

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“REUTILIZACIÓN DE LA CASCARILLA DE ARROZ PARA MEJORAR
PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO UHPC EN LA
FABRICACIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS”**

PRESENTADO POR

BACH. JUAREZ LUDEÑA SOL EMPERATRIZ

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: NUEVAS TECNOLOGÍAS EN
PROCESOS CONSTRUCTIVOS**

ASESORES:

Ing. BULLON ROSAS JUAN JOSE

Ing. MALLAUPOMA REYES CHRISTIAN

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

HUANCAYO, PERÚ

2023, FEBRERO

ASESOR:

ING. BULLON ROSAS JUAN JOSE

ING. MALLAUPOMA REYES CHRISTIAN

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, a la Virgen María por darme vida, salud, sabiduría y lograr mi meta trazada. A mi papito Ramiro y hermanito Juan Cesar, que son mis ángeles en el cielo. A mi mamita Olimpia por su amor y apoyo incondicional. A mis tesoros Sebastian y Yareth por ser el amor y la alegría de mi hogar.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme salud y sabiduría para salir siempre adelante.

A la Universidad Peruana los Andes y a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por ser parte de mi formación profesional.

A mis asesores, por su apoyo, conocimientos, experiencia y asesoramiento en el desarrollo de mi tesis.

A mi mamita por ser el soporte en todo momento, asumiendo el rol de padre y madre en la formación de mi vida universitaria para el logro de mi meta.

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

DR. RUBÉN DARÍO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

MTRO. ALCIDES LUIS FABIAN BRAÑEZ

JURADO

ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA

JURADO

ING. NATALY LUCIA CORDOVA ZORRILLA

JURADO

MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DOCENTE

CONSTANCIA 163

DE SIMILITUD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN POR EL SOFTWARE DE PREVENCIÓN DE PLAGIO TURNITIN

La Dirección de Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, hace constar por la presente, que el informe final de tesis titulado: "REUTILIZACIÓN DE LA CASCARILLA DE ARROZ PARA MEJORAR PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO UHPC EN LA FABRICACIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS"

Cuyo autor (a) (es) : Sol Emperatriz, Juarez Ludeña.

Facultad : Ingeniería.

Escuela Profesional : Ingeniería Civil

Asesor (a) (es) : Ing. Juan Jose, Bullon Rosas

Ing. Christian, Mallaupoma Reyes

Que, fue presentado con fecha 05.04.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 05.04.2023; con la siguiente configuración de software de prevención de plagio Turnitin:

- Excluye bibliografía.
- Excluye citas.
- Excluye cadenas menores de a 20 palabras.
- Otro criterio (especificar)

Dicho documento presenta un porcentaje de similitud de 25%. En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°11 del Reglamento de uso de software de prevención de plagio, el cual indica que no se debe superar el 30%. Se declara, que el trabajo de investigación: si contiene un porcentaje aceptable de similitud. Observaciones: ninguna.

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presenta constancia.

Huancayo 11 de abril del 2023



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

ÍNDICE

<i>DEDICATORIA</i>	<i>iv</i>
<i>AGRADECIMIENTO</i>	<i>v</i>
<i>HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS</i>	<i>vi</i>
<i>ÍNDICE</i>	<i>viii</i>
<i>ÍNDICE DE TABLAS</i>	<i>xii</i>
<i>ÍNDICE DE FIGURAS</i>	<i>xiv</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>xvi</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>xvii</i>
<i>INTRODUCCIÓN</i>	<i>xviii</i>
<i>CAPITULO I EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</i>	<i>20</i>
1.1. Planteamiento del problema	20
1.2. Delimitación del problema	23
1.2.1. Delimitación espacial	23
1.2.2. Delimitación temporal.....	23
1.2.3. Delimitación económica.....	23
1.3. Formulación del problema	23
1.3.1. Problema general.....	23
1.3.2. Problemas específicos	23
1.4. Justificación	24
1.4.1. Justificación Práctica.....	24
1.4.2. Justificación Teórica	24

1.4.3.	Justificación Metodológica	24
1.5.	Limitaciones	25
1.6.	Objetivos de investigación.....	25
1.6.1.	Objetivo general	25
1.6.2.	Objetivos específicos	25
<i>CAPITULO II MARCO TEÓRICO</i>		26
2.1.	Antecedentes.....	26
2.1.1.	Antecedentes internacionales	26
2.1.2.	Antecedentes nacionales	30
2.2.	Marco conceptual	35
2.2.1.	Cascarilla de arroz.....	35
2.2.2.	El mortero UHPC	36
2.2.3.	Agregado	36
2.2.4.	Relación agua - cemento	38
2.2.5.	Diseños de mezclas	39
2.2.6.	Resistencia.....	41
2.2.7.-	Norma E.060 Concreto Armado	50
2.3.	Definición de términos	53
<i>CAPÍTULO III HIPÓTESIS</i>		58
3.1	Hipótesis	58
3.1.1	Hipótesis general.....	58
3.1.2	Hipótesis específicas	58
3.2	Variables	58
3.2.1	Definición conceptual de la variable:.....	58
3.2.2	Definición operacional de la variable	59

3.2.3	Operacionalización de la variable	60
<i>CAPITULO IV METODOLOGÍA.....</i>		61
4.1	Método de investigación.....	61
4.2	Tipo de investigación	61
4.3	Nivel de investigación	62
4.4	Diseño de investigación	62
4.5	Población y muestra de la investigación	62
4.5.1	Población.....	62
4.5.2	Muestra.....	63
4.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	63
4.6.1	Técnicas de recolección de datos	63
4.6.2	Instrumentos de recolección de datos	68
4.7	Procesamiento de información	68
4.8	Técnicas y análisis de datos.....	69
<i>CAPITULO V RESULTADOS.....</i>		70
5.1	Presentación de resultados.....	70
5.2	Prueba de hipótesis general	85
5.3	Prueba de hipótesis específicas.....	87
<i>CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS</i>		91
<i>CONCLUSIONES</i>		93
<i>RECOMENDACIONES</i>		95
<i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>		96

<i>ANEXOS</i>	100
Anexo 1: Matriz de consistencia	101
Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables	102

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1</i> Propiedades del Concreto	49
<i>Tabla 2</i> Resistencia a la comprensión	50
<i>Tabla 3</i> Requisitos para condiciones especiales de exposición.....	51
<i>Tabla 4</i> Resistencia a la comprensión	53
<i>Tabla 5</i> Composición de Óxidos del cemento	54
<i>Tabla 6</i> Operacionalización de variables	60
<i>Tabla 7</i> Granulométrica del agregado fino	72
<i>Tabla 8</i> Granulométrica del agregado fino	72
<i>Tabla 9</i> Datos de densidad relativa y absorción del agregado	73
<i>Tabla 10</i> Resultados de la densidad relativa y absorción del agregado	73
<i>Tabla 11</i> Resultados del peso unitario suelto seco - PUSS.....	73
<i>Tabla 12</i> Resultados del peso unitario compactado seco - PUSS.....	74
<i>Tabla 13</i> Resultados del contenido de humedad de la arena gruesa	75
<i>Tabla 14</i> Ensayo de compresión– muestra patrón.....	75
<i>Tabla 15</i> Resultado de ensayos en metros cuadrados de la muestra patrón en un tiempo de 3 a 7 días	76
<i>Tabla 16</i> Ensayo de compresión de probeta – 4% de cascarilla de arroz.....	77
<i>Tabla 17</i> Resultado de ensayos en metros cuadrados de 4% en un tiempo de 3 a 7 días.....	77
<i>Tabla 18</i> Ensayo de compresión de probeta – 6% de cascarilla de arroz.....	78
<i>Tabla 19</i> Resultado de ensayos en metros cuadrados de 6% en un tiempo de 3 a 7 días.....	79
<i>Tabla 20</i> Ensayo de compresión de probeta – 8% de cascarilla de arroz.....	80
<i>Tabla 21</i> Resultado de ensayos en metros cuadrados de 8% en un tiempo de 3 a 7 días.....	80
<i>Tabla 22</i> Ensayo de compresión de probeta– 12% de cascarilla de arroz.....	81
<i>Tabla 23</i> Resultado de ensayos en metros cuadrados de 12% en un tiempo de 3 a 7 días	82

<i>Tabla 24 Resultado de ensayos por Tipo de Falla a 4 días</i>	83
<i>Tabla 25 Resultado de ensayos por Tipo de Falla a 7 días</i>	84
Tabla 24 Prueba de homogeneidad de varianzas de la hipótesis general	85
Tabla 25 Prueba ANOVA para la hipótesis general.....	86
Tabla 26 Prueba de homogeneidad de varianzas para la hipótesis específica 1.....	87
Tabla 27 Prueba ANOVA para la hipótesis específica 1	88
Tabla 28 Prueba de homogeneidad de varianzas para la hipótesis específica 2.....	89
Tabla 29 Prueba ANOVA para la hipótesis específica 2	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Agregado Fino.....	37
<i>Figura 2 Herramientas para determinar el tamaño máximo de agregado</i>	<i>40</i>
<i>Figura 3 Aire atrapado en el concreto</i>	<i>41</i>
<i>Figura 4 Resistencia a la compresión</i>	<i>42</i>
Figura 5 Diseño de mezcla, elaboración del concreto y sus muestras	44
Figura 6 <i>plastificantes de 1era, 2da generación y superplastificantes.</i>	<i>46</i>
Figura 7 <i>Descripción de falla de ruptura.....</i>	<i>57</i>
Figura 8 <i>cemento Portland Tipo1.</i>	<i>64</i>
Figura 9 <i>Cantera de agregado fino-Pilcomayo</i>	<i>64</i>
Figura 10 <i>Aditivos</i>	<i>65</i>
Figura 11 <i>cascarilla de arroz.....</i>	<i>65</i>
Figura 12 y Figura 13 <i>Mezcla de concreto y elaboración de probetas.....</i>	<i>66</i>
Figura 14 y Figura 15 <i>curado de probetas.....</i>	<i>67</i>
Figura 16 <i>ensayo a compresión.</i>	<i>67</i>
<i>Figura 17 Muestra patrón de prueba de cáscara de arroz con resultados de carga máxima y fuerza de compresión</i>	<i>76</i>
<i>Figura 18 Muestra de prueba de cáscara de arroz al 4% con resultados de carga máxima y fuerza de compresión</i>	<i>78</i>
<i>Figura 19 Muestra de prueba de cáscara de arroz al 6% con resultados de carga máxima y fuerza de compresión</i>	<i>79</i>
<i>Figura 20 Muestra de prueba de cáscara de arroz al 8% con resultados de carga máxima y fuerza de compresión</i>	<i>81</i>
<i>Figura 21 Muestra de prueba de cáscara de arroz al 12% con resultados de carga máxima y fuerza de compresión</i>	<i>82</i>

<i>Figura 22 Tipos de Falla a 4 días.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 23 Tipos de Falla a 7 días.....</i>	<i>84</i>

RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿De qué manera la reutilización de la cascarilla de arroz sirve para mejorar las propiedades mecánicas del mortero UHPC para la fabricación de elementos prefabricados?, el objetivo general fue: reutilizar la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades mecánicas del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados; la hipótesis general que se verificó fue: La reutilización de la cascarilla de arroz mejora las propiedades mecánicas del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados. El método general de investigación fue el método científico, con un enfoque cuantitativo, siendo el tipo de investigación aplicada, de un nivel explicativo y el diseño experimental del tipo cuasiexperimental. La población para este estudio fue de 30 muestras de morteros UHPC, adicionando cascarilla de arroz en porcentajes (4%, 6%, 8% y 12%).

Se concluye que lo más importante al momento de utilizar la cascarilla de arroz como material cementicio en el mortero UHPC, mejora sus características y propiedades, demostrando que es un material que mejora las características y propiedades del mortero UHPC. Lo más difícil en la incorporación de la cascarilla de arroz es el proceso de mezclado ya estos tipos de diseños de mezcla son en su gran mayoría muy secos y se debe realizarlo con instrumentos sofisticados y especiales, ya que si no se realiza de manera controlada este pierde sus propiedades técnicas. La reutilización de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados, dio como resultado que la cascarilla de arroz como material cementicio mejoran las propiedades mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados, adicionando en porcentajes de 0% para la muestra patrón e incorporar porcentajes 4%, 6%, 8% y 12%, de cascarilla de arroz y teniendo óptimos resultados en la resistencia y tiempo de rotura.

Palabras claves: Cascarilla de arroz, mortero UHPC, elementos prefabricados, material cementicio.

ABSTRACT

The present investigation had as a general problem: How does the reuse of rice husk serve to improve the mechanical properties of the UHPC mortar for the manufacture of precast elements? The general objective was: to reuse the rice husk to improve the properties mechanics of the UHPC mortar in the manufacture of precast elements; The general hypothesis that was verified was: The reuse of rice husks improves the mechanical properties of the UHPC mortar in the manufacture of precast elements.

The general research method was the scientific method, with a quantitative approach, being the type of applied research, of an explanatory level and the experimental design of the quasi-experimental type. The population for this study was 45 samples of UHPC mortars, adding rice husk in percentages (4%, 6%, 8% and 12%).

It is concluded that the most important thing when using rice husk as a cementitious material in the UHPC mortar is to improve its characteristics and properties, demonstrating that it is a material that improves the characteristics and properties of the UHPC mortar. The most difficult thing in the incorporation of the rice husk is the mixing process, since these types of mix designs are mostly very dry and must be done with sophisticated and special instruments, because if it is not done in a controlled manner, this loses its technical properties.

