



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Yanacancha - Pasco
FECHA 02/08/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

| DESCRIPCION | UND | MUESTRA 1 | MUESTRA 2 | MUESTRA 3 | PROMEDIO |
|--------------------------------------|-----|-----------|-----------|-----------|----------|
| Peso del recipiente | gr | 430.12 | 430.12 | 430.12 | 430.12 |
| Peso del recipiente + muestra humeda | gr | 926.40 | 924.70 | 929.10 | 926.73 |
| Peso del recipiente + muestra seca | gr | 905.20 | 901.70 | 901.30 | 902.73 |
| Peso muestra humeda | gr | 496.28 | 494.58 | 498.98 | 496.61 |
| Peso muestra seca | gr | 475.08 | 471.58 | 471.18 | 472.61 |
| Peso de agua | gr | 21.20 | 23.00 | 27.80 | 24.00 |
| Contenido de humedad | % | 4.46% | 4.88% | 5.90% | 5.08% |

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Yanacancha - Pasco
FECHA 04/08/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

| DESCRIPCION | UND | MUESTRA 1 | MUESTRA 2 | MUESTRA 3 | PROMEDIO |
|---|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Peso del recipiente + muestra suelta | kg | 21.550 | 22.150 | 21.270 | 21.657 |
| Peso del recipiente + muestra apisonada | kg | 24.000 | 21.190 | 23.170 | 22.787 |
| Peso del recipiente | kg | 5.970 | 5.970 | 5.970 | 5.970 |
| Peso de muestra en estado suelto | kg | 15.580 | 16.180 | 15.300 | 15.687 |
| Peso de muestra en estado compactado | kg | 18.030 | 15.220 | 17.200 | 16.817 |
| volumen del recipiente | m ³ | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.009 |
| Peso unitario suelto | kg/m³ | 1,731 | 1,798 | 1,700 | 1,743 |
| Peso unitario compactado | kg/m³ | 2,003 | 1,691 | 1,911 | 1,869 |

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270 \text{ Kg/Cm}^2$, Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Yanacancha - Pasco
FECHA 04/08/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

| DESCRIPCION | UND | MUESTRA 1 | MUESTRA 2 | MUESTRA 3 | PROMEDIO |
|--|--------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Peso de la muestra secada al horno | gr | 485.20 | 488.01 | 489.47 | 487.56 |
| Peso del pignometro lleno de agua | gr | 698.78 | 699.71 | 700.14 | 699.54 |
| Peso del pignometro lleno de muestra y agua | gr | 1,022.50 | 1,021.41 | 1,021.10 | 1,021.67 |
| Peso de la muestra superficialmente seco (SSS) | gr | 500.00 | 500.00 | 500.00 | 500.00 |
| Peso especifico aparente | gr/cm3 | 2.75 | 2.74 | 2.73 | 2.74 |
| Peso especifico aparente (SSS) | gr/cm3 | 2.75 | 2.74 | 2.73 | 2.74 |
| Peso especifico masa seca | gr/cm3 | 3.00 | 2.93 | 2.90 | 2.95 |
| Absorcion | % | 3.05% | 2.46% | 2.15% | 2.55% |

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



CARACTERIZACION

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270 \text{ Kg/Cm}^2$, Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270 \text{ Kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Yanacancha - Pasco
FECHA 01/08/2023

1.0 DE LOS MATERIALES

1.1 Cemento:

Se utilizo cemento ANDINO portland Tipo I, proporcionado por el estudiante.

1.2 Agregado Fino:

Consistente en una muestra de AGREGADO FINO procedente de la cantera COCHAMARCA.

1.3 Agregado Grueso:

Consistente en una muestra de AGREGADO GRUESO procedente de la cantera COCHAMARCA.

1.4 Docificacion de mezca de concreto:

Se utilizo el metodo ACI.

1.5 Agua:

Se utilizo agua potable de la red UNDAC.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





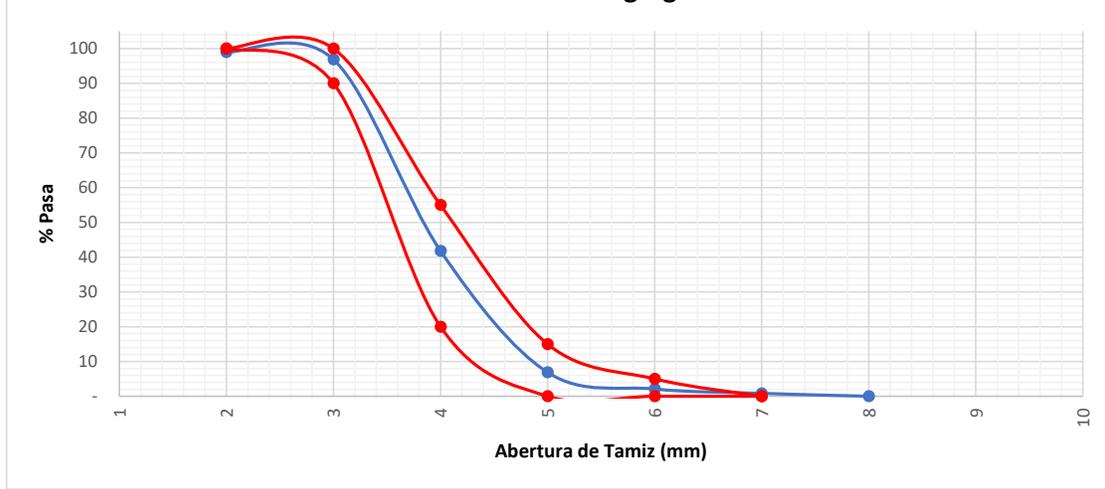
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F^c=270 \text{ Kg/Cm}^2$, Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f^c = 270 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Yanacancha - Pasco
FECHA : 02/08/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

| Tamiz Estandar | Abert. (mm) | Peso Reten. (gr) | % Reten. Parcial | % Reten. Acum. | % Que Pasa | Lmites (NTP 400.037) | | |
|------------------------|-------------|------------------|------------------|----------------|------------|----------------------|--------|--|
| | | | | | | Minimo | Maximo | |
| 1 1/2" | 37.500 | | | | | | | |
| 1" | 25.000 | 5.12 | 1.0 | 1.0 | 99.0 | 100.00 | 100.00 | |
| 3/4" | 19.000 | 10.22 | 2.1 | 3.1 | 96.9 | 90.00 | 100.00 | |
| 1/2" | 12.500 | 269.9 | 55.1 | 58.2 | 41.8 | 20.00 | 55.00 | |
| 3/8" | 9.500 | 171.1 | 34.9 | 93.1 | 6.9 | - | 15.00 | |
| N° 4 | 4.750 | 23.5 | 4.8 | 97.9 | 2.1 | - | 5.00 | |
| N° 8 | 2.360 | 6.1 | 1.2 | 99.2 | 0.8 | - | - | |
| N° 16 | 1.180 | 4.1 | 0.8 | 100.0 | - | | | |
| FONDO | - | - | - | 100.0 | - | | | |
| | | 490.030 | 100.000 | | | | | |
| TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: | | | | | | | 1/2" | |
| MODULO DE FINURA: | | | | | | | 6.94 | |

Curva Granulometrica de Agregado Grueso



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Yanacancha - Pasco
FECHA 04/08/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

| DESCRIPCION | UND | MUESTRA 1 | MUESTRA 2 | MUESTRA 3 | PROMEDIO |
|--------------------------------------|-----|-----------|-----------|-----------|----------|
| Peso del recipiente | gr | 512.11 | 512.11 | 512.11 | 512.11 |
| Peso del recipiente + muestra humeda | gr | 2,939.12 | 2,941.15 | 2,938.71 | 2,939.66 |
| Peso del recipiente + muestra seca | gr | 2,931.91 | 2,931.97 | 2,929.78 | 2,931.22 |
| Peso muestra humeda | gr | 2,427.01 | 2,429.04 | 2,426.60 | 2,427.55 |
| Peso muestra seca | gr | 2,419.80 | 2,419.86 | 2,417.67 | 2,419.11 |
| Peso de agua | gr | 7.21 | 9.18 | 8.93 | 8.44 |
| Contenido de humedad | % | 0.30% | 0.38% | 0.37% | 0.35% |

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto F'c=270 Kg/Cm2, Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 270 Kg/cm2
MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Yanacancha - Pasco
FECHA 04/08/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

| DESCRIPCION | UND | MUESTRA 1 | MUESTRA 2 | MUESTRA 3 | PROMEDIO |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Peso del recipiente + muestra suelta | kg | 29.120 | 28.410 | 29.120 | 28.883 |
| Peso del recipiente + muestra apisonada | kg | 27.450 | 26.940 | 26.720 | 27.037 |
| Peso del recipiente de la muestra suelta | kg | 7.880 | 7.880 | 7.880 | 7.880 |
| Peso del recipiente de la muestra apisonada | kg | 8.140 | 8.140 | 8.140 | 8.140 |
| Peso de muestra en estado suelto | kg | 21.240 | 20.530 | 21.240 | 21.003 |
| Peso de muestra en estado compactado | kg | 19.310 | 18.800 | 18.580 | 18.897 |
| volumen del recipiente | kg | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 |
| Peso unitario suelto | kg/m3 | 1,517 | 1,466 | 1,517 | 1,500 |
| Peso unitario compactado | kg/m3 | 1,379 | 1,343 | 1,327 | 1,350 |

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto F'c=270 Kg/Cm2, Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 270 Kg/cm2
MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Yanacancha - Pasco
FECHA 04/08/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

| DESCRIPCION | UND | MUESTRA 1 | MUESTRA 2 | MUESTRA 3 | PROMEDIO |
|---|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Peso de la muestra secada al horno | gr | 3,132.660 | 3,126.470 | 3,120.550 | 3,126.560 |
| Peso de la muestra SSS | gr | 3,166.100 | 3,153.210 | 3,149.120 | 3,156.143 |
| Peso del pignometro lleno de muestra y agua | gr | 1,641.340 | 1,626.580 | 1,637.140 | 1,635.020 |
| Peso especifico aparente | gr/cm3 | 2.05 | 2.05 | 2.06 | 2.06 |
| Peso especifico aparente (SSS) | gr/cm3 | 2.08 | 2.07 | 2.08 | 2.07 |
| Peso especifico masa seca | gr/cm3 | 2.10 | 2.08 | 2.10 | 2.10 |
| Absorcion | % | 1.07% | 0.86% | 0.92% | 0.95% |

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 07/08/2023

3. RESUMEN PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS:

| DESCRIPCION | AGREGADO FINO | AGREGADO GRUESO |
|--------------------------|-------------------------|------------------------|
| Peso Unitario Suelto | 1743 Kg/m ³ | 1500 Kg/m ³ |
| Peso Unitario Compactado | 1869 Kg/m ³ | 1300 Kg/m ³ |
| P. Especifico Masa Seca | 2.95 gr/cm ³ | 2.1 gr/cm ³ |
| Contenido de Humedad | 5.08 % | 0.35 % |
| % de Absorcion | 2.55 % | 0.95 % |
| Modulo de Fineza | 2.95 | 6.94 |
| Tamaño Maximo Nominal | 3/8 " | 1/2 " |

4. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES:

4.1. Contenido total de aire:
 % (Tabla N° 3.a Contenido de aire atrapado)

4.2. Volumen unitario de agua de mezclado:
 L/m³ (Tabla N° 2. volumen unitario de agua ACI)

4.3. Peso especifico del cemento:
 gr/cm³ (Propiedad fisica del cemento)

4.4. $F'cr$:
 kg/cm² (Resistencia promedio requerida)

4.5. Relacion agua cemento:
 (Tabla N° 4.a y N° 4.b por resistencia y durabilidad)

4.6. Factor cemento:
 kg/m³ = 10.71 bolsas/m³

4.7. Cantidad de agregado grueso:
 m³ (Tabla N° 6 Volumen de agregado grueso)

| F'cr = Resist. Prom. | |
|-----------------------------|-------------|
| F'c | F'cr |
| < 210 | F'c + 70 |
| 210 a 350 | F'c + 84 |
| > 350 | F'c + 98 |

5. RESULTADOS:

| MATERIALES | VOL. ABS. MATERIALES (m ³) | P. SECOS AGREG. (kg/m ³) | CORRECC. HUMEDAD (kg/m ³) | PROP. PESO | VOL. EN P3 | PROP. EN VOLUM. |
|-------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------------|------------|------------|-----------------|
| CEMENTO | 0.145 | 455.312 | 455.312 | 1 | 10.713 | 1.00 |
| A. FINO | 0.305 | 900.34 | 946.077 | 2.078 | 18.239 | 1.70 |
| A. GRUESO | 0.334 | 702.03 | 704.487 | 1.547 | 16.526 | 1.54 |
| AGUA (L/m³) | 0.216 | 216 | 197.434 | 197.434 | 197.434 | 18.43 L/bolsa |
| AIRE | 0 | | | | | |

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
INCORPORANDO ADITIVO

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c =$ 270 Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 07/08/2023

1. DATOS DE RESULTADOS DEL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DEL METODO DE COMITÉ 211 DEL ACI

| MATERIALES | DISEÑO PARA 1 m ³ DE CONCRETO PATRON | | DISEÑO PARA 0.02 m ³ DE CONCRETO PATRON | | VOLUM. PARA 0.02 m ³ | VOLUM. PARA 1 m ³ |
|--------------------------|---|----|--|----|---------------------------------|------------------------------|
| CEMENTO | 455.312 | kg | 9.11 | kg | 0.0091 | 0.4553 |
| A. FINO | 946.077 | kg | 18.92 | kg | 0.0189 | 0.9461 |
| A. GRUESO | 704.487 | kg | 14.09 | kg | 0.0141 | 0.7045 |
| AGUA (L/m ³) | 197.434 | kg | 3.95 | kg | 0.0039 | 0.1974 |
| AIRE | 0 | kg | 0.00 | kg | 0.0000 | 0.0000 |

2. PROPORCION DE ADITIVOS

| ADITIVO | UND | (-) | PROM. | (+) |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| RHA | % | 2.50% | 5.00% | 7.50% |
| MACROFIBRA SINTETICA | KG/M3 | 1 | 2 | 3 |

3. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO INCORPORANDO ADITIVOS

| PATRONES | ADITIVOS | UND | DIAS DE ROTURA | | |
|----------------|----------------------|-----|----------------|---------|---------|
| | | | 7 DIAS | 14 DIAS | 28 DIAS |
| PATRON GENERAL | RHA | kg | ... | ... | ... |
| | MACROFIBRA SINTETICA | kg | ... | ... | ... |
| PATRON (-) (-) | RHA | kg | 0.228 | 0.228 | 0.228 |
| | MACROFIBRA SINTETICA | kg | 0.020 | 0.020 | 0.020 |
| PATRON (+) (-) | RHA | kg | 0.683 | 0.683 | 0.683 |
| | MACROFIBRA SINTETICA | kg | 0.020 | 0.020 | 0.020 |
| PATRON (-) (+) | RHA | kg | 0.228 | 0.228 | 0.228 |
| | MACROFIBRA SINTETICA | kg | 0.060 | 0.060 | 0.060 |
| PATRON (+) (+) | RHA | kg | 0.683 | 0.683 | 0.683 |
| | MACROFIBRA SINTETICA | kg | 0.060 | 0.060 | 0.060 |
| PATRON PROM. | RHA | kg | 0.455 | 0.455 | 0.455 |
| | MACROFIBRA SINTETICA | kg | 0.040 | 0.040 | 0.040 |

NOTAS:

- Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



RESULTADOS PARA DISEÑO DE MEZCLA

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
 SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
 TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
 ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
 UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
 FECHA : 07/08/2023

1. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON GENERAL

| MATERIALES | DISEÑO PARA 1 m ³ DE CONCRETO | DISEÑO PARA 0.02 m ³ DE CONCRETO | VOLUM. |
|--------------------------|--|---|--------|
| CEMENTO | 455.312 kg | 9.11 kg | 0.0091 |
| A. FINO | 946.077 kg | 18.92 kg | 0.0189 |
| A. GRUESO | 704.487 kg | 14.09 kg | 0.0141 |
| AGUA (L/m ³) | 197.434 kg | 3.95 kg | 0.0039 |

| RHA | MACROFIBRA SINTETICA |
|-----|----------------------|
| ... | ... |

2303.31

1. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON AM1

| MATERIALES | DISEÑO PARA 1 m ³ DE CONCRETO | DISEÑO PARA 0.02 m ³ DE CONCRETO | VOLUM. |
|--------------------------|--|---|--------|
| CEMENTO | 443.929 kg | 8.88 kg | 0.0089 |
| A. FINO | 946.077 kg | 18.92 kg | 0.0189 |
| A. GRUESO | 703.487 kg | 14.07 kg | 0.0141 |
| AGUA (L/m ³) | 197.434 kg | 3.95 kg | 0.0039 |

| RHA | MACROFIBRA SINTETICA |
|--------|----------------------|
| 0.2277 | 0.0200 |

2290.93

1. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON AM2

| MATERIALES | DISEÑO PARA 1 m ³ DE CONCRETO | DISEÑO PARA 0.02 m ³ DE CONCRETO | VOLUM. |
|--------------------------|--|---|--------|
| CEMENTO | 421.164 kg | 8.42 kg | 0.0084 |
| A. FINO | 946.077 kg | 18.92 kg | 0.0189 |
| A. GRUESO | 703.487 kg | 14.07 kg | 0.0141 |
| AGUA (L/m ³) | 197.434 kg | 3.95 kg | 0.0039 |

| RHA | MACROFIBRA SINTETICA |
|--------|----------------------|
| 0.6830 | 0.0200 |

2268.16

1. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON AM3

| MATERIALES | DISEÑO PARA 1 m ³ DE CONCRETO | DISEÑO PARA 0.02 m ³ DE CONCRETO | VOLUM. |
|--------------------------|--|---|--------|
| CEMENTO | 443.929 kg | 8.88 kg | 0.0089 |
| A. FINO | 946.077 kg | 18.92 kg | 0.0189 |
| A. GRUESO | 701.487 kg | 14.03 kg | 0.0140 |
| AGUA (L/m ³) | 197.434 kg | 3.95 kg | 0.0039 |

| RHA | MACROFIBRA SINTETICA |
|--------|----------------------|
| 0.2277 | 0.0600 |

2288.93

1. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON AM4

| MATERIALES | DISEÑO PARA 1 m ³ DE CONCRETO | DISEÑO PARA 0.02 m ³ DE CONCRETO | VOLUM. |
|--------------------------|--|---|--------|
| CEMENTO | 421.164 kg | 8.42 kg | 0.0084 |
| A. FINO | 946.077 kg | 18.92 kg | 0.0189 |
| A. GRUESO | 701.487 kg | 14.03 kg | 0.0140 |
| AGUA (L/m ³) | 197.434 kg | 3.95 kg | 0.0039 |

| RHA | MACROFIBRA SINTETICA |
|--------|----------------------|
| 0.6830 | 0.0600 |

2266.1616

1. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON AM5

| MATERIALES | DISEÑO PARA 1 m ³ DE CONCRETO | DISEÑO PARA 0.02 m ³ DE CONCRETO | VOLUM. |
|--------------------------|--|---|--------|
| CEMENTO | 432.546 kg | 8.65 kg | 0.0087 |
| A. FINO | 946.077 kg | 18.92 kg | 0.0189 |
| A. GRUESO | 702.487 kg | 14.05 kg | 0.0140 |
| AGUA (L/m ³) | 197.434 kg | 3.95 kg | 0.0039 |

| RHA | MACROFIBRA SINTETICA |
|--------|----------------------|
| 0.4553 | 0.0400 |

2278.54

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



TEMPERATURA DE CONCRETO
NTP 339.184-2013

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 07/08/2023

1. MUESTRA - PATRON GENERAL

| | |
|---------------|----------|
| LECTURA N° 01 | 17.23 °C |
| LECTURA N° 02 | 14.90 °C |
| LECTURA N° 03 | 17.30 °C |

2. MUESTRA - PATRON (-) (-)

| | |
|---------------|----------|
| LECTURA N° 01 | 18.31 °C |
| LECTURA N° 02 | 17.45 °C |
| LECTURA N° 03 | 17.91 °C |

3. MUESTRA - PATRON (+) (-)

| | |
|---------------|----------|
| LECTURA N° 01 | 18.51 °C |
| LECTURA N° 02 | 18.41 °C |
| LECTURA N° 03 | 18.54 °C |

4. MUESTRA - PATRON (-) (+)

| | |
|---------------|----------|
| LECTURA N° 01 | 19.12 °C |
| LECTURA N° 02 | 18.75 °C |
| LECTURA N° 03 | 18.64 °C |

5. MUESTRA - PATRON (+) (+)

| | |
|---------------|----------|
| LECTURA N° 01 | 18.24 °C |
| LECTURA N° 02 | 18.45 °C |
| LECTURA N° 03 | 18.41 °C |

6. MUESTRA - PATRON PROMEDIO

| | |
|---------------|----------|
| LECTURA N° 01 | 17.79 °C |
| LECTURA N° 02 | 18.23 °C |
| LECTURA N° 03 | 18.37 °C |

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



MEDICION DE ASENTAMIENTO DEL HORMIGON
CON EL CONO DE ABRAMS NTP 339.035

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 07/08/2023

1. MUESTRA - PATRON GENERAL

| MUESTRA | ASENTAMIENTO | | TEMPERATURA AMBIENTE °C | HUMEDAD RELATIVA % |
|----------------|--------------|----------|----------------------------|--------------------|
| | CM | PULGADAS | | |
| PATRON GENERAL | 9.652 | 3.8 | 13.9 °C | 74% |

2. MUESTRA - PATRON (-) (-)

| MUESTRA | ASENTAMIENTO | | TEMPERATURA AMBIENTE °C | HUMEDAD RELATIVA % |
|----------------|--------------|----------|----------------------------|--------------------|
| | CM | PULGADAS | | |
| PATRON (-) (-) | 9.398 | 3.7 | 14.1 °C | 74% |