Keywords: Rice husk, UHPC mortar, precast elements, cementitious material.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis tiene como objetivo determinar en qué medida favorece la reutilización de la cascarilla de arroz como agregado para mejorar las propiedades mecánicas en la elaboración de elementos prefabricados con morteros UHPC para la construcción, el problema en la actual actividad humana por solucionar en los países en desarrollo, es el tratamiento a la inmensa cantidad de residuos que se generan en la industria y la agricultura al momento de la cosecha y procesamiento del arroz, debido a que esta produce una cascarilla que no es aprovechado, la única forma de deshacerse de la misma es quemándolo o simplemente votándolo en los campos, generando de esta manera contaminación ambiental, una posible solución ante estas problemáticas es como utilizar la cascarilla de arroz como parte de los materiales de construcción. Hoy en día, los elementos prefabricados tienen innumerables usos, formas, texturas y colores, que son utilizados como material constructivo en diferentes proyectos, debido a su versatilidad, actualmente tienen muy buena calidad y costo significativamente bajo a comparación con otros materiales utilizados en la industria de la construcción, una alternativa frente a estos tipos de materiales es mejorar su composición haciendo uso de otros elementos (cascarilla de arroz) como agregado en porcentaje de peso dentro de una mezcla para la producción de prefabricados.

Este estudio evaluó el uso de cáscara de arroz como agregado para para ser utilizado en morteros UHPC, cumpliendo con los estándares técnicos y de calidad de los materiales de construcción para elaboración de elementos prefabricados; el objetivo de este estudio es investigar si la adición de cascarilla de arroz puede mejorar las propiedades mecánicas del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados. La cascarilla de arroz es un residuo de la producción de arroz que puede ser utilizado como agregado en la producción de morteros y concretos. En este estudio, se evaluará si la adición de cascarilla de arroz puede mejorar la resistencia a la compresión, la durabilidad y otras propiedades mecánicas del

mortero UHPC, además el estudio es determinar en qué medida la adición de cascarilla de arroz puede afectar la resistencia a la compresión del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados. Se realizarán pruebas de compresión en cilindros de mortero UHPC con diferentes cantidades de cascarilla de arroz para determinar el porcentaje de resistencia a la compresión que se puede atribuir a la adición de este material, además el estudio obtendrá la variación de la adición de cascarilla de arroz en la función al tipo de fractura del cilindro bajo compresión del mortero UHPC para la fabricación de elementos prefabricados. Se analizará el tipo de fractura que se produce en los cilindros de mortero UHPC con diferentes cantidades de cascarilla de arroz para determinar si la adición de este material afecta la forma en que el mortero se rompe bajo carga. Esto podría proporcionar información valiosa sobre la capacidad del mortero para soportar cargas y resistir la propagación de grietas.

En la tesis se desarrollan los siguientes capítulos: En el Capítulo I, se desarrolla el problema de investigación donde se describe la descripción de la realidad problemática, delimitación del problema, formulación del problema, justificación y objetivos de la investigación.

En el capítulo II, se desarrolla el marco teórico estableciendo los antecedentes, marco conceptual y definición de términos.

En el capítulo III, se desarrolla la hipótesis donde se describe la hipótesis general y específicas, variables y operacionalización de variables.

En el capítulo IV, se desarrolla la metodología de la investigación donde se describe la metodología de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento de información y técnicas de procesamiento y análisis de datos.

En el capítulo V, se describe la presentación de resultados.

En el capítulo VI, se desarrolla la discusión de resultados.

Por último, se describe las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Un problema que debe resolverse en las actividades humanas actuales en los países en desarrollo es hacer frente a una gran cantidad de residuos generados en la industria y la agricultura, gran parte de los cuales son biomasa, que eventualmente puede ser utilizada como combustible renovable o en la industria de materiales prefabricados utilizados en la construcción.

En el sector de la construcción, la promoción de nuevas alternativas a los materiales de construcción tradicionales ha tenido un mayor impacto, principalmente porque la producción actual de materiales prefabricados con desechos o desperdicios, estos tienen un impacto positivo en el medio ambiente, lo que ha venido impulsando la investigación de alternativas que puede reducir o reemplazar la fuente de ciertos materiales. (Mafla, 2009)

La cascarilla de arroz es un subproducto de las actividades de siembra de arroz y se puede utilizar en diversas actividades del sector agrícola, tales como: camas de aves, flores, concentrados de animales, construcción e incluso sustitutos de combustibles

fósiles. Este residuo alrededor de los granos alguna vez causó muchos inconvenientes a los productores de arroz y gradualmente se ha convertido en un interesante sustituto de otros sectores económicos como la avicultura, las flores, la ganadería, la construcción y los combustibles.

A nivel internacional La actividad agroindustrial del arroz en particular produce un estimado de 731 millones de toneladas de paja y más de 113 millones de toneladas métricas de cascarilla de arroz al año, además en Cuba la producción de arroz cobra importancia por ser un alimento básico con una población estimada para producir 1.086.000 toneladas en alimentos 2019. Durante la producción de arroz se producen diversos residuos, de los cuales el salvado de arroz o la harina y la cabeza de arroz se consideran subproductos cuando se utilizan como alimento. Los animales por su valor nutritivo, aunque la paja poscosecha o los residuos vegetales, así como las cascarillas de arroz, las adulteraciones o los sobrantes del secado, obtenidos en el proceso de fabricación de granos secos y limpios, sin embargo, por diversas razones, no se cumplen con la seguridad ambiental necesaria, esto se debe al gran volumen de producción y que muchos estados no tiene planes de contingencia respecto a qué hacer con estos subproductos, siendo un exentes de más de 141,750.00 toneladas métricas de cascarilla de arroz, de las cuales el 45% son vertidas a terrenos aledaños.

A nivel nacional, el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (Mincetur, 2008) mencionó: “Perú es el tercer productor de arroz de Estados Unidos después de Brasil y Estados Unidos (...). Perú es también uno de los tres países con mayor producción en el continente africano después de Uruguay y Estados Unidos. Uno ", uno de sus subproductos es la cascarilla de arroz, que suele ser vertida en vertederos o incinerada, y considerando el muy bajo peso específico, debido a su alto costo de manejo, su y el transporte es un gran problema.

Existe una amplia oferta de cascarilla de arroz en la zona de San Martín de Pangoa-Satipo, según Aquiles Hidalgo Coral, jefe de estadística agrícola y técnico estadístico, informó que “entre el 60% y el 65% de la cascarilla de arroz se convierte en arroz”, entonces el resto es cascarilla de arroz, que en los molinos no le brindan uso alguno, y por el contrario presentan para ello costos para su eliminación, o simplemente la queman, produciendo contaminación, por lo que dadas las características puzolánicas, este subproducto del arroz se puede utilizar como un sustituto en el diseño de concreto u otros productos para la construcción, no solo no solo por sus propiedades que puede añadirle a un material constructivo, sino también por su bajo costo y fácil manejo. (Aquiles, 2019)

Existen evidencias de alternativas de utilización de la cascarilla de arroz como elemento constructivo como en estudios de morteros, donde se ha investigado la estabilidad de la cáscara, para ello se determinaron sus características físicas y químicas, estudiándose diversos procesos de “mineralización”, por tanto la presente investigación busca darle un valor a la cascarilla de arroz para ser utilizado como agregado para la elaboración de elementos prefabricados con morteros UHPC capaz de satisfacer las normas de calidad y técnica para materiales de construcción, permitiendo además una solución ecológica que apoye en la disminución del impacto ambiental producido por este desecho.

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Delimitación espacial

La investigación se realizará en el Distrito de San Martín de Pangoa-
Provincia Satipo Departamento Junín.

1.2.2. Delimitación temporal

El periodo de análisis de la problemática que genera la investigación, y del análisis de información de las respectivas pruebas de laboratorio se basará en datos del año 2023.

1.2.3. Delimitación económica

En la investigación se elaboró en base al presupuesto asignado para el uso y reutilización de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades del mortero UHPC, comparando la fabricación y empleo de los elementos prefabricados que se puede utilizar en obra y la cantidad de material que requiera ser comprado para su fabricación.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿De qué manera la reutilización de la cascarilla de arroz sirve para mejorar las propiedades mecánicas del mortero UHPC para la fabricación de elementos prefabricados?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿En qué medida la adición de la cascarilla de arroz permite evaluar el porcentaje de resistencia a la compresión del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados?

- ¿De qué manera la adición de la cascarilla de arroz permite identificar el tipo de fractura del cilindro bajo compresión del mortero UHPC para la fabricación de elementos prefabricados?

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Práctica

La investigación se realizó porque hoy en día existe la necesidad de fabricar materiales prefabricados utilizando áridos respetuosos con el medio ambiente, pero que estos materiales tengan las propiedades mecánicas correctas y que se puedan utilizar satisfactoriamente con morteros UHPC para mejorar sus propiedades mecánicas para la fabricación de elementos prefabricados que pueden ser usados en proyectos de construcción.

1.4.2. Justificación Teórica

Este estudio se realizó con el objetivo de brindar nueva información científica sobre la reutilización del salvado de arroz como agregado de soluciones UHPC, donde se conocerán sus propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión, falla del cilindro bajo presión, la duración y la relación A/C. estar allí analizado, que proporciona soporte teórico para la investigación y las diferencias de investigación. Por lo tanto, el estudio proporciona nueva información que apoyará futuras investigaciones.

1.4.3. Justificación Metodológica

Para que la investigación logre sus objetivos y pueda dar solución al problema de investigación, utilizará los métodos y métodos que servirán de guía para otros que estén interesados en dar solución al tema de investigación, brindando

así información que novedosa. y herramientas de investigación. tema de investigación para futuras investigaciones.

1.5. Limitaciones

Durante el desarrollo de esta investigación se identificaron las siguientes limitaciones:

- Disponibilidad limitada de artículos relacionados con variable mortero UHPC.
- El factor tiempo para la evaluación de los resultados de la resistencia del mortero, debido a que estos elementos en obra están ejecutándose por maestros de obra y operarios los cuales tienen otros tipos de actividades y la desconfianza del uso del material.

1.6. Objetivos de investigación

1.6.1. Objetivo general

Reutilizar la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades mecánicas del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados.

1.6.2. Objetivos específicos

- Determinar en qué medida la adición de la cascarilla de arroz permite evaluar el porcentaje de resistencia a la compresión del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados.
- Obtener la variación de la adición de la cascarilla de arroz en la función al tipo de fractura del cilindro bajo compresión del mortero UHPC para la fabricación de elementos prefabricados.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

- Álvarez & Ardila (2017) en la tesis titulada “La Cascarilla de Arroz como Material de Agregado en la Producción de Prefabricados de Mortero Seco Utilizados en el Aligeramiento de Losas de Concreto”, presentado en la Universidad Piloto de Colombia Facultad de Ingeniería Programa de Ingeniería Civil, para optar el grado de Ingeniero Civil, cuyo objetivo general fue el diseño de mezcla óptima en términos de economía y resistencia para mortero seco prefabricado con cascarilla de arroz como aligerante unidireccional para losas para la producción en Maicao - La Guajira, cuya metodología fue aplicada, llego a los siguientes resultados: Una nueva serie de muestras de fallas por compresión permitió confirmar el diseño y, en base a estos resultados y al diseño híbrido óptimo, se probaron las muestras para determinar la flexión. Esta prueba no se realizó en todos los diseños híbridos debido a la dificultad de obtener moldes. Al examinar los resultados de peso y resistencia de las muestras, se puede observar una reducción en las desviaciones, lo que nos permite aceptar las estadísticas obtenidas en el proyecto. Después de inspeccionar generalmente arena

de primera clase y arena de segunda clase, se debe prestar atención a sus características de materia menos natural, buena adherencia y disposición de partículas, y materia de grano menos fino. Dado que la mezcla contenía varios sacos de arroz, se decidió sustituirla por arena en dos partes, lo que afectó el costo de producción de los prefabricados de hormigón, ya que este agregado es el más costoso. Los resultados del diseño de mezcla 0% en el que se está trabajando actualmente son muy buenos, proporcionando alrededor de 35 MPa (5000 PSI) de resistencia. Al agregar gradualmente cáscaras a la mezcla, la resistencia disminuirá. El diseño híbrido al 8 % tiene una buena resistencia hasta 15 MPa (2150 PSI), lo que es aceptable para elementos prefabricados no estructurales. Así mismo concluyó que: El diseño de mezcla al 8% se definió como óptimo después de la prueba de resistencia a la compresión. La adición de cascarilla de arroz, si bien no es representativa de los beneficios económicos en términos de costes de producción de los elementos prefabricados, se manifiesta en una reducción del peso total de la estructura. Esto conduce a los otros ahorros mencionados anteriormente, como el tamaño y número de elementos estructurales, y el número de refuerzos.