3. MUESTRA - PATRON (+) (-)

| MUESTRA | ASENTAMIENTO | | TEMPERATURA AMBIENTE °C | HUMEDAD RELATIVA % |
|----------------|--------------|----------|----------------------------|--------------------|
| | CM | PULGADAS | | |
| PATRON (+) (-) | 9.906 | 3.9 | 14.3 °C | 74% |

4. MUESTRA - PATRON (-) (+)

| MUESTRA | ASENTAMIENTO | | TEMPERATURA AMBIENTE °C | HUMEDAD RELATIVA % |
|----------------|--------------|----------|----------------------------|--------------------|
| | CM | PULGADAS | | |
| PATRON (-) (+) | 10.16 | 4 | 14.4 °C | 74% |

5. MUESTRA - PATRON (+) (+)

| MUESTRA | ASENTAMIENTO | | TEMPERATURA AMBIENTE °C | HUMEDAD RELATIVA % |
|----------------|--------------|----------|----------------------------|--------------------|
| | CM | PULGADAS | | |
| PATRON (+) (+) | 9.652 | 3.8 | 14.1 °C | 74% |

6. MUESTRA - PATRON PROMEDIO

| MUESTRA | ASENTAMIENTO | | TEMPERATURA AMBIENTE °C | HUMEDAD RELATIVA % |
|-----------------|--------------|----------|----------------------------|--------------------|
| | CM | PULGADAS | | |
| PATRON PROMEDIO | 10.16 | 4 | 13.9 °C | 74% |

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

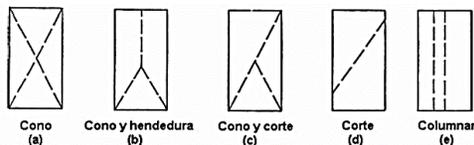


METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 15/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm) | ALTURA DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (Kg) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | % RESIST. | TIPO DE ROTURA |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|---|-------------------|-------------------|---|------------------------------|---|-----------|----------------|
| AMG-1 | PATRON GENERAL | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 10.18 | 201.53 | 81.39 | 140.72 | 14349 | 176.29 | 0.8 | 270 | 65% | TIPO D |
| AMG-2 | PATRON GENERAL | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 10.14 | 201.1 | 80.75 | 140.15 | 14291 | 176.97 | 1.6 | 270 | 66% | TIPO D |
| AMG-3 | PATRON GENERAL | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 10.14 | 201.5 | 80.75 | 139.85 | 14261 | 176.60 | 1.1 | 270 | 65% | TIPO D |



| CODIGO | PESO DE LA PROBETA | | PESO UNITARIO DEL CONCRETO | |
|--------|--------------------|-------------------|----------------------------|--|
| | PESO (g) | g/cm ³ | Kg/m ³ | |
| AMG-1 | 3839.4 | 2.341 | 2340.66 | |
| AMG-2 | 3830.9 | 2.359 | 2358.97 | |
| AMG-3 | 3850.4 | 2.366 | 2366.27 | |
| PROM | 3840.2 | 2.355 | 2355.30 | |

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

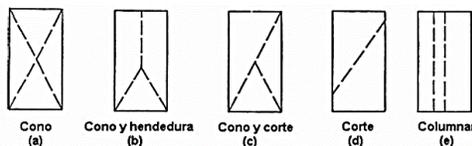


**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 22/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm) | ALTURA DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (Kg) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | % RESIST. | TIPO DE ROTURA |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|---|-------------------|-------------------|---|------------------------------|---|-----------|----------------|
| AMG-4 | PATRON GENERAL | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 10.14 | 201.74 | 80.75 | 193.46 | 19727 | 244.28 | 1.5 | 270 | 90% | TIPO D |
| AMG-5 | PATRON GENERAL | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 10.19 | 200.87 | 81.55 | 195.69 | 19955 | 244.69 | 1.8 | 270 | 91% | TIPO A |
| AMG-6 | PATRON GENERAL | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 10.21 | 200.14 | 81.87 | 196.18 | 20004 | 244.33 | 1.9 | 270 | 90% | TIPO B |



| CODIGO | PESO DE LA PROBETA | | PESO UNITARIO DEL CONCRETO | |
|--------|--------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|
| | PESO (g) | g/cm ³ | g/cm ³ | Kg/m ³ |
| AMG-4 | 3853.20 | 2.365 | 2.365 | 2365.18 |
| AMG-5 | 3874.10 | 2.365 | 2.365 | 2364.93 |
| AMG-6 | 3866.40 | 2.360 | 2.360 | 2359.56 |
| PROM | 3864.57 | 2.363 | 2.363 | 2363.22 |

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

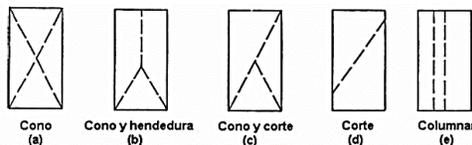


**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 05/09/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm) | ALTURA DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (Kg) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | % RESIST. | TIPO DE ROTURA |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|---|-------------------|-------------------|---|------------------------------|---|-----------|----------------|
| AMG-7 | PATRON GENERAL | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 10.2 | 202.5 | 81.71 | 221.57 | 22593 | 276.49 | 2.2 | 270 | 102% | TIPO C |
| AMG-8 | PATRON GENERAL | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 10.22 | 201.8 | 82.03 | 222.26 | 22664 | 276.28 | 0.9 | 270 | 102% | TIPO D |
| AMG-9 | PATRON GENERAL | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 10.15 | 200.6 | 80.91 | 219.53 | 22385 | 276.65 | 1.7 | 270 | 102% | TIPO D |



| CODIGO | PESO DE LA PROBETA | | PESO UNITARIO DEL CONCRETO | |
|--------|--------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|
| | PESO (g) | g/cm ³ | g/cm ³ | Kg/m ³ |
| AMG-7 | 3847.4 | 2.325 | 2.325 | 2325.16 |
| AMG-8 | 3902.0 | 2.357 | 2.357 | 2357.08 |
| AMG-9 | 3887.5 | 2.395 | 2.395 | 2395.07 |
| PROM | 3879.0 | 2.359 | 2.359 | 2359.10 |

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

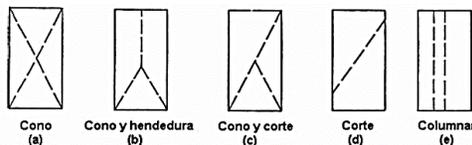


**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm2, Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm2
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA 15/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm) | ALTURA DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm2) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (Kg) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm2) | VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2) | % RESIST. | TIPO DE ROTURA |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------|----------------|
| AM1-1 | MUESTRA - PATRON (-) (-) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 10.18 | 201.7 | 81.39 | 142.06 | 14486 | 177.98 | 2 | 270 | 66% | TIPO D |
| AM1-2 | MUESTRA - PATRON (-) (-) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 10.14 | 200.9 | 80.75 | 140.85 | 14362 | 177.85 | 2.4 | 270 | 66% | TIPO D |
| AM1-3 | MUESTRA - PATRON (-) (-) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 10.22 | 201.4 | 82.03 | 143.42 | 14625 | 178.28 | 2.3 | 270 | 66% | TIPO D |



| CODIGO | PESO DE LA PROBETA | | PESO UNITARIO DEL CONCRETO | |
|--------|--------------------|-------|----------------------------|---------|
| | PESO (g) | g/cm3 | g/cm3 | Kg/m3 |
| AM1-1 | 3895.3 | 2.373 | 2.373 | 2372.74 |
| AM1-2 | 3910.3 | 2.410 | 2.410 | 2410.26 |
| AM1-3 | 3906.8 | 2.365 | 2.365 | 2364.67 |
| PROM | 3904.1 | 2.383 | 2.383 | 2382.56 |

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

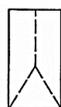
REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 22/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm) | ALTURA DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (Kg) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | % RESIST. | TIPO DE ROTURA |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|---|-------------------|-------------------|---|------------------------------|---|-----------|----------------|
| AM1-4 | MUESTRA - PATRON (-) (-) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 9.82 | 200.9 | 75.74 | 182.34 | 18593.21 | 245.49 | 2.5 | 270 | 91% | TIPO A |
| AM1-5 | MUESTRA - PATRON (-) (-) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 9.81 | 200.7 | 75.58 | 181.93 | 18551.4 | 245.44 | 2.3 | 270 | 91% | TIPO C |
| AM1-6 | MUESTRA - PATRON (-) (-) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 9.86 | 201.1 | 76.36 | 183.93 | 18754.9 | 245.62 | 2.2 | 270 | 91% | TIPO B |



Cono (a)



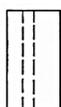
Cono y hendidura (b)



Cono y corte (c)



Corte (d)



Columnar (e)

| CODIGO | PESO DE LA PROBETA | | PESO UNITARIO DEL CONCRETO | |
|--------|--------------------|-------------------|----------------------------|--|
| | PESO (g) | g/cm ³ | Kg/m ³ | |
| AM1-4 | 3893.3 | 2.559 | 2558.73 | |
| AM1-5 | 3922.8 | 2.586 | 2585.95 | |
| AM1-6 | 3881.3 | 2.528 | 2527.68 | |
| PROM | 3899.1 | 2.557 | 2557.45 | |

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

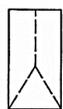
REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 05/09/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm) | ALTURA DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (Kg) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | % RESIST. | TIPO DE ROTURA |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|---|-------------------|-------------------|---|------------------------------|---|-----------|----------------|
| AM1-7 | MUESTRA - PATRON (-) (-) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 10.22 | 202.5 | 82.03 | 224.24 | 22866 | 278.74 | 1.6 | 270 | 103% | TIPO C |
| AM1-8 | MUESTRA - PATRON (-) (-) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 10.15 | 201.2 | 80.91 | 220.75 | 22510 | 278.20 | 1.4 | 270 | 103% | TIPO C |
| AM1-9 | MUESTRA - PATRON (-) (-) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 10.14 | 200.9 | 80.75 | 220.94 | 22529 | 278.98 | 1.7 | 270 | 103% | TIPO Q |



Cono (a)



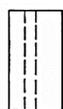
Cono y hendidura (b)



Cono y corte (c)



Corte (d)



Columnar (e)

| CODIGO | PESO DE LA PROBETA | | PESO UNITARIO DEL CONCRETO | |
|--------|--------------------|-------------------|----------------------------|--|
| | PESO (g) | g/cm ³ | Kg/m ³ | |
| AM1-7 | 3902.0 | 2.349 | 2348.93 | |
| AM1-8 | 3887.5 | 2.388 | 2387.92 | |
| AM1-9 | 3888.5 | 2.397 | 2396.83 | |
| PROM | 3892.7 | 2.378 | 2377.89 | |

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



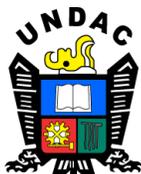
(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