- Jimenez (2018) en la tesis titulado “Obtención de Concreto de Alta Resistencia mediante adición en el diseño de un Superplastificante y Ceniza de Cascarilla de Arroz”, presentado en la Universidad de Ecuador, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, para optar al título de Ingeniero Civil, cuyo objetivo general fueron las mejoras al hormigón tradicional al reducir la relación agua-cemento mediante la adición de una puzolana artificial llamada ceniza de cáscara de arroz, cuya metodología fue aplicada, llegó a los siguientes resultados: El diseño de 500 kg/m³ con dos nuevos materiales, ceniza de cáscara de arroz y superplastificante, tuvo una resistencia un 30 % mayor a los 90

días que el diseño solo con superplastificante, sin duda porque la ceniza había llenado los capilares en forma de silicato de calcio. Antes de añadir el aditivo a la mezcla, ésta tiene una consistencia seca debido a la poca cantidad de agua de amasado que se utiliza en estas dosificaciones, por lo que la difusión del aditivo en las partículas de cemento obliga a aumentar ligeramente el tiempo de amasado. Los diseños que utilizan ceniza de cascarilla de arroz mostraron mejoras significativas en el asentamiento, y el efecto de los aditivos en la reducción del asentamiento es bien conocido, ya que los diseños que utilizan ceniza de cascarilla de arroz prolongaron la caída de asentamiento medida en el cono de Abrams. Así mismo concluyo que: La aplicación de estos dos materiales aumenta la fuerza de unión del hormigón, reduce la capilaridad o la porosidad y, en última instancia, produce un hormigón más fuerte.

- Devia & Valencia (2019) en la tesis titulada “Evaluación de la Resistencia del Concreto con Reemplazo del Agregado Fino por Ceniza de Cascarilla de Arroz”, presentado en la Universidad Piloto de Colombia Seccional del Alto Magdalena, Facultad de Ingeniería Programa Ingeniería Civil, para optar el grado de Ingeniero Civil, cuyo objetivo general fue la evaluación del desempeño del concreto utilizando ceniza de cascarilla de arroz en lugar de agregado fino para determinar la resistencia de 6 vigas a los 7, 14 y 28 días de falla, cuya metodología fue experimental, llego a los siguientes resultados: está claro que no es posible aumentar la resistencia última del hormigón añadiendo fibras naturales (ceniza de cascarilla de arroz). Así mismo concluyo que: Las propiedades mecánicas del concreto estándar y del concreto modificado con cierta proporción de ceniza de cascarilla de arroz en lugar de agregado fino mostraron que el concreto modificado presentó módulo de ruptura y baja resistencia, mientras que las propiedades físicas del concreto modificado presentaron cambio de color y textura. Variaciones, el tipo de mezcla es poco

uniforme, en cuanto al agua de amasado, el hormigón modificado necesita más aplicación, se separa en forma, presenta una viga poco compacta. Se obtuvieron resultados insatisfactorios donde estaba claro que no era posible aumentar la resistencia última del hormigón mediante la adición de fibras naturales (ceniza de cascarilla de arroz).

- Martínez (2020) en la tesis titulada “Resistencia (F’C) del Concreto Hidráulico Comparando dos Materiales Cementantes Suplementarios: el RHA (cascarilla del arroz) y la Maleza Activada Térmicamente”, presentado en la Universidad Piloto de Colombia Seccional del Alto Magdalena, Facultad de Ingeniería, Programa Ingeniería Civil, para optar el grado de Ingeniero Civil, cuyo objetivo general fue la comparación del aumento de la resistencia a la compresión del hormigón hidráulico entre dos materiales cementicios suplementarios: RHA y arbusto calcinado, activado térmicamente en laboratorio, en sustitución de diferentes porcentajes de cemento, como aditivo del hormigón convencional, cuya metodología fue experimental, llego a los siguientes resultados: Del diseño de la mezcla donde se reemplaza una determinada proporción de cemento por plantas de sotobosque calcinado, se puede comprobar o confirmar que se obtiene un determinado porcentaje de resistencia a la compresión de cilindros de hormigón, que es un 27% superior al del hormigón convencional elaborado 100% con cemento. Así mismo concluyo que: La maleza térmicamente activada como MCS (Supplementary Cementitious Material) proporciona una evolución de resistencia igual o mejor que la RHA (cáscara de arroz calcinada) en el hormigón convencional. mostró que el porcentaje más efectivo de maleza clase 3 (menos calcinada) para reemplazar el cemento es del 15%, es decir, en un metro cúbico de concreto convencional, utilizando alrededor de 7 pacas (350

kg) y agregando 70 kg de maleza, la mezcla requiere solo 280 kg cemento (5.6 paquetes), ahorrando \$32,200 en consumo de cemento.

2.1.2. Antecedentes nacionales

- Aliaga & Badajos (2018) en la tesis titulada “ Adición de cenizas de cascarilla de arroz para el diseño de concreto $f'c$ 210kg/cm², Atalaya, Ucayali – 2018”, presentado en la Universidad cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería civil, para optar el título profesional de ingeniero civil, cuyo objetivo general fue Determinar la influencia de adición de ceniza de cascarilla de arroz para el diseño de concreto $f'c$ 210 kg/cm², Atalaya – Ucayali, 2018, cuya metodología fue experimental, llego a las siguientes conclusiones: Se determinó que la adición de ceniza de cascarilla de arroz para elaboración de concreto $f'c$ 210 kg/cm², Atalaya – Ucayali, 2018; influye de manera positiva, de tal modo que, de acuerdo a los resultados obtenidos, se reduce el uso de cemento entre 10% a 15%. Mientras con la adición de 20 % de CCA no llega a la resistencia esperado. Se determinó que la adición de ceniza de cascarilla de arroz, la dosificación óptima es con la adición de ceniza de cascarilla de arroz de 10%, debido que es la única dosificación que sobrepasa llegando a un promedio de 101.97 % compresión a los 28 días. Se analizó el ensayo de concreto en estado fresco (slump) con la adición de ceniza de cascarilla de arroz para elaboración de concreto $f'c$ 210 kg/cm², con relación de agua/ cemento de 0.59 obteniendo los siguientes resultados. a) Concreto patrón 3.6 pulgadas, b) Concreto con adición de CCA de 10% 3.1 pulgadas, c) 2.8 pulgadas de concreto con 15% de CCA agregado, d) 2.5 pulgadas de concreto con 20% de CCA agregado. Se realizaron pruebas de hormigón en estado endurecido (resistencia a la compresión), se añadió ceniza de cascarilla de arroz para preparar el hormigón $f'c$ 210 kg/cm².

- En la tesis titulado (Arévalo Torres & López Del Aguila, 2020) “Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín de Pangoa-Satipo”, presentado en la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, para optar el título profesional de ingeniero civil, cuyo objetivo general fue la adición de ceniza de cascarilla de arroz para aumentar la resistencia del concreto en la región San Martín de Pangoa-Satipo, cuya metodología fue experimental, llego a los siguientes resultados: Los especímenes adicionados con 1% de ceniza de cascarilla de arroz presentaron un asentamiento de 3^{1/2}”, y las resistencias a compresión a los 7, 14 y 28 días de edad fueron: 126.98 kg/cm², 158.86 kg/cm², 175.28 kg/cm² y concreto estándar Valores: 126,55 kg/cm², 157,95 kg/cm², 174,80 kg/cm², respectivamente aumentaron un 0,34 %, 0,58 %, 0,27 %, en comparación con el tubo de ensayo estándar. Agregue un 3 % de ceniza de cáscara de arroz a la pieza de ensayo, mostrando 3 El asentamiento, la resistencia a la compresión de 7, 14 y 28 días de edad son: 124,33 kg/cm², 150,83 kg/cm², 171,02 kg/cm², comparado con el valor del hormigón estándar: 126,55 kg/cm², 157,95 kg/cm², 174,80 kg/cm², 1,75 %, 4,51 %, 2,16 % menos que el hormigón estándar. Los especímenes adicionados con 6% de ceniza de cascarilla de arroz presentaron asentamiento de 3”, y las resistencias a la compresión a los 7, 14 y 28 días de edad fueron: 119.06 kg/cm², 138.74 kg/cm², 158.44 kg/cm² y los valores de concreto estándar: En comparación con 126,55 kg/cm², 157,95 kg/cm² y 174,80 kg/cm², disminuyó en un 5,92 %, 12,16 % y 9,36 % respectivamente. La probeta estándar con 9 % de ceniza de cascarilla de arroz agregó 2^{1/2}” de asentamiento , 7, 14, La resistencia a la compresión a los 28 días de edad es: 112,18 kg/cm², 128,76 kg/cm², 145,90 kg/cm², en comparación con los valores del hormigón estándar: 126,55 kg/cm²,

157,95 kg/cm², 174,80 kg/cm², respectivamente Representa una disminución del 11,36%, 18,48%, 16,53%, en comparación con los tubos estándar. Los especímenes adicionados con 12% de ceniza de cascarilla de arroz mostraron un asentamiento de 2", y las resistencias a la compresión a los 7, 14 y 28 días de edad fueron: 105,61 kg/cm², 119,29 kg/cm² y 128,30 kg/cm², que fueron comparables a los de hormigón estándar Valor: En comparación con 126,55 kg/cm², 157,95 kg/cm² y 174,80 kg/cm², disminuyó en un 16,55 %, 24,48 % y 26,60 % respectivamente. la probeta mostró asentamiento de 1.5", 7, Las resistencias a la compresión a los 14 y 28 días de edad son: 96.86 kg/cm², 105.27 kg/cm², 109.43 kg/cm², comparadas con los siguientes valores: 126.55 kg/cm², 157.95 kg /cm², 174,80 kg/cm², respectivamente Reducción de probeta estándar 23,46 %, 33,35 %, 37,40 %. Así mismo concluyo que: Las resistencias a la compresión de las muestras añadidas con 2 partes de ceniza de cascarilla de arroz fueron 177,66 kg/cm² y 213,82 kg/cm² respectivamente, que aumentaron un 0,64 % en el diseño uno, un 1,65 % en el diseño uno y un 1,65 % en el diseño dos. Se determinó que la cantidad correcta de ceniza de arroz en el hormigón era del 2 %, lo que aumenta ligeramente su resistencia a la compresión. Las resistencias a la flexión de los dos especímenes de concreto prismático de diseño estándar después de 28 días fueron los siguientes módulos de ruptura: 39.34 kg/cm² y 46.06 kg/cm², respectivamente. La resistencia a la flexión del espécimen prismático con 2% de ceniza de cascarilla de arroz añadida, el módulo de ruptura de los dos diseños estándar son 41.57 kg/cm² y 47.83 kg/cm² respectivamente, que es 5.67% mayor que el primer diseño estándar y el primer estándar diseño % 3.84% es el segundo diseño estándar, y se concluye que la dosificación adecuada de ceniza de cascarilla de arroz en el concreto preparado es de 2%, lo que aumenta levemente su resistencia a la flexión.

- Dominguez & Fernández (2020) en la tesis titulada “Propiedades mecánicas del concreto $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ para pavimento al sustituir el cemento por cenizas de cascarilla de arroz en 5% Chimbote, Áncash - 2020”, presentado en la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela profesional de Ingeniería Civil, para optar el título profesional de ingeniero civil, cuyo objetivo general fue medir las propiedades mecánicas del concreto cuando se usa 5% de ceniza de cascarilla de arroz en lugar de cemento $F'_c=280\text{kg/cm}^2$, cuya metodología fue aplicada, llego a los siguientes resultados: A partir de ANOVA aplicado a los resultados de las pruebas forzadas, valor $F = 62,73$, valor crítico para $F = 3,68$, probabilidad = $0,0000000517$, significación = $0,05$, fiabilidad = 95% , grados de libertad = 17 , obviamente, la probabilidad es menor que la significancia, por lo que se rechaza la hipótesis nula, y se confirma que la ceniza de cascarilla de arroz reemplaza al cemento en un 5% para mejorar el desempeño a flexión del concreto de pavimento rígido. Así mismo concluyo que: De acuerdo al análisis de varianza de los resultados de los ensayos de compresión, flexión y tracción en elementos cilíndricos y prismáticos de concreto, se determina rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa. Por lo tanto, con un 5% de ceniza de cascarilla de arroz en lugar de cemento, se mejoran las propiedades mecánicas del concreto.
- Beltrán & Ccama (2017) en la tesis titulada “Análisis Comparativo De Concretos Adicionados Con Puzolanas Artificiales De Ceniza De Cascarilla De Arroz (Cca), Fly Ash Y Puzolana Natural”, presentado en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería Civil, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, para optar el título profesional de ingeniero civil, cuyo objetivo general fue encontrar los porcentajes óptimos (10%, 20% y 30%) de CCA en reemplazo del cemento que nos permitieron lograr mejores propiedades fisicomecánicas en el concreto y

compararlos con los de las cenizas volantes y puzolanas naturales, cuya metodología fue aplicada, llego a las siguientes conclusiones: La adición de ceniza de arroz (CCA) es un aporte importante para el desarrollo de nuestro país, ya que puede contribuir a la protección del medio ambiente, los recursos energéticos y la sustitución de otros materiales de tira importados para reemplazar el cemento. Las propiedades mecánicas y la resistencia del hormigón también mejoran con el tiempo. Siendo uno de los principales elementos de las puzolanas de alta calidad el porcentaje de sílice amorfa activa en la ceniza, es posible obtener una ceniza cuya composición contiene un 86,5% de sílice, de los cuales el 97,78% es sílice amorfa activa, como se puede apreciar en la tabla respectivamente 2.4 y 2.5. La molienda y la calcinación son muy importantes en el proceso de obtención de cenizas. Para convertir las cascarillas en cenizas, la temperatura de calcinación se mantiene a 600°C durante 2 horas para eliminar la materia orgánica pero a su vez evita la cristalización de la sílice presente en las cascarillas, por lo que a temperaturas más altas se mantiene su estado amorfo. estado y capacidad de reacción con la cal.