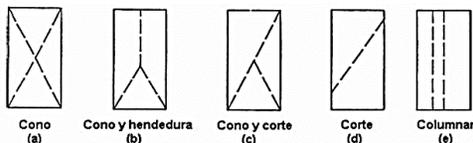


**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm2, Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm2
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 15/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm) | ALTURA DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm2) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (Kg) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm2) | VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2) | % RESIST. | TIPO DE ROTURA |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------|----------------|
| AM2-1 | MUESTRA - PATRON (+) (-) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 10.11 | 202.1 | 80.28 | 139.64 | 14239 | 177.37 | 1.3 | 270 | 66% | TIPO A |
| AM2-2 | MUESTRA - PATRON (+) (-) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 10.2 | 202 | 81.71 | 142.17 | 14497 | 177.41 | 1.4 | 270 | 66% | TIPO C |
| AM2-3 | MUESTRA - PATRON (+) (-) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 10.5 | 201.8 | 86.59 | 151.00 | 15397 | 177.81 | 0.9 | 270 | 66% | TIPO B |



| CODIGO | PESO DE LA PROBETA | | PESO UNITARIO DEL CONCRETO | |
|--------|--------------------|-------|----------------------------|--|
| | PESO (g) | g/cm3 | Kg/m3 | |
| AM2-1 | 3775.3 | 2.327 | 2326.98 | |
| AM2-2 | 3955.1 | 2.396 | 2396.16 | |
| AM2-3 | 4092.8 | 2.342 | 2342.24 | |
| PROM | 3941.1 | 2.355 | 2355.13 | |

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

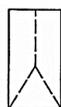
REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 22/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm) | ALTURA DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (Kg) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | % RESIST. | TIPO DE ROTURA |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|---|-------------------|-------------------|---|------------------------------|---|-----------|----------------|
| AM2-4 | MUESTRA - PATRON (+) (-) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 10.1 | 202.7 | 80.12 | 192.48 | 19627 | 244.97 | 2.1 | 270 | 91% | TIPO D |
| AM2-5 | MUESTRA - PATRON (+) (-) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 10.6 | 201.9 | 88.25 | 211.81 | 21598 | 244.74 | 1.5 | 270 | 91% | TIPO A |
| AM2-6 | MUESTRA - PATRON (+) (-) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 10.4 | 200.9 | 84.95 | 203.72 | 20773 | 244.54 | 1.9 | 270 | 91% | TIPO A |



Cono (a)



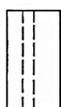
Cono y hendidura (b)



Cono y corte (c)



Corte (d)



Columnar (e)

| CODIGO | PESO DE LA PROBETA | | PESO UNITARIO DEL CONCRETO | |
|--------|--------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|
| | PESO (g) | g/cm ³ | g/cm ³ | Kg/m ³ |
| AM2-4 | 3831.10 | 2.359 | 2.359 | 2359.05 |
| AM2-5 | 3998.60 | 2.244 | 2.244 | 2244.24 |
| AM2-6 | 3974.00 | 2.329 | 2.329 | 2328.58 |
| PROM | 3934.57 | 2.311 | 2.311 | 2310.62 |

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

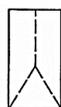
REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 05/09/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm) | ALTURA DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (Kg) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | % RESIST. | TIPO DE ROTURA |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|---|-------------------|-------------------|---|------------------------------|---|-----------|----------------|
| CR2-7 | MUESTRA - PATRON (+) (-) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 10.2 | 201.7 | 81.71 | 222.19 | 22657.2 | 277.28 | 2.1 | 270 | 103% | TIPO E |
| CR2-8 | MUESTRA - PATRON (+) (-) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 10.4 | 201.8 | 84.95 | 231.17 | 23572 | 277.49 | 2.2 | 270 | 103% | TIPO E |
| CR2-9 | MUESTRA - PATRON (+) (-) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 10.3 | 201.4 | 83.32 | 226.51 | 23097 | 277.20 | 1.9 | 270 | 103% | TIPO A |



Cono (a)



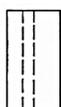
Cono y hendidura (b)



Cono y corte (c)



Corte (d)



Columnar (e)

| CODIGO | PESO DE LA PROBETA | | PESO UNITARIO DEL CONCRETO | |
|--------|--------------------|-------------------|----------------------------|--|
| | PESO (g) | g/cm ³ | Kg/m ³ | |
| CR2-7 | 4006.4 | 2.431 | 2430.85 | |
| CR2-8 | 4045.7 | 2.360 | 2360.02 | |
| CR2-9 | 4011.2 | 2.390 | 2390.29 | |
| PROM | 4021.1 | 2.394 | 2393.72 | |

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

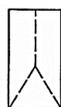
REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 15/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm) | ALTURA DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (Kg) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | % RESIST. | TIPO DE ROTURA |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|---|-------------------|-------------------|---|------------------------------|---|-----------|----------------|
| AM3-1 | MUESTRA - PATRON (-) (+) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 10.2 | 202.1 | 81.71 | 144.08 | 14692 | 179.80 | 1.9 | 270 | 67% | TIPO D |
| AM3-2 | MUESTRA - PATRON (-) (+) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 10.24 | 202.4 | 82.35 | 144.92 | 14777 | 179.43 | 2.1 | 270 | 66% | TIPO C |
| AM3-3 | MUESTRA - PATRON (-) (+) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 10.12 | 201.9 | 80.44 | 141.69 | 14448 | 179.62 | 1.8 | 270 | 67% | TIPO C |



Cono (a)



Cono y hendidura (b)



Cono y corte (c)



Corte (d)



Columnar (e)

| CODIGO | PESO DE LA PROBETA | | PESO UNITARIO DEL CONCRETO | |
|--------|--------------------|-------------------|----------------------------|--|
| | PESO (g) | g/cm ³ | Kg/m ³ | |
| AM3-1 | 3954.3 | 2.394 | 2394.49 | |
| AM3-2 | 3921.1 | 2.352 | 2352.38 | |
| AM3-3 | 3875.4 | 2.386 | 2386.32 | |
| PROM | 3916.93333 | 2.378 | 2377.73 | |

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

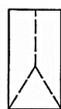
REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 22/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm) | ALTURA DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (Kg) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | % RESIST. | TIPO DE ROTURA |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|---|-------------------|-------------------|---|------------------------------|---|-----------|----------------|
| AM3-4 | MUESTRA - PATRON (-) (+) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 10.1 | 200.7 | 80.12 | 194.01 | 19783 | 246.92 | 2.2 | 270 | 91% | TIPO A |
| AM3-5 | MUESTRA - PATRON (-) (+) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 10.08 | 201.9 | 79.80 | 192.79 | 19659 | 246.35 | 1.9 | 270 | 91% | TIPO A |
| AM3-6 | MUESTRA - PATRON (-) (+) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 10.4 | 201.4 | 84.95 | 205.51 | 20956 | 246.69 | 1.8 | 270 | 91% | TIPO C |



Cono (a)



Cono y hendidura (b)



Cono y corte (c)



Corte (d)



Columnar (e)

| CODIGO | PESO DE LA PROBETA | | PESO UNITARIO DEL CONCRETO | |
|--------|--------------------|-------------------|----------------------------|--|
| | PESO (g) | g/cm ³ | Kg/m ³ | |
| AM3-4 | 3709.2 | 2.307 | 2306.75 | |
| AM3-5 | 3805.6 | 2.362 | 2361.98 | |
| AM3-6 | 3893.9 | 2.276 | 2275.98 | |
| PROM | 3802.9 | 2.315 | 2314.90 | |

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

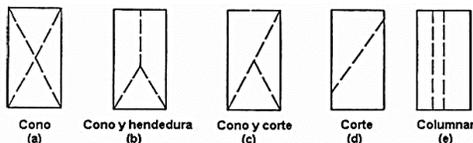


**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto F'c=270 Kg/Cm2, Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 270 Kg/cm2
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA 05/09/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm) | ALTURA DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm2) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (Kg) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm2) | VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2) | % RESIST. | TIPO DE ROTURA |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------|----------------|
| AM3-7 | MUESTRA - PATRON (-) (+) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 10.12 | 200.8 | 80.44 | 220.73 | 22508 | 279.82 | 2.4 | 270 | 104% | TIPO B |
| AM3-8 | MUESTRA - PATRON (-) (+) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 10.24 | 201.7 | 82.35 | 225.39 | 22983 | 279.07 | 2.1 | 270 | 103% | TIPO D |
| AM3-9 | MUESTRA - PATRON (-) (+) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 10.36 | 201.5 | 84.30 | 231.05 | 23560 | 279.49 | 1.8 | 270 | 104% | TIPO D |



| CODIGO | PESO DE LA PROBETA | | PESO UNITARIO DEL CONCRETO | |
|--------|--------------------|-------|----------------------------|---------|
| | PESO (g) | g/cm3 | g/cm3 | Kg/m3 |
| AM3-7 | 3753.20 | 2.324 | 2.324 | 2323.74 |
| AM3-8 | 3936.20 | 2.370 | 2.370 | 2369.64 |
| AM3-9 | 3923.90 | 2.310 | 2.310 | 2310.11 |
| PROM | 3871.10 | 2.334 | 2.334 | 2334.50 |

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

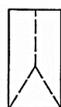
REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 15/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm) | ALTURA DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (Kg) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | % RESIST. | TIPO DE ROTURA |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|---|-------------------|-------------------|---|------------------------------|---|-----------|----------------|
| AM4-1 | MUESTRA - PATRON (+) (+) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 10.74 | 201.1 | 90.59 | 155.58 | 15865 | 175.12 | 1.6 | 270 | 65% | TIPO A |
| AM4-2 | MUESTRA - PATRON (+) (+) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 10.84 | 200.5 | 92.29 | 158.47 | 16159 | 175.09 | 1.8 | 270 | 65% | TIPO A |
| AM4-3 | MUESTRA - PATRON (+) (+) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 10.26 | 201.9 | 82.68 | 141.97 | 14477 | 175.10 | 1.7 | 270 | 65% | TIPO B |



Cono (a)



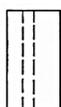
Cono y hendidura (b)



Cono y corte (c)



Corte (d)



Columnar (e)

| CODIGO | PESO DE LA PROBETA | | PESO UNITARIO DEL CONCRETO | |
|--------|--------------------|-------------------|----------------------------|--|
| | PESO (g) | g/cm ³ | Kg/m ³ | |
| AM4-1 | 3994.3 | 2.192 | 2192.45 | |
| AM4-2 | 4031.2 | 2.179 | 2178.57 | |
| AM4-3 | 3908.7 | 2.342 | 2341.59 | |
| PROM | 3978.06667 | 2.238 | 2237.54 | |

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

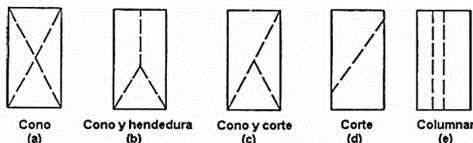


**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 22/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm) | ALTURA DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (Kg) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | % RESIST. | TIPO DE ROTURA |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|---|-------------------|-------------------|---|------------------------------|---|-----------|----------------|
| AM4-4 | MUESTRA - PATRON (+) (+) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 10.1 | 201.9 | 80.12 | 191.46 | 19523 | 243.68 | 2.1 | 270 | 90% | TIPO D |
| AM4-5 | MUESTRA - PATRON (+) (+) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 10.09 | 201.2 | 79.96 | 191.30 | 19507 | 243.96 | 2 | 270 | 90% | TIPO C |
| AM4-6 | MUESTRA - PATRON (+) (+) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 10.2 | 202.1 | 81.71 | 194.98 | 19882 | 243.32 | 1.7 | 270 | 90% | TIPO C |



| CODIGO | PESO DE LA PROBETA | | PESO UNITARIO DEL CONCRETO | |
|--------|--------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|
| | PESO (g) | g/cm ³ | g/cm ³ | Kg/m ³ |
| AM4-4 | 3710.00 | 2.294 | 2.294 | 2293.53 |
| AM4-5 | 3618.90 | 2.249 | 2.249 | 2249.45 |
| AM4-6 | 3715.30 | 2.250 | 2.250 | 2249.77 |
| PROM | 3681.40 | 2.264 | 2.264 | 2264.25 |

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

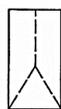
REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 05/09/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm) | ALTURA DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (Kg) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | % RESIST. | TIPO DE ROTURA |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|---|-------------------|-------------------|---|------------------------------|---|-----------|----------------|
| AM4-7 | MUESTRA - PATRON (+) (+) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 10.12 | 203.1 | 80.44 | 214.01 | 21823 | 271.31 | 2.2 | 270 | 100% | TIPO C |
| AM4-8 | MUESTRA - PATRON (+) (+) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 10.45 | 202.2 | 85.77 | 228.35 | 23285 | 271.49 | 1.9 | 270 | 101% | TIPO A |
| AM4-9 | MUESTRA - PATRON (+) (+) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 10.63 | 202.4 | 88.75 | 236.01 | 24065.5 | 271.17 | 2.3 | 270 | 100% | TIPO A |



Cono (a)



Cono y hendidura (b)



Cono y corte (c)



Corte (d)



Columnar (e)

| CODIGO | PESO DE LA PROBETA | | PESO UNITARIO DEL CONCRETO | |
|--------|--------------------|-------------------|----------------------------|--|
| | PESO (g) | g/cm ³ | Kg/m ³ | |
| AM4-7 | 3615.10 | 2.213 | 2212.89 | |
| AM4-8 | 3859.30 | 2.225 | 2225.38 | |
| AM4-9 | 3956.70 | 2.203 | 2202.76 | |
| PROM | 3810.37 | 2.214 | 2213.68 | |

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

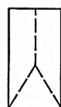
REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 15/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm) | ALTURA DE ESPECIMEN (cm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (Kg) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | % RESIST. | TIPO DE ROTURA |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|---|-------------------|-------------------|---|------------------------------|---|-----------|----------------|
| AM5-1 | MUESTRA - PATRON PROMEDIO | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 10.24 | 201.9 | 82.35 | 146.22 | 14910 | 181.05 | 2.1 | 270 | 67% | TIPO D |
| AM5-2 | MUESTRA - PATRON PROMEDIO | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 10.47 | 202.1 | 86.10 | 152.82 | 15583 | 181.00 | 2.4 | 270 | 67% | TIPO D |
| AM5-3 | MUESTRA - PATRON PROMEDIO | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 10.32 | 201.7 | 83.65 | 148.60 | 15153 | 181.15 | 2.4 | 270 | 67% | TIPO E |



Cono (a)



Cono y hendidura (b)



Cono y corte (c)



Corte (d)



Columnar (e)

| CODIGO | PESO DE LA PROBETA | | PESO UNITARIO DEL CONCRETO | |
|--------|--------------------|-------------------|----------------------------|--|
| | PESO (g) | g/cm ³ | Kg/m ³ | |
| AM5-1 | 3842.3 | 2.311 | 2310.81 | |
| AM5-2 | 3991.1 | 2.294 | 2293.73 | |
| AM5-3 | 3889.6 | 2.305 | 2305.42 | |
| PROM | 3907.66667 | 2.303 | 2303.32 | |

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

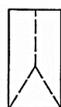
REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 22/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm) | ALTURA DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (Kg) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | % RESIST. | TIPO DE ROTURA |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|---|-------------------|-------------------|---|------------------------------|---|-----------|----------------|
| AM5-4 | MUESTRA - PATRON PROMEDIO | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 10.12 | 201.7 | 80.44 | 195.88 | 19974 | 248.32 | 2.2 | 270 | 92% | TIPO B |
| AM5-5 | MUESTRA - PATRON PROMEDIO | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 10.62 | 201.9 | 88.58 | 215.86 | 22011 | 248.49 | 2.1 | 270 | 92% | TIPO B |
| AM5-6 | MUESTRA - PATRON PROMEDIO | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 10.43 | 201.8 | 85.44 | 207.97 | 21207 | 248.21 | 2.5 | 270 | 92% | TIPO C |



Cono (a)



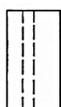
Cono y hendidura (b)



Cono y corte (c)



Corte (d)



Columnar (e)

| CODIGO | PESO DE LA PROBETA | | PESO UNITARIO DEL CONCRETO | |
|--------|--------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|
| | PESO (g) | g/cm ³ | g/cm ³ | Kg/m ³ |
| AM5-4 | 3798.5 | 2.341 | 2.341 | 2341.29 |
| AM5-5 | 4091.3 | 2.288 | 2.288 | 2287.63 |
| AM5-6 | 4062.7 | 2.356 | 2.356 | 2356.32 |
| PROM | 3984.16667 | 2.328 | 2.328 | 2328.42 |

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

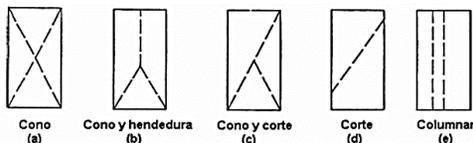


METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 05/09/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm) | ALTURA DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (Kg) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | % RESIST. | TIPO DE ROTURA |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|---|-------------------|-------------------|---|------------------------------|---|-----------|----------------|
| AM5-7 | MUESTRA - PATRON PROMEDIO | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 10.01 | 201.8 | 78.70 | 216.17 | 22043 | 280.10 | 2.3 | 270 | 104% | TIPO B |
| AM5-8 | MUESTRA - PATRON PROMEDIO | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 10.03 | 201.9 | 79.01 | 216.97 | 22124 | 280.01 | 2.4 | 270 | 104% | TIPO B |
| AM5-9 | MUESTRA - PATRON PROMEDIO | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 10.05 | 201.5 | 79.33 | 217.98 | 22227 | 280.19 | 2.5 | 270 | 104% | TIPO B |



| CODIGO | PESO DE LA PROBETA | | PESO UNITARIO DEL CONCRETO | |
|--------|--------------------|-------------------|----------------------------|--|
| | PESO (g) | g/cm ³ | Kg/m ³ | |
| AM5-7 | 3701.30 | 2.331 | 2330.64 | |
| AM5-8 | 3682.10 | 2.308 | 2308.17 | |
| AM5-9 | 3685.20 | 2.305 | 2305.49 | |
| PROM | 3689.53 | 2.315 | 2314.77 | |

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

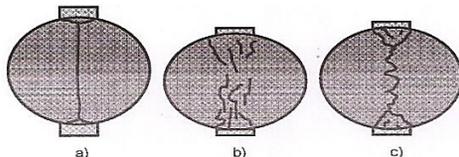


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto F'c=270 Kg/Cm2, Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 270 Kg/cm2
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA 15/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm) | LONG. DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm2) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (N) | RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm2) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm2) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2) | TIPO DE ROTURA | DEFECTO |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------|------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------|---------|
| AMG-10 | PATRON GENERAL | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 99.40 | 201.10 | 7760.02 | 82.65 | 82650.0 | 2.63 | 26.84 | 270 | B | NO |
| AMG-11 | PATRON GENERAL | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 98.90 | 200.90 | 7682.14 | 82.12 | 82120.0 | 2.63 | 26.83 | 270 | C | NO |
| AMG-12 | PATRON GENERAL | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 99.60 | 200.60 | 7791.28 | 82.48 | 82480.0 | 2.63 | 26.80 | 270 | A | NO |



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceros N° 703, Pasco.

☎️ (063) 422197

✉️ rectorado@undac.edu.pe

✉️ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

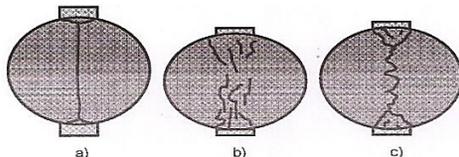


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 22/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm) | LONG. DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (N) | RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | TIPO DE ROTURA | DEFECTO |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|-------------------------|---|-------------------|------------------|--|---|---|----------------|---------|
| AMG-13 | PATRON GENERAL | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 98.9 | 202.01 | 7682.14 | 115.52 | 115520.0 | 3.68 | 37.54 | 270 | A | NO |
| AMG-14 | PATRON GENERAL | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 98.2 | 200.12 | 7573.78 | 114.90 | 114900.0 | 3.72 | 37.96 | 270 | C | NO |
| AMG-15 | PATRON GENERAL | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 98.10 | 201.42 | 7558.37 | 115.10 | 115100.0 | 3.71 | 37.82 | 270 | A | NO |



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceros N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

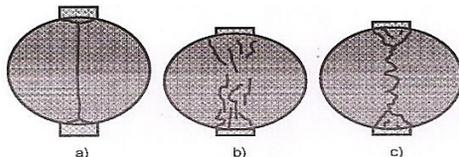


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 05/09/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm) | LONG. DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (N) | RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | TIPO DE ROTURA | DEFECTO |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|-------------------------|---|-------------------|------------------|--|---|---|----------------|---------|
| AMG-16 | PATRON GENERAL | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 99.21 | 201.60 | 7730.38 | 128.03 | 128030.0 | 4.08 | 41.56 | 270 | A | NO |
| AMG-17 | PATRON GENERAL | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 99.45 | 201.10 | 7767.83 | 128.96 | 128960.0 | 4.11 | 41.86 | 270 | B | NO |
| AMG-18 | PATRON GENERAL | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 98.91 | 200.98 | 7683.70 | 127.81 | 127805.0 | 4.09 | 41.74 | 270 | C | NO |



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceros N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

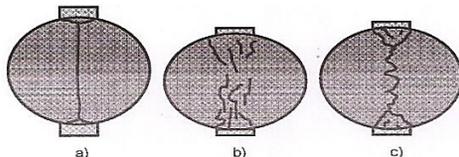


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 15/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm) | LONG. DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (N) | RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | TIPO DE ROTURA | DEFECTO |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|-------------------------|---|-------------------|------------------|--|---|---|----------------|---------|
| AM1-10 | MUESTRA - PATRON (-) (-) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 99.61 | 201.14 | 7792.84 | 83.32 | 83320.0 | 2.65 | 27.00 | 270 | A | NO |
| AM1-11 | MUESTRA - PATRON (-) (-) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 98.93 | 200.95 | 7686.81 | 82.95 | 82950.0 | 2.66 | 27.09 | 270 | B | NO |
| AM1-12 | MUESTRA - PATRON (-) (-) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 99.45 | 200.13 | 7767.83 | 82.56 | 82560.0 | 2.64 | 26.93 | 270 | B | NO |



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceros N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