- Ipanaqué & Silva (2020) en la tesis titulada “ Diseño de concreto $f'c= 175\text{kg/cm}^2$ para falsos pisos adicionando cenizas de cascarilla de arroz como aditivo en el distrito 26 de octubre, Piura 2019”, presentado en la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, para optar el título profesional de ingeniero civil, , cuyo objetivo general fue diseñar un hormigón con CCA que alcance las mismas o mejores propiedades físico-mecánicas que el hormigón convencional y sea más viable económicamente por el uso de ceniza de cascarilla de arroz (obtenida por quema controlada de cascarilla de arroz), cuya metodología fue descriptiva, llego a las siguientes conclusiones: Se determinó la cantidad adecuada para un diseño de concreto convencional, para lo cual se realizaron

diferentes ensayos a los agregados utilizados en la mezcla para ver sus respectivas distribuciones en sus cantidades, y se concluyó que, para este diseño, se necesitaron 335 kg de cemento tipo MS. , 1.756,60 , kg de hormigón y 229lt. Agua, por 1 metro cúbico de hormigón. La capacidad compresiva se encontró a través de la rotura de las probetas producidas en 7 días, 14 días y 28 días, como resultado el diseño convencional alcanzó una capacidad compresiva de 218kg/cm² en 28 días, que fue un 40% mayor a la requerida. capacidad compresiva y se adicionó 10% CCA El diseño logró una resistencia de 178 kg/cm² a los 28 días, en línea con los parámetros establecidos en la PNT. Para el diseño convencional de falso piso, el desempeño del material por metro cúbico está determinado por las siguientes medidas: 5m x 2m x 0.10m, requiriendo 335kg de cemento tipo MS, 1,756.60kg de concreto y 229lt. agua. Para un diseño que utilice CCA para reemplazar parcialmente el 10% de cemento del mismo tamaño, se requieren 301,50 kg de cemento tipo MS, 33,50 kg de CCA, 1.756,60 kg de hormigón y 229 lt. agua. El hormigón final alcanza una resistencia de 178 kg/cm², manteniendo la resistencia deseada. Se concluyó que los diseños de concreto convencional cuestan más que aquellos con CCA agregado, lo cual es un aporte al medio ambiente y apoyo económico a familias de escasos recursos.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Cascarella de arroz

La cáscara de arroz incinerada tiene un elevado volumen de sílice. Este trabajo investiga la naturaleza del resto orgánico utilizado para la síntesis de SiO₂. La sílice forma parte de muchas plantas, principalmente para aumentar su resistencia. Además, es bien sabido que en ciertas plantas, la sílice se adquiere del medio ambiente como un factor inactivo, luego se concentra en algunas regiones específicas e incluso puede

participar en la transformación y formación de compuestos orgánicos. El sílice se distribuye en la planta, fundamentalmente en los tallos, para fortalecerlos y endurecerlos. (Arcosa y otros, 2007)

Las nanopartículas de cáscara de arroz optimizan las propiedades del fibrocemento, los residuos, una fuente natural de sílice, se pueden agregar al fibrocemento para mejorar la resistencia y el rendimiento, investigación realizada por investigadores nacionales. (Catorce6, s.f.)

2.2.2. El mortero UHPC

Es un mortero de altas prestaciones o de alta calidad, uno de los últimos avances en la tecnología del hormigón, caracterizado por proporcionar las mismas propiedades del propio acero que los morteros ordinarios, especialmente aquellos de alta ductilidad. (Argos, s.f.)

Es un material plástico moldeable, el hormigón de ultra alto rendimiento se utiliza en la construcción y el diseño de proyectos de infraestructura a gran escala y, debido a sus propiedades, también puede crear una forma y una durabilidad hermosas.

2.2.3. Agregado

Los materiales granulares naturales o artificiales, como arena, grava, piedra triturada y polvo de horno, se utilizan como aglomerantes en la fabricación de hormigón o morteros hidráulicos. (El Peruano, 2020)

El árido es un material natural (arena, cascajo, canto triturada o escoria) que es utilizado por un conglomerante para fabricar hormigón o mortero hidráulico. Dependiendo de su finalidad y uso, puede ser utilizado en estado natural o subterráneo. (Cemexmexico, 2021)

2.2.3.1. Agregado fino (Arena)

La principal característica de este material es su tamaño de grano, por lo que su clasificación en el RNE depende de la variación del tipo de tamaño de grano, denominada “curva de grado”. Es químicamente inerte y su función en el hormigón es proporcionar textura y peso, impartir propiedades isotrópicas al hormigón, que son importantes para las propiedades del hormigón, y ayudar en el flujo de material nuevo. Cambios de comportamiento.



Figura 1 Agregado Fino

2.2.3.2. Características Importantes del Agregado Fino

(NTP 400.022) - Peso específico y Absorción

Gravedad específica seca superficial saturada (SSS): es la masa de agregado por unidad de volumen en el aire a una temperatura estable, incluida la masa de agua que llena los poros después de sumergirse en agua durante 24 horas. aproximadamente, (pero sin incluir los poros) entre los volúmenes sólidos del cuerpo.

(NTP 400.012) – Análisis Granulométrico

La medición del tamaño de partículas es la medición de partículas de una formación depositada y el cálculo de la abundancia de partículas correspondientes a cada tamaño proporcionado por un medidor de tamaño de partículas para comprender su origen y propiedades mecánicas.

(NTP 400.017) –Peso Unitario

Determine la relación masa/volumen convertido a partir de la relación masa/volumen comprado, ya que la relación entre el grado de compactación del agregado en la unidad de transporte o almacenamiento y el agregado que contiene humedad absorbida y superficial (que posteriormente puede afectar la unidad de capacidad) es desconocido, mientras que este método determina el peso unitario seco.

2.2.4. Relación agua - cemento

La relación agua-cemento, también llamada a/c o pasta de cemento, estos aspectos son importantes en la tecnología del hormigón, ya que afecta en gran medida a la resistencia.

Una relación agua/cemento baja da como resultado un hormigón de mayor resistencia que una relación agua/cemento alto. Pero cuanto mayor sea la relación, mejor será la trabajabilidad del hormigón.

Se considera que la relación agua-cemento mínima para obtener la hidratación completa del cemento es igual a 0,42 y la máxima 0,60.

La razón por la cual el RAC debe estar entre 0,42 y 0,60 (generalmente: un peso de agua en relación con dos pesos de cemento, 25 % de exceso, menos del 18 %) es que las partículas de cemento deben reponerse adecuadamente con

agua. El exceso de agua hace que las partículas lleguen a un punto en el que ya no absorben más agua, por lo que queda un espacio vacío donde nada funciona.

La falta de agua no permite que la partícula se hidrate por completo, por lo que no puede cumplir su función de unión.

2.2.5. Diseños de mezclas

Tomando como base normativa el código ACI 211, que en sí solo contiene medios para ilustrar la estructura de los cálculos matemáticos para crear compuestos, extraemos ideas de la estructura de objetos o procesos que soportan nuestra estructura de ARN en Diseño de Mezclas:

2.2.5.1. Relación Agua Cemento

En el caso de una relación agua-cemento estable, estos factores también equivalen a un aumento en la resistencia a la compresión del hormigón, pero la cantidad mínima de cemento utilizada es de 250 kg, y su tamaño estará determinado por el costo total de la concreto.

- **Cantidad de cemento en kilogramos**

En el caso de una relación agua-cemento estable, estos factores también equivalen a un aumento en la resistencia a la compresión del hormigón, pero la cantidad mínima de cemento utilizada es de 250 kg, y su tamaño estará determinado por el costo total de la concreto.

- **Volumen absoluto en base a un metro cúbico**

Este cálculo supone que todos los materiales deben pesar en un metro cúbico, ayudará a ajustar la cantidad de acuerdo con la cantidad de relación cemento-agua-cemento.

- **Tamaño máximo del agregado grueso**

Este tipo de cuerpo implica volumen, con hasta 10 litros de grasa para el peso corporal total. Para su medición se utilizó la definición estándar recomendada por RNE. Este valor se utiliza en los cálculos para determinar el contenido de aire del hormigón.



Figura 2 Herramientas para determinar el tamaño máximo de agregado

- **Incidencia de la arena**

Es el peso del agregado fino como porcentaje del peso total del agregado.

$$\text{incidencia de la arena} = \frac{\text{peso de arena}}{\text{peso de los agregados}}$$

$$\text{incidencia de la piedra} = (1 - \text{incidencia de la arena})$$

- **Porcentaje de Aire atrapado**

El aire incorporado corresponde a la resistencia a la compresión del hormigón, y es importante decir que el aire incorporado no se

puede eliminar por completo por medios simples, pero el movimiento ayuda a reducir el exceso de aire, por lo que los valores mínimos especificados en el ACI 211 son aceptables.



Figura 3 Aire atrapado en el concreto

2.2.6. Resistencia

La estructura de concreto incluye la resistencia en kilogramos por pulgada cuadrada del área de contacto del concreto, esta estructura es parte de las propiedades isotrópicas del concreto, pero esta estructura solo se usa en algunos edificios porque a veces también usa cambios de anisotropía cruzada positivos. Esto es similar a un análisis de eje para un silo de concreto, de hecho, la resistencia a la compresión del concreto es la base para todos los cálculos de construcción. El procedimiento para la obtención de estos datos se especifica en RNE.

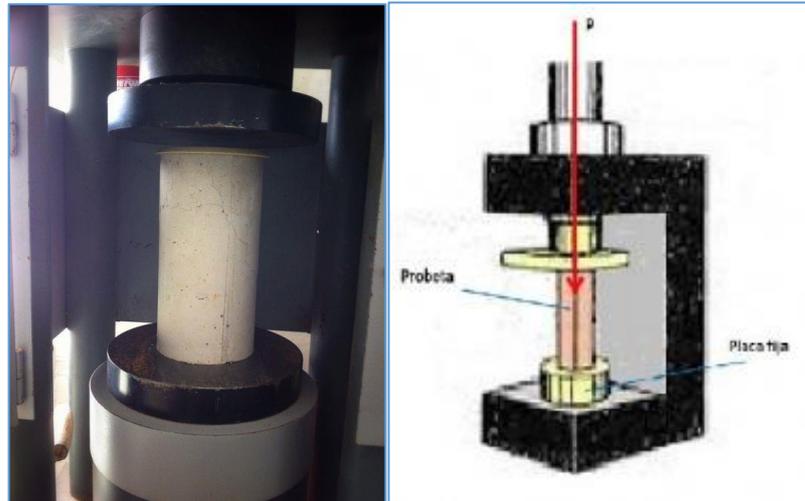


Figura 4 Resistencia a la compresión

La resistencia a compresión del concreto es la característica más importante porque a través de este material se trasladan las fuerzas gravitacionales y dinámicas de toda la estructura y se trasladan a superficies más sólidas he infinitamente estables, que muchas veces suelen considerarse los suelos o las bases de los suelos. Se han realizado investigaciones a lo largo de los años para mejorar los sistemas de construcción utilizados en proyectos de vivienda con el objetivo de crear un sistema de bloques de concreto liviano que sea menos denso que los sistemas de bloques tradicionales. Este estudio analiza el uso del arroz en la fabricación de bloques de hormigón, comprende la disponibilidad de materiales que ofrece la industria del arroz y desarrolla un plan integral para la producción de bloques de hormigón.

La incorporación de cascarilla de arroz en la fabricación de bloques de hormigón pretende impulsar el uso de recursos reutilizables, creando productos que han demostrado ser esenciales para el ser humano, como los bloques de albañilería, pero esta vez de forma sostenible con el medio ambiente. tiene una importancia incalculable para las instituciones educativas, las empresas privadas

de fabricación a granel, la industria arrocera responsable del procesamiento de los residuos de cascarilla de arroz y la sociedad en general.

El objetivo principal de este estudio fue averiguar si es posible utilizar la cáscara de arroz para elaborar de bloques de hormigón, y el método elegido fue el siguiente:

Recopilación de información sobre los diferentes usos de la cascarilla de arroz a nivel nacional e internacional, sin olvidar investigar el manejo que se le da a la cascarilla de arroz por parte de la industria arrocera, y la cantidad de cascarilla de arroz que se puede utilizar. finalmente se cuenta como la fabricación del bloque. Al mismo tiempo se estableció la dosis de mezcla para observar el efecto de la cascarilla de arroz en las propiedades del bloque, y el análisis utilizando como materia prima la cascarilla de arroz. Esto identifica qué propiedades son beneficiosas y cuáles no son adecuadas para el uso en cuestión.

Diseño De Mezcla.- El hormigón se considera el segundo material de construcción más utilizado en el mundo y, en general, se han realizado múltiples encuestas, por lo que en este caso solo diremos lo que nos importa específicamente para alcanzar los objetivos de la encuesta de diseño de mezclas de hormigón.

Los documentos relevantes para el diseño de mezclas de concreto en nuestro país son el Código Nacional de Construcción (RNE) y la especificación ACI 211 del Instituto Americano del Concreto, a los cuales nos remitimos siempre que necesitamos algo que nos ayude.