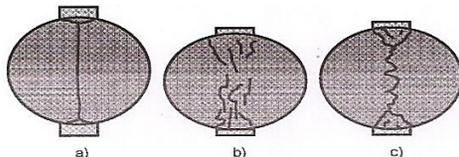


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm2, Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm2
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 22/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm) | LONG. DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm2) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (N) | RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm2) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm2) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2) | TIPO DE ROTURA | DEFECTO |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------|------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------|---------|
| AM1-13 | MUESTRA - PATRON (-) (-) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 99.52 | 201.30 | 7778.76 | 116.96 | 116960.0 | 3.72 | 37.90 | 270 | A | NO |
| AM1-14 | MUESTRA - PATRON (-) (-) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 98.76 | 200.45 | 7660.41 | 117.42 | 117420.0 | 3.78 | 38.50 | 270 | B | NO |
| AM1-15 | MUESTRA - PATRON (-) (-) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 99.46 | 199.78 | 7769.39 | 117.33 | 117330.0 | 3.76 | 38.33 | 270 | A | NO |



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

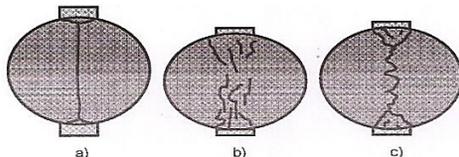


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 05/09/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm) | LONG. DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (N) | RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | TIPO DE ROTURA | DEFECTO |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|-------------------------|---|-------------------|------------------|--|---|---|----------------|---------|
| AM1-16 | MUESTRA - PATRON (-) (-) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 99.45 | 200.46 | 7767.83 | 130.95 | 130950.0 | 4.18 | 42.64 | 270 | C | NO |
| AM1-17 | MUESTRA - PATRON (-) (-) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 99.23 | 200.78 | 7733.50 | 131.76 | 131760.0 | 4.21 | 42.93 | 270 | B | NO |
| AM1-18 | MUESTRA - PATRON (-) (-) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 99.75 | 200.96 | 7814.76 | 130.23 | 130230.0 | 4.14 | 42.17 | 270 | A | NO |



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceros N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

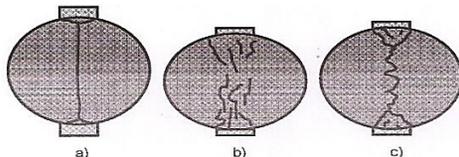


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 15/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm) | LONG. DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (N) | RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | TIPO DE ROTURA | DEFECTO |
|--------|------------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|-------------------------|---|-------------------|------------------|--|---|---|----------------|---------|
| AM2-10 | MUESTRA - PATRON (+) (-) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 99.56 | 200.14 | 7785.02 | 80.95 | 80950.0 | 2.59 | 26.37 | 270 | A | NO |
| AM2-11 | MUESTRA - PATRON (+) (-) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 99.42 | 200.89 | 7763.14 | 81.72 | 81720.0 | 2.60 | 26.56 | 270 | B | NO |
| AM2-12 | MUESTRA - PATRON (+) (-) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 98.76 | 200.74 | 7660.41 | 82.13 | 82130.0 | 2.64 | 26.89 | 270 | B | NO |



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceros N° 703, Pasco.
☎️ (063) 422197

✉️ rectorado@undac.edu.pe
✉️ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

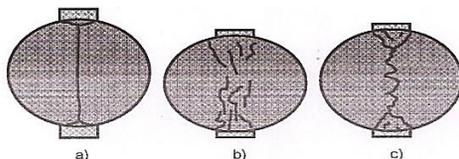


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 22/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm) | LONG. DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (N) | RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | TIPO DE ROTURA | DEFECTO |
|--------|------------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|-------------------------|---|-------------------|------------------|--|---|---|----------------|---------|
| AM2-13 | MUESTRA - PATRON (+) (-) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 99.76 | 201.12 | 7816.33 | 112.23 | 112230.0 | 3.56 | 36.31 | 270 | C | NO |
| AM2-13 | MUESTRA - PATRON (+) (-) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 99.23 | 200.97 | 7733.50 | 112.78 | 112780.0 | 3.60 | 36.71 | 270 | A | NO |
| AM2-15 | MUESTRA - PATRON (+) (-) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 99.85 | 201.42 | 7830.44 | 112.92 | 112920.0 | 3.57 | 36.45 | 270 | A | NO |



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceros N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

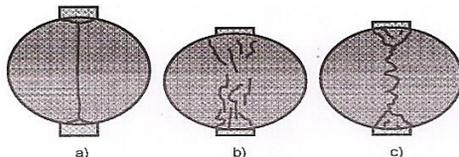


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 05/09/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm) | LONG. DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (N) | RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | TIPO DE ROTURA | DEFECTO |
|--------|------------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|-------------------------|---|-------------------|------------------|--|---|---|----------------|---------|
| AM2-16 | MUESTRA - PATRON (+) (-) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 99.23 | 200.46 | 7733.50 | 127.76 | 127760.0 | 4.09 | 41.70 | 270 | A | NO |
| AM2-17 | MUESTRA - PATRON (+) (-) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 99.75 | 200.78 | 7814.76 | 128.92 | 128920.0 | 4.10 | 41.79 | 270 | B | NO |
| AM2-18 | MUESTRA - PATRON (+) (-) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 99.86 | 200.96 | 7832.01 | 128.74 | 128740.0 | 4.08 | 41.65 | 270 | C | NO |



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceros N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

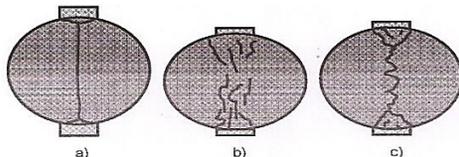


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 15/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm) | LONG. DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (N) | RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | TIPO DE ROTURA | DEFECTO |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|-------------------------|---|-------------------|------------------|--|---|---|----------------|---------|
| AM3-10 | MUESTRA - PATRON (-) (+) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 99.53 | 200.75 | 7780.33 | 86.94 | 86940.0 | 2.77 | 28.25 | 270 | A | NO |
| AM3-11 | MUESTRA - PATRON (-) (+) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 100.10 | 200.45 | 7869.70 | 86.75 | 86750.0 | 2.75 | 28.07 | 270 | A | NO |
| AM3-12 | MUESTRA - PATRON (-) (+) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 99.79 | 200.19 | 7821.03 | 87.75 | 87750.0 | 2.80 | 28.52 | 270 | B | NO |



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceros N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

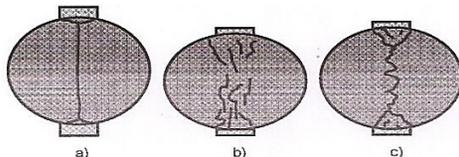


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 22/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm) | LONG. DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (N) | RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | TIPO DE ROTURA | DEFECTO |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|-------------------------|---|-------------------|------------------|--|---|---|----------------|---------|
| AM3-13 | MUESTRA - PATRON (-) (+) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 100.12 | 200.41 | 7872.84 | 118.12 | 118120.0 | 3.75 | 38.22 | 270 | A | NO |
| AM3-14 | MUESTRA - PATRON (-) (+) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 100.23 | 200.78 | 7890.15 | 118.15 | 118150.0 | 3.74 | 38.11 | 270 | B | NO |
| AM3-15 | MUESTRA - PATRON (-) (+) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 100.56 | 200.91 | 7942.19 | 119.45 | 119450.0 | 3.76 | 38.38 | 270 | B | NO |



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceros N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

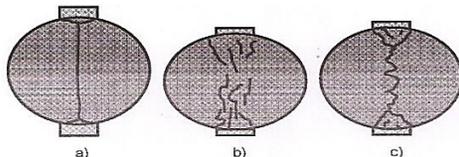


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 05/09/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm) | LONG. DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (N) | RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | TIPO DE ROTURA | DEFECTO |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|-------------------------|---|-------------------|------------------|--|---|---|----------------|---------|
| AM3-16 | MUESTRA - PATRON (-) (+) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 99.98 | 200.19 | 7850.84 | 135.09 | 135090.0 | 4.30 | 43.82 | 270 | A | NO |
| AM3-17 | MUESTRA - PATRON (-) (+) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 100.02 | 200.74 | 7857.12 | 135.47 | 135470.0 | 4.30 | 43.80 | 270 | A | NO |
| AM3-18 | MUESTRA - PATRON (-) (+) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 99.78 | 200.46 | 7819.46 | 135.14 | 135140.0 | 4.30 | 43.86 | 270 | C | NO |



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceros N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

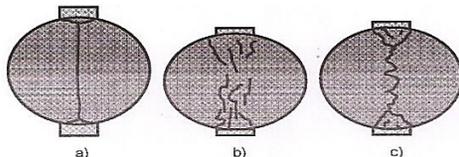


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 15/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm) | LONG. DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (N) | RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | TIPO DE ROTURA | DEFECTO |
|--------|------------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|-------------------------|---|-------------------|------------------|--|---|---|----------------|---------|
| AM4-10 | MUESTRA - PATRON (+) (+) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 99.98 | 200.14 | 7850.84 | 80.66 | 80660.0 | 2.57 | 26.17 | 270 | A | NO |
| AM4-11 | MUESTRA - PATRON (+) (+) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 99.86 | 200.78 | 7832.01 | 81.05 | 81050.0 | 2.57 | 26.24 | 270 | C | NO |
| AM4-12 | MUESTRA - PATRON (+) (+) | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 99.96 | 200.86 | 7847.70 | 80.48 | 80480.0 | 2.55 | 26.02 | 270 | B | NO |



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceros N° 703, Pasco.
☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe
✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

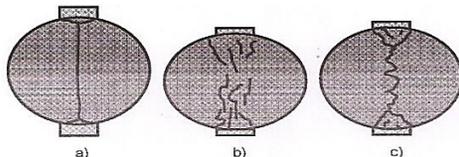


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 22/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm) | LONG. DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (N) | RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | TIPO DE ROTURA | DEFECTO |
|--------|------------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|-------------------------|---|-------------------|------------------|--|---|---|----------------|---------|
| AM4-13 | MUESTRA - PATRON (+) (+) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 99.12 | 200.13 | 7716.36 | 110.75 | 110750.0 | 3.55 | 36.24 | 270 | A | NO |
| AM4-14 | MUESTRA - PATRON (+) (+) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 99.76 | 200.04 | 7816.33 | 110.12 | 110120.0 | 3.51 | 35.82 | 270 | A | NO |
| AM4-15 | MUESTRA - PATRON (+) (+) | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 99.75 | 200.09 | 7814.76 | 110.96 | 110960.0 | 3.54 | 36.09 | 270 | C | NO |



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceros N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

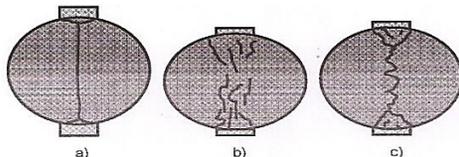


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 05/09/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm) | LONG. DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (N) | RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | TIPO DE ROTURA | DEFECTO |
|--------|------------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|-------------------------|---|-------------------|------------------|--|---|---|----------------|---------|
| AM4-16 | MUESTRA - PATRON (+) (+) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 99.12 | 200.13 | 7716.36 | 124.61 | 124610.0 | 4.00 | 40.78 | 270 | A | NO |
| AM4-17 | MUESTRA - PATRON (+) (+) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 99.75 | 200.47 | 7814.76 | 125.45 | 125450.0 | 3.99 | 40.73 | 270 | C | NO |
| AM4-18 | MUESTRA - PATRON (+) (+) | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 99.46 | 200.86 | 7769.39 | 125.15 | 125150.0 | 3.99 | 40.67 | 270 | B | NO |