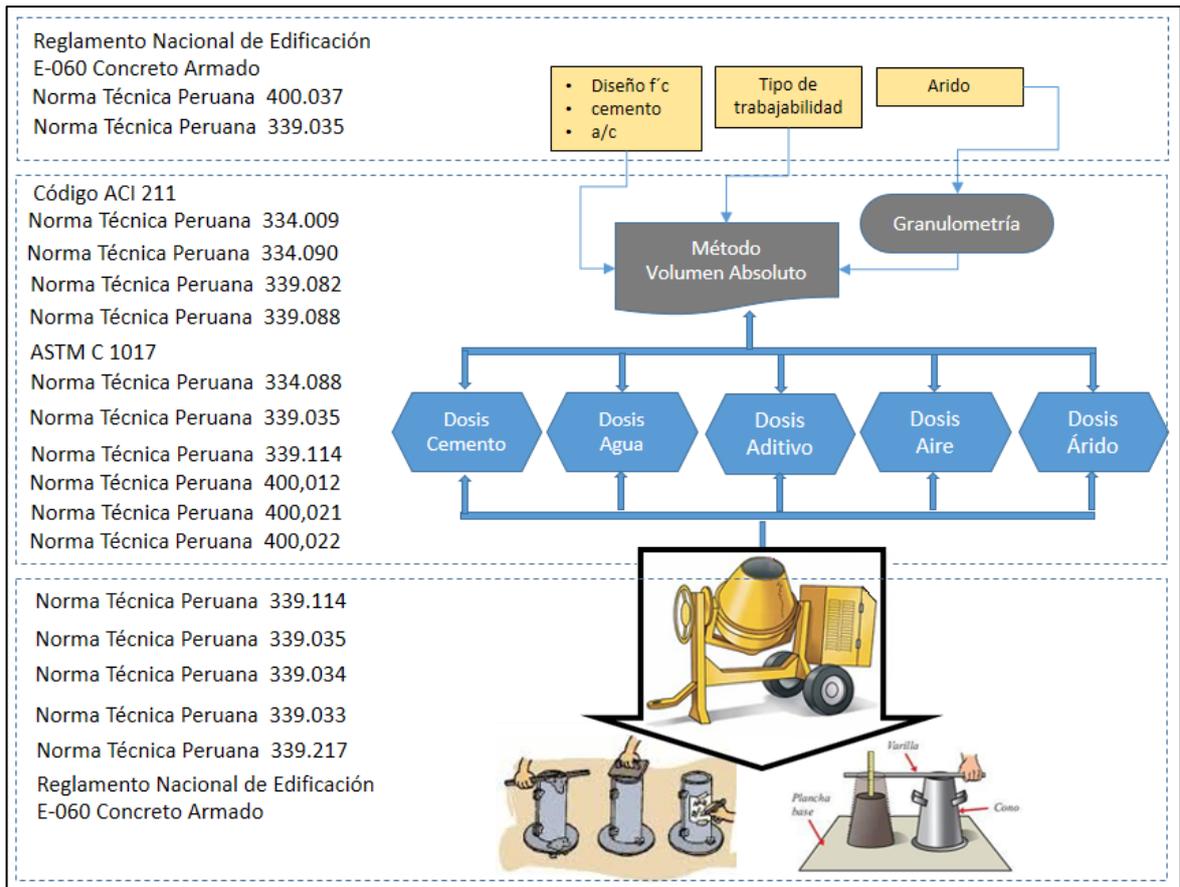


Figura 5 Diseño de mezcla, elaboración del concreto y sus muestras

El hormigón tiene muchos materiales y ha ido aumentando a lo largo de los años para poder hacer frente a las necesidades especiales de determinadas estructuras, agua, arena (árido fino) y piedra (árido grueso), pero a los que hay que añadir aire, a los que aire No es un material , pero una parte inherente de la composición concreta. Los materiales base o componentes del concreto varían en propiedades y, como se indicó anteriormente, varían dependiendo de alguna propiedad única de la estructura. La descripción del material específico es importante, además de empezar a acotar sus propiedades, para que se ajuste a las propiedades de nuestro conjunto de datos, lo que facilita la impresión de las propiedades de la RNA. En este sentido, el material se describe de la siguiente manera:

Dosificación del concreto.- La cantidad de hormigón nos indica la relación entre las cantidades en peso y volumen para obtener la mezcla.

Ensayo de laboratorio.- Son programas que se deben presentar para obtener los mejores datos para el seguimiento y control del programa de construcción.

Fraguado del concreto.- Es una reacción química de todos los componentes del concreto, la etapa inicial se llama fraguado, pasa de una pasta a un estado sólido.

Cemento.- Es un material aglomerante en hormigón, y su forma de polvo fino corresponde al número de material ideal. Tiene una alta resistencia a los cambios de presión y caída de resistencia lo que hace que actúe como un material dúctil al principio y después de un cierto tiempo comienza a endurecerse o endurecerse. Este material se encuentra clasificado por tipo y considerado dentro de la RNE, pero para nuestro estudio utilizaremos el tipo de cemento más utilizado en la ciudad de Huancayo, que es el cemento Tipo I de la marca Andino, sin duda por dos motivos, el principio de que es que tenemos Las características del conjunto de datos, la segunda razón es que el ARN debe adaptarse a donde nació la investigación.

Agua.- Es un catalizador para el cemento; se adhiere al cemento para formar una pasta semi-viscosa que envuelve el material, el agua tiene una característica que controla la calidad contenida en el RNE, para efectos del estudio como muestra aceptaremos el agua utilizados en la preparación del conjunto de datos para ser específicos. En las propiedades de cálculo se define como el insumo principal, y aunque no tiene una gran variabilidad, tiene una gran influencia en la resistencia a compresión del hormigón definida por el coeficiente agua/cemento, factor matemático directamente proporcional a la resistencia del hormigón. , esta propiedad se puede consolidar en algunos estudios.

Agregado fino (Arena).- Se define como algo que pasa a través de un tamiz de 3/8" y permanece en una malla 200, la más común es la arena de roca.

Agregado grueso (piedra).– Es el que queda en el tamiz No. 4, de la desintegración de las rocas, se puede dividir a su vez en cascajo y grava.

Aditivos.- Las mezclas de hormigón se producen a lo largo del tiempo sobre la base de tres tecnologías bien definidas., estas son:

- Lignosulfonatos y gluconatos alcalinos
- Melamina y sulfonaftilo
- A base de policarboxilato

La diferencia radica principalmente en el agua, pero además de la composición química, los estándares existentes clasifican principalmente según sus propiedades, y las siguientes características están relacionadas con las siguientes características: Resistencia a compresión, asentamiento inicial y final, aire interno, reducción de volumen de agua, lodos; Estos estándares son los siguientes ASTM C 494, ASTM C 1017.

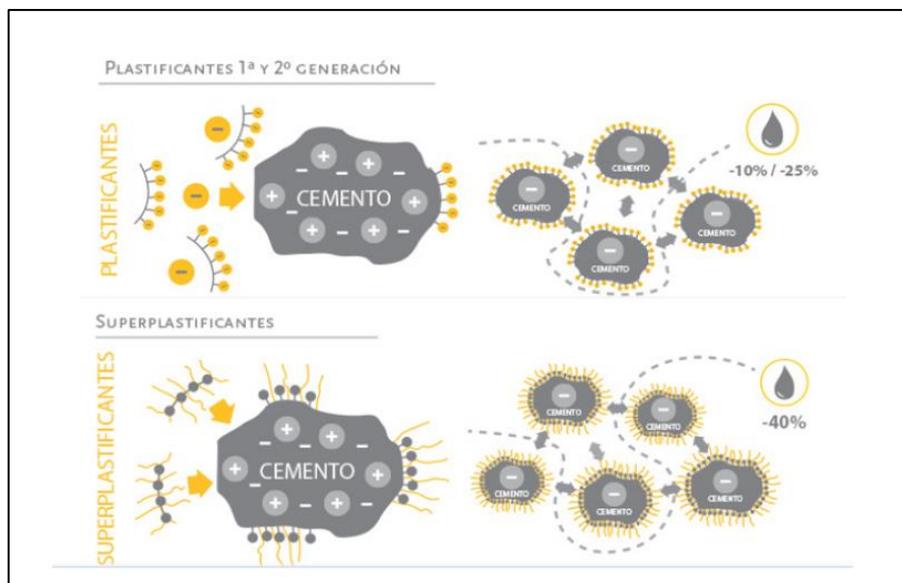


Figura 6 *plastificantes de 1era, 2da generación y superplastificantes.*

Relación entre exceso de agua y resistencia.- El exceso de agua debe mantenerse siempre dentro de la relación agua/cemento especificada. En este caso, se considera

que el suelo abandonado está sobre humedecido si se observa agua superficial (rajaduras verticales) o agua corriendo por los lados de la estructura (rajaduras verticales). El exceso de agua también aumentará las fugas en forma de poros, lo que exacerbará las imperfecciones de la superficie. (Concreto, s.f.)

Consecuencias del exceso de Agua en Concreto Premezclado:

1. Paneles, granulados, cambios de color o puntos blandos en la superficie.
2. En el encofrado vertical, el ascenso del agua crea planos débiles entre cada capa sedimentaria. Además de los efectos estructurales perjudiciales, estos planos contienen vacíos a través de los cuales puede pasar el agua después del endurecimiento.
3. En miembros horizontales tales como sándwich o losas de cimentación, el exceso de agua tiende a subir y formar una piel débil. Dichas capas tienen poca resistencia a la compresión y al desgaste, tienen un alto índice de retracción y son, en general, de mala calidad.
4. Grietas en cimientos y otras estructuras.
5. El deterioro del ciclo de congelación y descongelación ocurre en las superficies de las carreteras en las regiones frías.
6. Deterioro de la superficie de hormigón. Con demasiada humedad en el concreto, se filtra a través de las juntas del encofrado, arrastrando la lechada, dejando una superficie rayada y adolorida con una apariencia desagradable.
7. La porosidad en elementos estructurales (también llamada "panal de abeja") puede ocurrir en mezclas con exceso de agua donde se ha producido la separación del material, dejando una porción importante de agregado grueso sin un mortero correspondiente.

UHPC.- Se distingue por su alta resistencia a la compresión (aproximadamente 120 a 150 MPa) y sus excelentes propiedades de flexión y tracción. El hormigón avanzado es un tipo de hormigón de ultra alto rendimiento que ofrece una alta durabilidad además de excelentes propiedades mecánicas, como alta resistencia a la compresión, a la flexión y a la tracción.

Concreto Avanzado.- El material permite que los edificios tengan secciones más delgadas y ligeras que el hormigón convencional, consume menos recursos naturales y permite pasar más luz a través de secciones muy esbeltas. Además, puede controlar todo o parte del refuerzo, reduciendo el tiempo de trabajo y manteniendo la calidad estructural. Su durabilidad es superior al hormigón convencional debido a que este material casi no tiene porosidad debido al uso de una relación agua/cemento muy baja.

La resistencia a la compresión del hormigón avanzado es de 150 MPa, la resistencia a la flexión es de 18 MPa y la resistencia a la tracción directa es de 5 MPa. Esto significa que es siete veces más resistente a la compresión, cinco veces más resistente a la flexión y 50 veces más resistente a la tracción directa que el hormigón convencional. Además, es superior en términos de durabilidad ya que tiene una permeabilidad muy baja al agua (< 2 mm) y al ion cloruro (< 1000 culombios).

.Además, al aplicarlo, ayuda a reducir el uso de recursos naturales y energía, ya que requiere menos mantenimiento y reduce el tiempo de ejecución de las obras en comparación con otros materiales, reduciendo así el tiempo requerido en la obra, por lo tanto, su huella ecológica.

Fibras.- Los filamentos que penetran en el tejido orgánico de animales o plantas o que contienen determinados minerales en su estructura.

Ceniza de cascarilla de arroz.- Los productos de ceniza de cascarilla de un proceso de combustión controlada se utilizan como aditivos en cementos u hormigones (cenizas de muy buena calidad, reemplazando parcialmente al cemento).

Concreto de alta resistencia

El hormigón de altas prestaciones es un material para aplicaciones especiales, dependiendo de las propiedades específicas requeridas en la construcción, tales como: alta resistencia, bajo o alto peso volumétrico, resistencia a los agentes químicos, condiciones climáticas extremas o tránsito intenso. Además de los materiales de hormigón tradicionales, se utilizan aditivos químicos y minerales para componer estos hormigones. Puede requerir técnicas especiales de mezclado, colocación y curado. (Chiu, 2009)

En la actualidad, el hormigón de altas prestaciones se utiliza principalmente en edificaciones de gran envergadura, puentes, túneles, presas y otras edificaciones que requieren alta fuerza, durabilidad y alto módulo elástico. La siguiente tabla enumera algunas de las propiedades que pueden ser requeridas para estos hormigones. (Chiu, 2009)

Tabla 1 Propiedades del Concreto

Tipo de Concreto	Aplicación
Alta resistencia	En cimentaciones especiales, edificios de concreto de gran altura y puentes
Alto módulo de elasticidad	En cimentaciones especiales, edificios de concreto de gran altura y puentes
Resistencia a la abrasión	Pavimentos de concreto y pisos industriales con tránsito pesado de maquinaria o vehículos y en obras hidráulicas
Mayor durabilidad y vida útil prolongada.	En obras públicas como: presas, aeropuertos, puertos, puentes, carreteras y túneles
Baja permeabilidad	Concreto que protege al acero de refuerzo de la corrosión como en obras marítimas, plantas de tratamiento y plantas industriales.
Resistencia al ataque químico	Su aplicación puede ser en hospitales, plantas agrícolas o industrias donde se trabaje con sustancias ácidas.
Alta resistencia a la congelación y deshielo	Estructuras de concreto sujetas a clima extremo de bajas temperaturas
Tenacidad y resistencia al impacto	Plantas industriales y talleres mecánicos, donde se requiere de una alta resistencia y dureza superficial del concreto

Cuando se habla de hormigón de alta fortaleza, es necesario indicar la categoría a evaluar, a los que se aplica el término, pero antes de intentar limitar la resistencia a la que se puede aplicar este significado, puede ser útil describir cuáles son estos valores. son como La resistencia a la compresión ha aumentado en las últimas décadas.

Tabla 2 Resistencia a la compresión

Clase	Resistencia a la compresión	
	(kg/cm ²)	MPa
I	750	75
II	1,000	100
III	1,250	125
IV	Más de 1,500	Más de 150

El hormigón con un valor de esta propiedad igual o superior a 500 kg/cm² a los 28 días se considera de alta resistencia y también se considera de alto rendimiento por su trabajabilidad y durabilidad, con alta aplicación en el ámbito medioambiental. (Ordóñez & Eguez, 2009)

2.2.7.- Norma E.060 Concreto Armado

A. Relación agua - material cementante

Las relaciones agua-material cementante especificadas en las Figura 7 se calculan usando el peso del cemento, más el peso de las cenizas volantes y otras puzolanas, el peso de la escoria y la microsílíce. (RNE, 2020)

Tabla 3 Requisitos para condiciones especiales de exposición

REQUISITOS PARA CONDICIONES ESPECIALES DE EXPOSICIÓN		
Condición de la exposición	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal *	f_c mínimo (MPa) para concretos de peso normal o con agregados ligeros*
Concreto que se pretende tenga baja permeabilidad en exposición al agua.	0,50	28
Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo en condición húmeda o a productos químicos descongelantes.	0,45	31
Para proteger de la corrosión el refuerzo de acero cuando el concreto está expuesto a cloruros provenientes de productos descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar o a salpicaduras del mismo origen.	0,40	35

B. Calidad del concreto, mezclado y colocación

- Las condiciones para un f_c se deben basar en pruebas de probetas cilíndricas, ensambladas y ensayadas.
- Un ensayo de resistencia promedia la fuerza recibida en dos probetas cilíndricas hechas del mismo espécimen de concreto y analizados a los 28 días o según requerimiento..
- Para cada relación agua-aglomerante o contenido de material cementoso, se deben fabricar y curar al menos tres especímenes de prueba cilíndricos para cada edad de prueba de acuerdo con la Práctica estándar de laboratorio para fabricar y curar especímenes de concreto (ASTM C 192M). Las muestras deben analizarse a los 28 días o la edad de prueba establecida para determinar f_c .

Fractura del cilindro bajo compresión

Ensayo a compresión:

Este es un método común utilizado por los ingenieros de diseño, ya que les permite verificar que las proporciones específicas de concreto que están usando en su trabajo lograrán la resistencia requerida en el sitio. (Mejia, 2013)

Las probetas de ensayo de compresión son generalmente de forma cilíndrica y las dimensiones posibles son las siguientes: probetas cilíndricas de 15x30, 10x20 y 25x50. Para realizar un ensayo de compresión se requieren al menos dos probetas, a partir de las cuales podemos promediar las soluciones obtenidos, o prescindir los resultados de una probeta que se considere inadecuada por diversos factores que pueden afectar su resultado. (Mejia, 2013)

Resumen del método

Este método de prueba reside en fijar una fuerza vertical a un cilindro o núcleo que se acelera dentro de un rango específico hasta que se produce la falla. La resistencia a la compresión de la probeta se calcula dividiendo el valor máximo obtenido durante el ensayo por la división de la probeta. (ASTM C39/C39 , 2015)

Importancia y uso

- Se debe tener cuidado al interpretar los valores de resistencia a la compresión determinados por este método de prueba porque la resistencia no es la resistencia fundamental o inherente del concreto. La calidad obtenida depende del tamaño y forma de la muestra, la cantidad utilizada, el método de mezcla, procesamiento y manipulación. (ASTM C39/C39 , 2015)
- Este método de prueba se utiliza para describir la fuerza a la presión C 42M y C 42M y C 873.
- La consecuencia de este procedimiento de prueba se utiliza como control de condición de mezclado y vertido de concreto.

2.3. Definición de términos

- **Ceniza de Cascarilla de Arroz:** Debido a que la ceniza de cascarilla de arroz tiene un alto contenido de sílice, que también se encuentra en el cemento, este estudio analizó las propiedades mecánicas y físicas de mezclas de concreto hidráulico modificadas con ceniza obtenidas por incineración de cascarilla de arroz. (Camargo Pérez, 2017)
- **Características químicas de la ceniza de la cascarilla del arroz.-** La caracterización mineralógica y química de la ceniza se realizó mediante análisis de difracción de rayos X (XRD) y microscopía electrónica de barrido (SEM), y los resultados se muestran en la Tabla 1. Esta ceniza se obtuvo del proceso de incineración de cascarilla de arroz. 800°C +/- 20°C temperatura controlada durante una hora para obtener sílice altamente reactiva. (Camargo Pérez, 2017)

Tabla 4 Resistencia a la comprensión

Análisis Químico (%)	
Descripción	Ceniza cascarilla del arroz
SiO ₂	90
Al ₂ O ₃	0.62
Fe ₂ O ₃	0.5
CaO	1.23
MgO	0.34
Na ₂ O	< 0.32
K ₂ O	2.07
TiO ₂	0.03
Pérdida al fuego	0.5

- **Agregados:** El agregado es material como arena, grava, piedra triturada que se usa para formar concreto, algunos agregados finos se llaman. (Gutiérrez, 2003)
- **Cemento:** El cemento se define como un material en polvo que tiene la siguiente propiedad: al agregar la cantidad adecuada de agua, produce una mezcla aglutinante

capaz de endurecerse bajo el agua y en el aire y formar un compuesto estable. (Riva Lopez, 2000).

- **Composición química del cemento:** Al definir el clinker, se indica que el crudo del que procede está compuesto por una mezcla de caliza y componentes de naturaleza arcillosa. La caliza (principalmente silicato de calcio) y la arcilla (principal aportante de sílice) y su marga intermedia (aportadora de alúmina y hierro) constituyen lo que se puede denominar los principales componentes para la elaboración del cemento Portland. (Muños Solano, 2017).

Tabla 5 Composición de Óxidos del cemento

Proporción	Componente Óxido	Abreviatura	Nombre
60% al 67%	Óxido de calcio (CaO)	C	Cal
17% al 25%	Óxido de Sílice (SiO ₂)	S	Sílice
3% al 8%	Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	F	Alúmina
9.5% al 16%	Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	A	Óxido de Hierro

Fuente: Riva López, 2014

- **Agregados.** Son materiales granulares inertes, naturales o artificiales, que forman morteros u hormigones según la granulometría, en presencia de agua y cemento. Estos materiales tienen propiedades que contribuyen a la fortaleza mecánica y garantizan la adherencia de la mezcla
- **Cemento.** Material aglomerante hidráulico adhesivo y cohesivo que, cuando se mezcla con piedra y agua, forma una mezcla homogénea para resistencia y durabilidad.
- **Peso específico.** También llamada densidad, es la relación entre el peso y el volumen de una determinada cantidad de cemento. En Colombia varía entre 3,10 y 3,15 g/cm³. Para determinar eso, usamos la norma NTC 221.
- **Superficie específica.** También conocida como finura es el tamaño de las partículas de cemento. Un cemento más fino produce una buena hidratación, lo que se refleja en

el rápido desarrollo de la resistencia. En Colombia varía entre 3.400 y 4.500 cm² /g.

Para construirlo usamos la norma NTC 33.

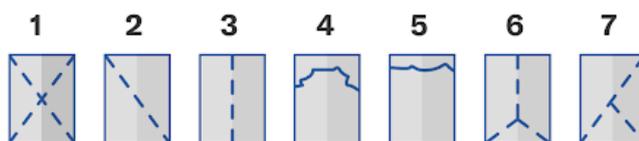
- **Fraguado del cemento.** Este es el cambio de la pasta de cemento del estado plástico al estado endurecido que determina los periodos de endurecimiento inicial y final para el manejo adecuado de mezcla, transporte, vertido, agitación, refinación y curado. Para construirlo usamos la norma NTC 118.
- **Falso fraguado.** Esta es la rigidez temprana e inusual de la pasta de cemento después de mezclarla durante unos minutos. Esto se puede evitar extendiendo el tiempo de mezclado y sin agregar agua a la pasta. Utiliza la norma NTC 297 para construirlo.
- **Resistencia mecánica.** Es la propiedad estructural más importante del mortero endurecido, indicando su capacidad portante. Se ensaya con muestras de pasta, mortero o hormigón. Para construirlo usamos la norma NTC 220
- **Mortero.** Es una mezcla de cemento, árido fino, agua y aditivos finales en distintas proporciones. Exhibe propiedades químicas, físicas y mecánicas comparables al concreto en su estado endurecido y se usa comúnmente para unir mampostería, revestimiento de paredes, bloques, etc. Entre los tipos de mortero encontramos los morteros calcáreos, los morteros de cal y cemento portland y los morteros de cemento.
- **Mortero de cemento portland.** Este mortero es una mezcla de cemento portland, árido fino y agua, que ajusta unas propiedades según su estado, ya sea plástico o endurecido, y debido a su extendido uso en el medio ambiente, se ha creado un programa de diseño de mezclas y más específico. Considere: trabajabilidad, retención de agua, velocidad de endurecimiento, contracción, adherencia y resistencia.

- **Puzolanas.-** Origen de la puzolana: Los griegos, fueron los primeros en utilizar la puzolana en el mortero de cal alrededor del 400 a.C. Más tarde, los romanos no solo usaron cerámica, ladrillos y tejas trituradas para hacer la primera ceniza volcánica artificial, sino que también encontraron que un poco de tierra volcánica mezclada con cal era muy adecuada para la producción de mortero hidráulico (mortero hidráulico, que fragua y endurece bajo el agua, es más duradero que el mortero de cal ordinario). Este suelo se encontró alrededor de la ciudad de Pozzuoli, cerca de Nápoles, de ahí el nombre de ceniza volcánica.
- **Puzolanas Naturales:** Esencialmente, es la puzolana producida por la actividad volcánica geológicamente reciente. El procesamiento de los materiales de puzolana natural generalmente implica trituración, molienda y clasificación, y en algunos casos activación térmica. Todas las puzolanas naturales, excepto la tierra de diatomeas Ambas provienen de rocas volcánicas y minerales. Entre ellos: ceniza volcánica. (Beltran Taipe & Ccama Mendoza, 2017).
- **Puzolanas Artificiales:** Es el efecto de la transformación de materiales industriales y agrícolas tratados térmicamente. Por lo tanto, existen problemas de almacenamiento que tienen un impacto significativo en el medio ambiente" (Beltran Taipe & Ccama Mendoza, 2017).
- **Ceniza de Cascarilla de Arroz.-** La ceniza de cascarilla de arroz tiene un alto contenido de sílice, que también se encuentra en el cemento, este estudio analizó las propiedades mecánicas y físicas de mezclas de concreto hidráulico modificadas con ceniza obtenidas por incineración de cascarilla de arroz. (Ricardo, s.f.)

Diagrama de fallas de cilindros sometidos a compresión

1. Se observa cuando se alcanza una carga de compresión bien aplicada en una muestra preparada.
2. Esta condición generalmente se observa cuando la cara de aplicación de carga está dentro de la tolerancia especificada o excede el límite de tolerancia especificado.
3. Se observó en la muestra una superficie de carga elevada y/o material de tapa insuficiente: también debido a una depresión en la placa de tapa o una protuberancia en una de las placas de carga.
4. Se observa una cara de aplicación cóncava en la muestra y/o debido a un defecto en el material de la cubierta o debido a una depresión en una de las placas de carga.
5. Las concentraciones de tensión se pueden observar cuando se producen concentraciones de tensión en puntos salientes de la cara de aplicación de la carga debido a imperfecciones en el material de la cubierta, rugosidad de la placa de la cubierta o de la placa de carga.
6. Cara de aplicación de carga convexa observada en la muestra y/o debido a imperfecciones en el material de la cubierta, rugosidad de la placa de cubierta o placa de carga.
7. Observe cuando la superficie de aplicación de la carga de la muestra se desvía ligeramente de la tolerancia de paralelismo establecida, o el centro de la aplicación de carga de la muestra se desvía ligeramente.

Figura 7 Descripción de falla de ruptura



CAPÍTULO III

HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

La reutilización de la cascarilla de arroz mejora las propiedades mecánicas del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados.

3.1.2 Hipótesis específicas

- La adición de la cascarilla de arroz permite evaluar el porcentaje de resistencia a compresión del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados.
- La adición de cascarilla de arroz varía según el tipo la fracturación del cilindro bajo compresión del mortero UHPC para la fabricación de elementos prefabricados.