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceros N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

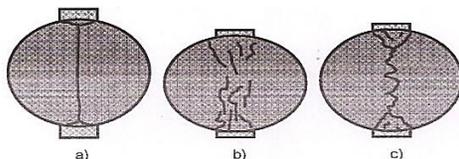


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 15/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm) | LONG. DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (N) | RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | TIPO DE ROTURA | DEFECTO |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|-------------------------|---|-------------------|------------------|--|---|---|----------------|---------|
| AM5-10 | MUESTRA - PATRON PROMEDIO | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 99.12 | 200.14 | 7716.36 | 88.68 | 88680.0 | 2.85 | 29.02 | 270 | A | NO |
| AM5-11 | MUESTRA - PATRON PROMEDIO | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 99.26 | 200.23 | 7738.17 | 89.24 | 89240.0 | 2.86 | 29.15 | 270 | A | NO |
| AM5-12 | MUESTRA - PATRON PROMEDIO | 08/08/2023 | 15/08/2023 | 7 | 99.34 | 200.47 | 7750.65 | 89.75 | 89750.0 | 2.87 | 29.26 | 270 | B | NO |



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceros N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

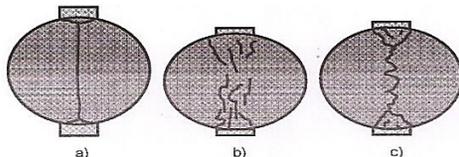


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 22/08/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm) | LONG. DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (N) | RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | TIPO DE ROTURA | DEFECTO |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|-------------------------|---|-------------------|------------------|--|---|---|----------------|---------|
| AM5-13 | MUESTRA - PATRON PROMEDIO | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 100.12 | 200.15 | 7872.84 | 120.95 | 120950.0 | 3.84 | 39.18 | 270 | C | NO |
| AM5-14 | MUESTRA - PATRON PROMEDIO | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 100.14 | 200.47 | 7875.99 | 120.96 | 120960.0 | 3.84 | 39.12 | 270 | C | NO |
| AM5-15 | MUESTRA - PATRON PROMEDIO | 08/08/2023 | 22/08/2023 | 14 | 100.23 | 200.86 | 7890.15 | 120.99 | 120990.0 | 3.83 | 39.01 | 270 | B | NO |



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceros N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

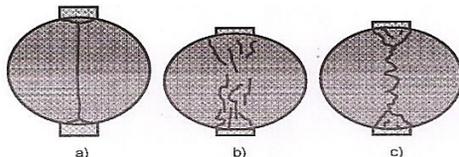


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONDEZO RAMOS, Marilyn Patricia - CALLUPE MORENO, Anthony Claudio
TESIS : Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=270$ Kg/Cm², Pasco.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 270$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Yanacancha - 2023
FECHA : 05/09/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

| CODIGO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm) | LONG. DE ESPECIMEN (mm) | AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MAXIMA (KN) | CARGA MAXIMA (N) | RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²) | RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | TIPO DE ROTURA | DEFECTO |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|-------------------------|---|-------------------|------------------|--|---|---|----------------|---------|
| AM5-16 | MUESTRA - PATRON PROMEDIO | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 99.96 | 200.74 | 7847.70 | 137.45 | 137450.0 | 4.36 | 44.47 | 270 | C | NO |
| AM5-17 | MUESTRA - PATRON PROMEDIO | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 100.12 | 201.16 | 7872.84 | 140.26 | 140260.0 | 4.43 | 45.21 | 270 | C | NO |
| AM5-18 | MUESTRA - PATRON PROMEDIO | 08/08/2023 | 05/09/2023 | 28 | 100.52 | 200.41 | 7935.88 | 139.34 | 139340.0 | 4.40 | 44.90 | 270 | A | NO |



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceros N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto F’c=270 kg/cm2, Pasco”

| PROBLEMAS | OBJETIVOS | HIPOTESIS | VARIABLES E INDICADORES | | | METODOLOGIA |
|---|--|--|---|--|---|--|
| <p>Problema general</p> <p>¿Cómo las cenizas de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas mejoran las propiedades mecánicas del concreto F’c=270 Kg/cm2?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>¿De qué manera el diseño de mezcla con ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas influirá en las propiedades mecánicas del concreto F’c=270 Kg/cm2?</p> <p>¿De qué manera la ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas mejora la resistencia a compresión del concreto F’c=270 Kg/cm2?</p> <p>¿Cómo aumenta la resistencia a tracción del</p> | <p>Objetivo general</p> <p>Demostrar de qué manera la ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas mejora las propiedades mecánicas del concreto F’c=270 Kg/cm2.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Establecer de qué manera el diseño de mezcla con ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas influirá en las propiedades mecánicas del concreto F’c=270 Kg/cm2.</p> <p>Determinar de qué manera la ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas mejora la resistencia a compresión del concreto F’c=270 Kg/cm2.</p> <p>Demostrar cómo aumenta la resistencia a tracción del concreto F’c=270 Kg/cm2 con la adición de la ceniza de</p> | <p>Hipótesis general</p> <p>La Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas mejoraría las propiedades mecánicas del concreto F’c=270 Kg/cm2.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>El diseño de mezcla con ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas influiría de manera positiva en las propiedades mecánicas del concreto F’c=270 Kg/cm2.</p> <p>La ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas mejoraría la resistencia a compresión del concreto F’c=270 Kg/cm2.</p> | <p>Variable independiente</p> <p>Ceniza de cascarilla de arroz.</p> <p>Macrofibras sintéticas</p> <hr/> <p>Variable dependiente</p> <p>Propiedades mecánicas del concreto F’c=270 Kg/cm2.</p> | <p>Dimensiones</p> <p>Porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz.</p> <p>Porcentaje de Macrofibras sintéticas.</p> <hr/> <p>Dimensiones</p> <p>Resistencia a compresión.</p> <p>Resistencia a tracción.</p> | <p>Indicadores</p> <p>Dosificación</p> <p>Análisis granulométrico.</p> <p>Peso específico.</p> <p>Módulo de fineza.</p> <p>Peso volumétrico</p> <hr/> <p>Indicadores</p> <p>F’c=270 Kg/cm2.</p> <p>Diámetro de la probeta.</p> <p>Longitud de la probeta.</p> <p>Área de la probeta.</p> <p>Carga máxima.</p> | <p>Tipo de investigación: Correlacional</p> <p>Método de investigación: Cuantitativo</p> <p>Diseño de investigación: Experimental</p> <p>Nivel de investigación: Explicativa</p> <p>Población: Concreto F’c=270 Kg/Cm2</p> <p>Muestra: La muestra son 108 especímenes totales conformados por 6 ensayos a edades 7, 14 y 28 días con un 0%, 2.50%, 5.00% y 7.50% de adición de RHA y 1kg/m3. 2kg/m3 y 3kg/m3 de MS, siendo 54 especímenes para el ensayo</p> |

| | | | |
|---|--|---|---|
| <p>concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$ con la adición de la ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas?</p> | <p>cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas.</p> | <p>La adición de ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas aumentaría la resistencia a tracción del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$.</p> | <p>de resistencia a compresión y 54 especímenes para la resistencia a tracción.</p> |
| <p>¿Cuál será el porcentaje adecuado de ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para mejorar las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$?</p> | <p>Comprobar el porcentaje adecuado de ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para mejorar las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$.</p> | <p>El porcentaje adecuado de ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas mejoraría las propiedades mecánicas del concreto $F'_c=270 \text{ Kg/cm}^2$.</p> | <p>Muestreo: No probabilístico – Muestras Intencionadas</p> |

Fuente: Elaboración Propia.

PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía 1.- Pesaje de la cáscara de arroz



Fotografía 2.- Calcinación de la cáscara de arroz



Fotografía 3.- Ensayo de contenido de humedad del RHA



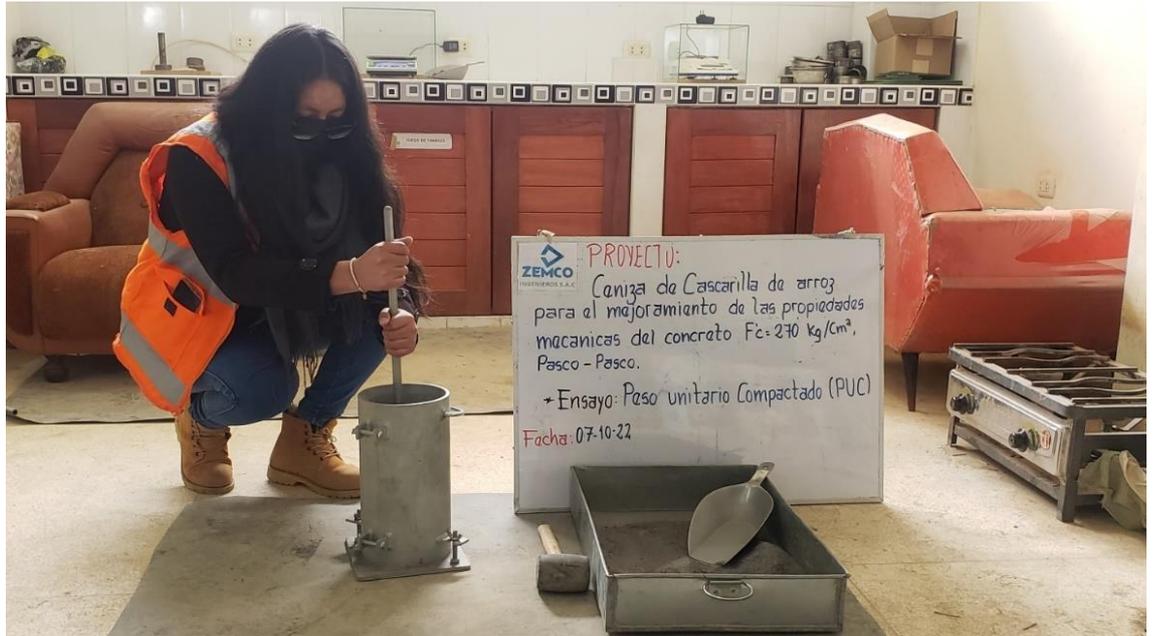
Fotografía 4.- Muestras llevadas al horno