3.2 Variables

3.2.1 Definición conceptual de la variable:

Variable Independiente (X): Cascarilla de arroz. - La cascarilla de arroz calcinada presenta un alto contenido de sílice. Este trabajo estudió la naturaleza de la fracción orgánica donde se nuclea los complejos de sílice y las condiciones óptimas para la síntesis de SiO₂. La sílice forma parte de numerosos vegetales, principalmente para cumplir funciones estructurales o para aumentar la resistencia de las mismas. Además, se conoce que en la mayoría de las plantas la sílice se toma del medio como un componente inerte y luego se concentra en ciertas zonas

específicas, incluso puede participar en el metabolismo y conformación de compuestos orgánicos. La sílice se encuentra distribuida a través de la estructura de las plantas, especialmente en los tallos, para reforzarlas y endurecerlas; ejemplos de ello son los tallos de pastos y granos, el bambú, la cáscara de las nueces, las espinas duras de algunas plantas como la ortiga y ciertas especies de madera.

Variable dependiente (Y): Propiedades mecánicas del mortero UHPC. - Es un mortero de altísimas prestaciones o de alta calidad es uno de los últimos desarrollos en la tecnología del hormigón, su característica es proporcionar un comportamiento estructural más parecido al del acero mismo que al del mortero tradicional, especialmente con alta ductilidad en tensión.

3.2.2 Definición operacional de la variable

Variable independiente: Cascarilla de arroz

La variable cascarilla de arroz se medirá en base a una dimensión: adición de cascarilla de arroz.

Variable dependiente: Propiedades mecánicas del mortero UHPC

La variable propiedades mecánicas del mortero UHPC, será medido en base a 2 dimensiones: Resistencia a la compresión y fractura del cilindro bajo compresión.

3.2.3 Operacionalización de la variable

Tabla 6
Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Cascarilla de arroz	La cáscara de arroz incinerada tiene un elevado volumen de sílice. Este trabajo investiga la naturaleza del resto orgánico utilizado para la síntesis de SiO ₂ . La sílice forma parte de muchas plantas, principalmente para aumentar su resistencia. Además, es bien sabido que en ciertas plantas, la sílice se adquiere del medio ambiente como un factor inactivo, luego se concentra en algunas regiones específicas e incluso puede participar en la transformación y formación de compuestos orgánicos. El sílice se distribuye en la planta, fundamentalmente en los tallos, para fortalecerlos y endurecerlos.	La variable cascarilla de arroz se medirá en base a 5 dimensiones: Característica física, característica química, relación agua – cemento, diseño de mezcla y adición de agua al concreto.	Adición de cascarilla de arroz	4% de cascarilla de arroz reutilizado en mortero UHPC
				6% de cascarilla de arroz reutilizado en mortero UHPC
				8% de cascarilla de arroz reutilizado en mortero UHPC
				12% de cascarilla de arroz reutilizado en mortero UHPC
Propiedades mecánicas del mortero UHPC	Es un mortero de muy altas prestaciones o alta calidad, que constituye uno de los últimos avances en la tecnología del hormigón y se caracteriza por proporcionar propiedades estructurales más parecidas al propio acero que los morteros tradicionales, especialmente con alta ductilidad a tracción.	La variable propiedades mecánicas del mortero UHPC, será medido en base a 2 dimensiones: Resistencia a la compresión y fractura del cilindro bajo compresión.	Resistencia a compresión	Kg - f / cm ²
			Fractura del cilindro bajo compresión	Tipo 1 - NTP 339.034 Tipo 2 - NTP 339.034 Tipo 3 - NTP 339.034 Tipo 4 - NTP 339.034 Tipo 5 - NTP 339.034 Tipo 6 - NTP 339.034

Fuente: Propia

CAPITULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Método de investigación

Un método de investigación utilizado en la investigación es un método científico porque es "un conjunto de pasos y reglas que guían el procedimiento para realizar una investigación, cuyos resultados son reconocidos como válidos por la comunidad científica". (Bernal, 2010)

Por tanto, el método científico permitirá estructurar el trabajo de investigación, partiendo desde la idea de investigación, describiendo el planteamiento del problema, organizando el marco teórico, evaluando de la metodología, analizando resultados para llegar a conclusiones y recomendaciones.

4.2 Tipo de investigación

Se adoptó el estudio porque "tiene un propósito práctico claro y específico, es decir, se estudia con el fin de implementar, cambiar, cambiar o hacer un cambio en algún ámbito de la realidad". (Bunge, 2004)

Por tanto, este estudio permitirá la preparación de elementos prefabricados con mortero UHPC utilizando como árido cascarilla de arroz.

4.3 Nivel de investigación

La investigación será explicativa en cuanto “explica cuáles son las causas de la pregunta, es decir, describe las condiciones de la pregunta de investigación y las razones de las decisiones”. (Carrasco, 2006)

Mediante la investigación se podrá determinar como la reutilización de la cascarilla de arroz cumple y satisface las normas de calidad y técnicas para ser usado como agregado para la elaboración de elementos prefabricados con morteros UHPC para la construcción.

4.4 Diseño de investigación

El diseño de la investigación será experimental, ya que permite la aplicación de la estadística para establecer y cuantificar las causas de impacto en el estudio. (Carrasco, 2006)

Por tanto, permitirá manejar de la variable independiente cascarilla de arroz y su consecuencia en la variable dependiente mejoramiento de las propiedades mecánicas del mortero.

4.5 Población y muestra de la investigación

4.5.1 Población

Una población es una congregación de cosas o personas con ciertas particularidades a quienes se les aplica un instrumento de datos.. (Rodríguez, 2005)

La población para esta encuesta incluyó 30 muestras de morteros UHPC, adicionando cascarilla de arroz en porcentajes (4%, 6%, 8% y 12%).

4.5.2 Muestra

Una muestra es "una parte o parte de algo considerado como un todo, tomado o separado por algún método de inspección, inspección o prueba". (Rodríguez, 2005)

Por tanto, la muestra de estudio será de base poblacional, es decir, una muestra de base poblacional, 30 muestras de morteros UHPC, adicionando cascarilla de arroz en porcentajes (4%, 6%, 8% y 12%).

4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1 Técnicas de recolección de datos

El método de recopilación de datos se refiere al uso de diferentes medios técnicos para recopilar datos relevantes con el fin de obtener información útil para el análisis y resolver problemas encontrados en el análisis. (Carrasco, 2006)

La investigación utilizó la observación directa, "proceso deliberado que admite recabar datos necesarios y justos sobre las peculiaridades de la unidad de análisis.

Para realizar el diseño de mezcla, ensayos de roturas de concretos con morteros para UHPC, adicionando cascarilla de arroz en porcentajes de 4%, 6%, 8% y 12% y obtener los objetivos mencionados en la tesis, se siguió los siguientes procedimientos que se realizaron en laboratorio 3G Ingeniería Especializada y son los siguientes procedimientos:

- Selección de los materiales

Cemento: se utilizó un cemento Portland Tipo I.



Figura 8 *cimento Portland Tipol.*

Agregados: se utilizó agregados de alta calidad y tamaño máximo de 3/8 de pulgada.



Figura 9 *Cantera de agregado fino-Pilcomayo*

Aditivos: se utilizó y selecciono aditivos de alta calidad para mejorar las propiedades del concreto.



Figura 10 *Aditivos*

Cascarilla de arroz: se obtuvo cascarilla de arroz limpia y seca, y se seleccionó el porcentaje de adición para cada diseño de mezcla.



Figura 11 *cascarilla de arroz*

- El diseño de mezclas:

Se realizó cuatro diseños de mezcla para los porcentajes de cascarilla de arroz: 4%, 6%, 8% y 12%, donde se obtuvo los cálculos de las proporciones de los materiales para cada diseño de mezcla utilizando la metodología ACI 211, y se procedieron a realizar los ensayos preliminares para asegurar la resistencia y trabajabilidad de las mezclas de concreto.

- Preparación de las mezclas:

Se prepararon los diseños de mezclas utilizando una mezcladora de concreto (trompito 9p3) y siguiendo el diseño de mezcla previamente calculado, se obtuvo 30 probetas cilíndricas de concreto de 4 x 8 pulgadas para cada diseño de mezcla.



Figura 12 y Figura 13 Mezcla de concreto y elaboración de probetas

- Curado de las probetas:

Se curaron las 30 probetas en condiciones controladas de temperatura y humedad para asegurar su resistencia correspondiente, se llevó a cabo el curado durante 3 días para obtener los datos a 3 días de edad y durante 7 días para obtener los datos a 7 días de edad.



Figura 14 y Figura 15 *curado de probetas*

- Ensayo de las probetas:

Se ensayo las probetas utilizando el ensayo a compresión de probetas de concreto, se procedió a realizar los ensayos en una mecanismo de ensayo a compresión de acuerdo con reglamento ASTM C39.

Se registraron los valores de resistencia a la compresión de las probetas y se analizaron los datos para determinar la variación en la resistencia del concreto con la adición de la cascarilla de arroz.



Figura 16 *ensayo a compresión.*

- Análisis de los resultados:

Los resultados de la prueba se analizaron para determinar cuánto mejoró las propiedades mecánicas del UHPC al adicionarle cascarilla de arroz.

Los datos analizados la fuerza de compresión de probetas de concreto determino la variación de fuerza con la adición de la cascarilla de arroz.

Se analizaron las fracturas de las probetas bajo compresión para evaluar la función de la cascarilla de arroz en la fractura del cilindro bajo compresión del mortero UHPC.

Mediante el seguimiento de estos procedimientos de laboratorio, obtuvimos información importante sobre el uso de la cascarilla de arroz como aditivo para hormigón prefabricado de mortero UHPC y su papel en la fabricación de elementos prefabricados.

4.6.2 Instrumentos de recolección de datos

Una herramienta de recopilación de datos es "una herramienta de recopilación de datos es cualquier recurso que un investigador puede utilizar para procesar un fenómeno y extraer información de él.". (Valderrama, 2015)

Se utilizarán hojas de observación para la investigación, esta ficha se utiliza para "reportar información resultante del contacto directo entre el observador y el objeto de observación". (Carrasco, 2006)

4.7 Procesamiento de información

Permite la selección de datos para informar los hallazgos de los investigadores. (Salkind, 1999)

La indicación de trabajo de campo será procesada utilizando software estadístico, hojas de cálculo y pruebas de laboratorio para capturar información clave para su posterior interpretación.

4.8 Técnicas y análisis de datos

Después de la recolección de datos a través de la observación, registro y análisis de pruebas, los datos de campo y laboratorio se pueden almacenar en hojas de cálculo para ser procesados posteriormente, los interpreto a través de estadísticas descriptivas e inferenciales para obtener los datos a utilizar. La información se organiza en una tabla de datos, la cual será interpretada más adelante, dando solución al problema de investigación y validando nuestras hipótesis.

CAPITULO V

RESULTADOS

5.1 Presentación de resultados

5.1.1 Medida de adición de la cascarilla de arroz permite evaluar el % fuerza compresiva del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados, que nos dio como resultado:

Mediante la adición de la cascarilla de arroz permitió evaluar el porcentaje de resistencia a la compresión del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados.

Se analizó la incidencia cunatitativa de cascarilla de arroz como material cementicio que mejora las propiedades del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados, 0% para la muestra patrón e incluir porcentajes de cascarilla de 4%, 6%, 8% y 12%, para verificar sus propiedades.

Los resultados que se obtuvieron se realizaron mediante pruebas de laboratorio:

- Análisis de tamaño de partículas de agregados gruesos y finos.
- Consistencia referente (gravedad específica) y permeabilidad ante el agua.
- Métodos de prueba para determinar la masa o densidad por unidad de volumen (unidad de peso) y vacíos en los agregados.

- Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregado por secado.

Los resultados que se obtuvieron en el análisis granulométrico del agregado fino grueso son los siguientes:

Se entiende por análisis granulométrico o granulométrico de los áridos todo procedimiento manual o mecánico mediante el cual se pueden separar las partículas constituyentes de un árido en función de su tamaño de forma que se pueda conocer la cantidad en peso de cada tamaño. Esto contribuye al peso total. Para este proceso de separación por tamaños se utilizaron rejillas con diferentes aberturas, las cuales proporcionaron los agregados de mayor tamaño en cada rejilla. En la práctica, el peso de cada dimensión se expresa como un porcentaje retenido en cada cuadrícula con respecto a la muestra total. Estos porcentajes retenidos se calculan de forma parcial y acumulativa en cada malla, ya que para esta última seguimos mapeando los valores del material (tamaño de grano).