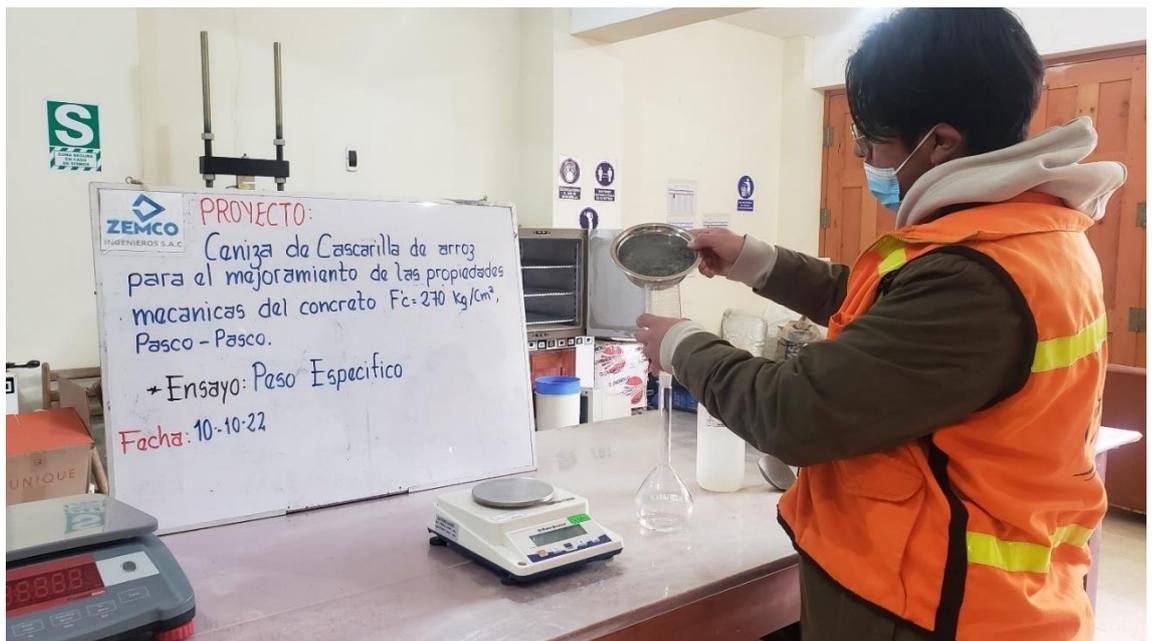
Fotografía 5.- Ensayo de peso unitario suelto



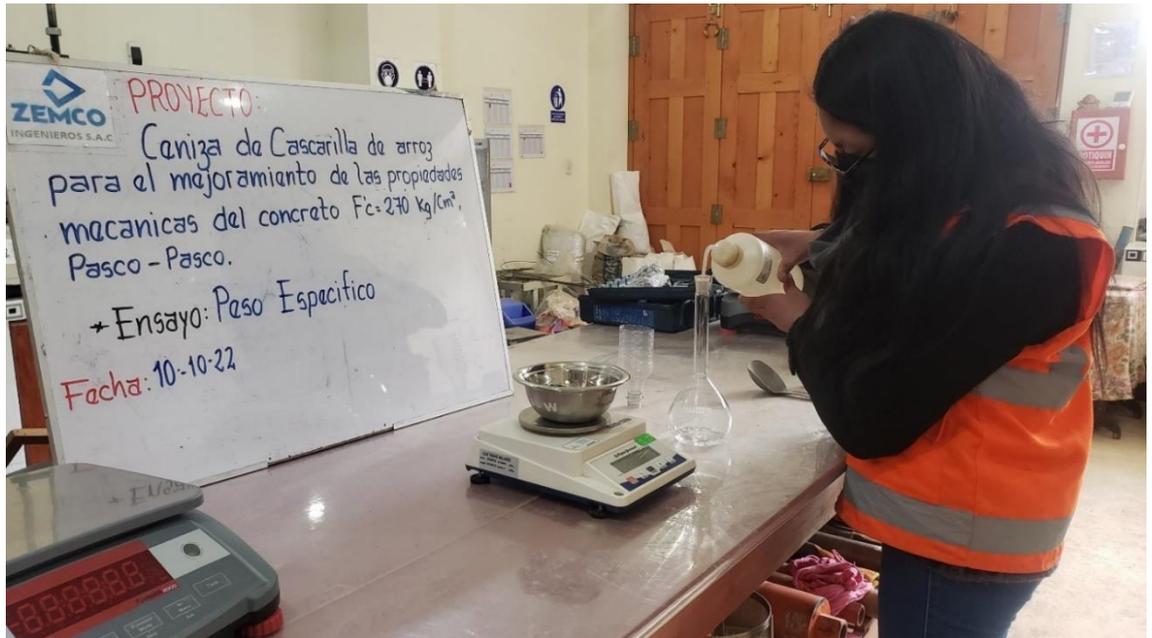
Fotografía 6.- Anotando datos obtenidos del ensayo



Fotografía 7.- Ensayo de peso unitario compactado



Fotografía 8.- Ensayo de peso específico de la muestra



Fotografía 9.- Llenando el recipiente con agua para el ensayo de peso específico



Fotografía 10.- Realización del ensayo granulométrico de la muestra



Fotografía 11.- Selección del agregado grueso



Fotografía 12.- Tarando el recipiente en donde se pesan los materiales



Fotografía 13.- Peso del agregado fino según el diseño de mezcla



Fotografía 14.- Peso del cemento según el diseño de mezcla



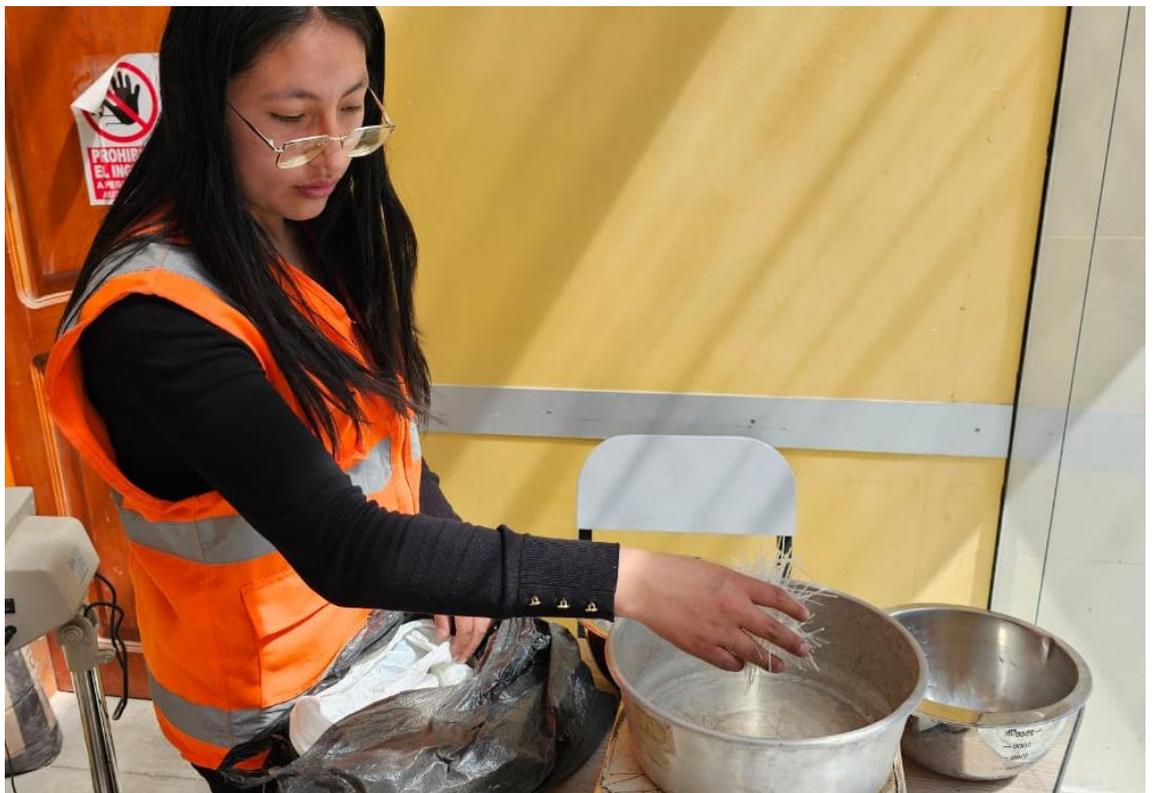
Fotografía 15.- Tara de recipientes para materiales de menor cantidad



Fotografía 16.- Pesando el RHA según el diseño de mezcla



Fotografía 17.- Desempaquetando las macrofibras



Fotografía 18.- Pesando macrofibras según el diseño de mezcla



Fotografía 19.- Cantidad de macrofibras a usar en porcentajes del volumen del concreto



Fotografía 20.- Pesando el agua según el diseño de mezcla



Fotografía 21.- Preparación y embadurnado con desmoldante de las probetas



Fotografía 22.- Mezclado de materiales



Fotografía 23.- Realización de probetas cilíndricas para ensayo a compresión



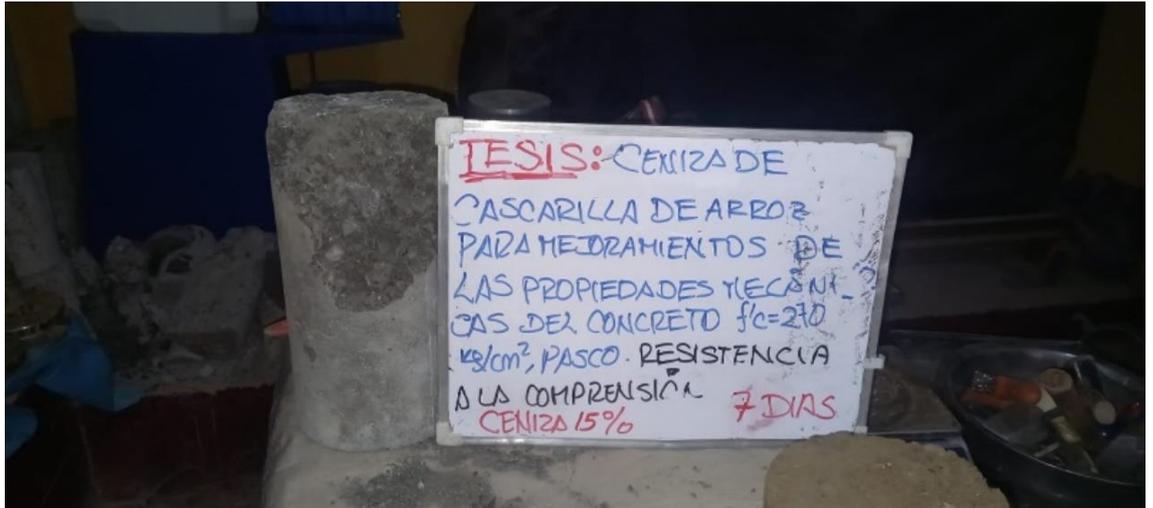
Fotografía 24.- Ensayo a compresión a los 7 días con 0% de RHA



Fotografía 25.- Ensayo a compresión a los 7 días con 5% de RHA



Fotografía 26.- Ensayo a compresión a los 7 días con 10% de RHA



Fotografía 27.- Ensayo a compresión a los 7 días con 15% de RHA



Fotografía 28.- Ensayo a tracción indirecta – Probeta en el equipo



Fotografía 29.- Ensayo a tracción indirecta – Compresión diametral



Fotografía 30.- Falla obtenida del ensayo a tracción indirecta



Fotografía 31.- Residuos de rotura a compresión y tracción indirecta de las probetas