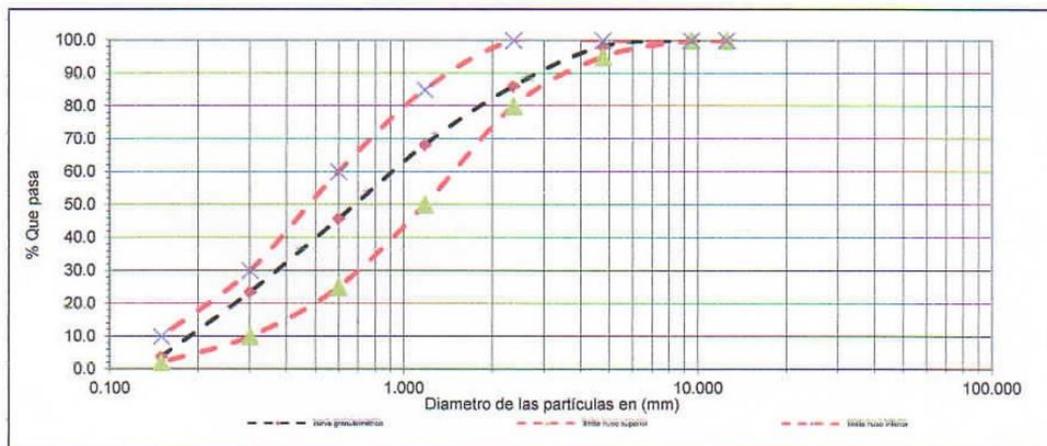
Tabla 7
Granulométrica del agregado fino

Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Que pasa	Huso NTP 400.037
					Limites Totales % acumulativo pasante
¾ in.	19.000	0.0	0.0	100.0	100
½ in.	12.500	0.0	0.0	100.0	100
⅜ in.	9.500	0.0	0.0	100.0	100
No. 4	4.750	5.5	5.5	94.5	95 a 100
No. 8	2.360	11.9	17.4	82.6	80 a 100
No. 16	1.180	26.9	44.3	55.7	50 a 85
No. 30	0.600	14.3	58.6	41.4	25 a 60
No. 50	0.300	26.3	84.9	15.1	5 a 30
No. 100	0.150	10.2	95.1	4.9	0 a 10
Fondo		4.9	100.0		

M.F	3.06
-----	------

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

Tabla 8
Granulométrica del agregado fino



Fuente: Fuentes de referencia del investigador

Así mismo se tiene los resultados de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso donde se obtuvo siguientes resultados:

Esta prueba mide la densidad promedio (excluyendo la porosidad entre partículas), la gravedad específica (densidad relativa) y la tasa de adsorción de agregado grueso de varias partículas de agregado grueso.

Procedimiento: Remoje la muestra agregada en agua durante 24 horas \pm 4 horas se rellenan de agujeros. por encima de las partículas de agua, mientras se agitaba y se midió la masa. Posteriormente, se midió el volumen de la muestra por el método de drenaje. Finalmente, seque la muestra y mida su masa. Usando el valor de masa obtenido y las fórmulas provistas en el estándar, se puede calcular la densidad, la gravedad específica y la absorción de agua.

Tabla 9
Datos de densidad relativa y absorción del agregado

1	Masa de la arena superficialmente seca + masa del balón + masa del agua	(g)	972.7
2	Masa de la arena superficialmente seca + masa del balón	(g)	664.2
3	Masa del agua (W = 1-2)	(g)	308.5
4	Masa de la arena secada al horno + masa del balón	(g)	657.4
5	Masa del balón	(g)	164.2
6	Masa de la arena secada al horno (A = 4-5)	(g)	493.2
7	Volumen del balón V = 500 ml		500

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

Tabla 10
Resultados de la densidad relativa y absorción del agregado

1	Masa específica [P.E.M. = $A / (V - W)$]	(g/cm ³)	2.58
2	Masa específica saturado superficialmente seco [P.E.M.S.S.S. = $500 / (V - W)$]	(g/cm ³)	2.61
3	Masa específica aparente [P.E.A. = $A / (V - W) - (500 - A)$]	(g/cm ³)	2.67
4	Porcentaje de absorción [$(500 - A) / A * 100$]		1.38

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

Asimismo, se cuenta con resultados de ensayos de masa y porosidad de agregados por unidad de volumen o densidad, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

El peso unitario implica determinar la densidad total, que se obtiene dividiendo el peso seco del agregado (bajo algún grado de compactación o consolidación) por el volumen que ocupa (incluidos los vacíos entre partículas), y calculando la expresión (kg/metro cúbico).). Los resultados obtenidos de esta prueba son necesarios para la dosificación de mezclas de concreto y conversiones masa/volumen al recibir materiales de trabajo..

Tabla 11
Resultados del peso unitario suelto seco - PUSS

Masa de la muestra suelta húmeda + masa del molde	(kg)	6.352	6.317	6.328
Masa del molde	(kg)	1.598	1.598	1.598
Masa de la muestra suelta húmeda	(kg)	4.754	4.719	4.730
Volumen del molde (1/10 ft ³)	(m ³)	0.002832	0.002832	0.002832
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1679	1666	1670
Promedio peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1672		
Promedio peso unitario suelto seco	(kg/m ³)	1653		

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

Tabla 12
Resultados del peso unitario compactado seco - PUSS

Masa de la muestra compactada húmeda + masa del molde	(kg)	6.674	6.652	6.641
Masa del molde	(kg)	1.598	1.598	1.598
Masa de la muestra compactada húmeda	(kg)	5.076	5.054	5.043
Volumen del molde (1/10 ft ³)	(m ³)	0.002832	0.002832	0.002832
Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1792	1785	1781
Promedio peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1786		
Promedio peso unitario compactado seco	(kg/m ³)	1766		

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

Así mismo se tiene los resultados del contenido de humedad del agregado, donde se obtuvo siguientes resultados:

Los agregados pueden contener humedad, esto está relacionado con la porosidad de las partículas. La porosidad, por otro lado, depende del tamaño, la permeabilidad y el número total de poros.

El contenido total de humedad se puede calcular usando la siguiente fórmula:

$$P = [(W - D) / D] * 100$$

Donde,

P: es el contenido de humedad [%]

W: es la masa inicial de la muestra [g]

D: es la masa de la muestra seca [g]

El objetivo de este método de prueba es especificar proporción de agua vaporizable en la muestra de flóculo seco, incluida el agua en la superficie del flóculo y

el agua en orificios del flóculo. Algunos agregados pueden contener agua químicamente en sus minerales agregados. Esta cantidad de agua no se evapora y por tanto no está incluida en el porcentaje así determinado. Las fracciones de agregado grueso, especialmente aquellas mayores de 50 mm (2 pulgadas), pueden tardar mucho tiempo en absorber la humedad del agregado.

Tabla 13
Resultados del contenido de humedad de la arena gruesa

1) Masa de la muestra húmeda + masa de la tara	(g)	715.2
2) Masa de la muestra secada al horno + masa de la tara	(g)	707.3
3) Masa de la tara	(g)	95.8
4) Masa del agua	(g)	7.90
5) Masa de la muestra secada al horno	(g)	611.5
6) Contenido de humedad	(%)	1.29

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

Pruebas de Compresión:

En la tabla 14 se muestra la dosificación patrón de las seis probetas que se llevó a laboratorio para posteriormente realizar los ensayos a compresión que se realizarán a 3 y 7 días, la dosificación fue la siguiente:

Tabla 14
Ensayo de compresión- muestra patrón

DOSIFICACIÓN	3 DIAS	7 DIAS	TOTAL
PATRÓN	3 pbts	3 pbts	6pbts
Cemento	4000	4000	12000 Kg
Agua	2420	2420	7260 Kg
Arena	6320	6320	18960 Kg
Aditivo policarboxilato	3.75	3.75	11.25 gr
Microsilice	1200	1200	3600 Kg

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

En la tabla 15 se muestran los resultados del ensayo a compresión de la muestra patrón que se realizó a los 3 días, siendo las cargas aplicadas para la muestra N° 1 una carga de 213.05 kN, para la muestra N° 2 una carga de 215.09 kN y para la muestra N° 3 una carga

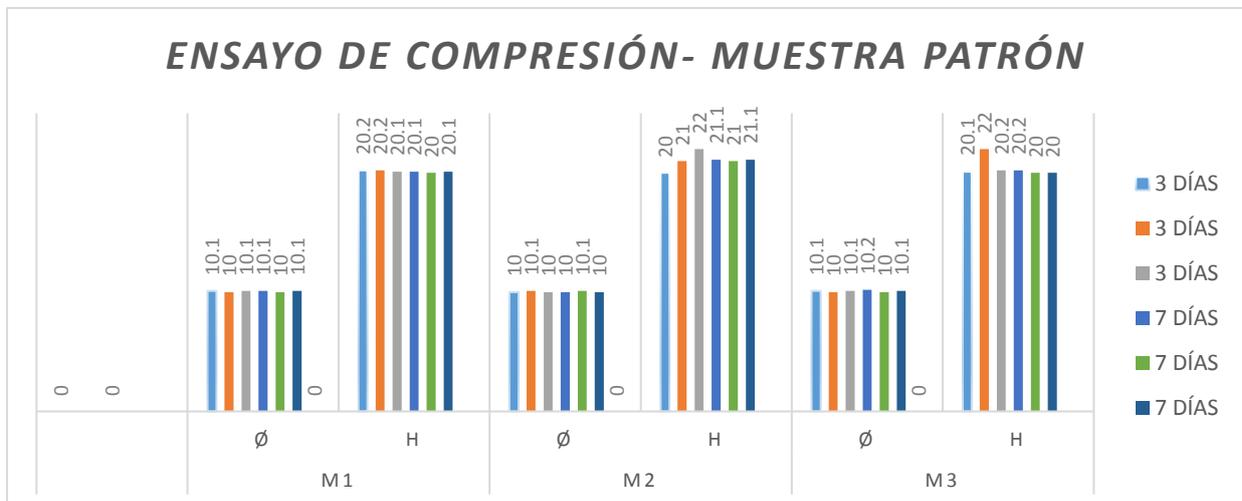
de 217.39, en cuanto al ensayo de compresión a los 7 días se aplicaron las siguientes cargas, para la muestra N° 1 una carga de 275.68 kN, para la muestra N° 2 una carga de 277.60 kN y para la muestra N° 3 una carga de 278.27 kN.

Tabla 15
Resultado de ensayos en metros cuadrados de la muestra patrón en un tiempo de 3 a 7 días

	M1		M2		M3	
	∅	h	∅	h	∅	h
3 DIAS	10.1	20.2	10	20	10.1	20.1
	10	20.2	10.1	21	10	22
	10.1	20.1	10	22	10.1	20.2
	Q=213.05		Q=215.09		Q=217.39	
7 DIAS	10.1	20.1	10	21.1	10.2	20.2
	10	20	10.1	21	10	20
	10.1	20.1	10	21.1	10.1	20
	Q=275.68		Q=277.60		Q=278.27	

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

Figura 17
Muestra patrón de prueba de cáscara de arroz con resultados de carga máxima y fuerza de compresión



Fuente: Fuentes de referencia del investigador

En la tabla 16 muestra la dosis estándar del 4% de cascarilla de arroz de las nueve probetas, que posteriormente fueron llevadas a laboratorio para realizar los ensayos a compresión que se realizarán a los 3 y 7 días, la dosificación fue la siguiente:

Tabla 16
 Ensayo de compresión de probeta – 4% de cascarilla de arroz

DOSIFICACIÓN	3 DIAS	7 DIAS	TOTAL
PATRÓN	3 pbts	3 pbts	6pbts
Cemento	4000	4000	12000 Kg
Agua	2420	2420	7260 Kg
Arena	6320	6320	18960 Kg
Aditivo policarboxilato	3.75	3.75	11.25 gr
Microsilice	1200	1200	3600 Kg
ARROZ 4%			
Arroz	160	160	480 Kg

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

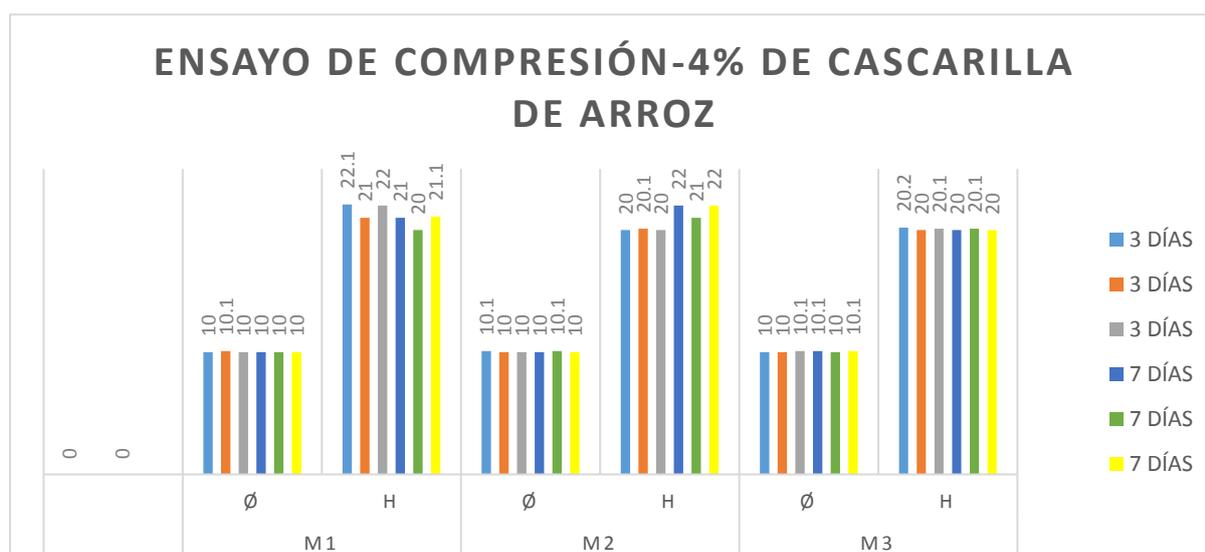
En la tabla 17 se muestran los resultados del ensayo a compresión de las muestras adicionando un 4% de cascarilla de arroz, que se realizó a los 3 días, siendo las cargas aplicadas para la muestra N° 1 una carga de 185.04 kN, para la muestra N° 2 una carga de 188.68 kN y para la muestra N° 3 una carga de 192.80 kN, en cuanto al ensayo de compresión a los 7 días se aplicaron la siguientes cargas, para la muestra N° 1 una carga de 210.98 kN, para la muestra N° 2 una carga de 198.11 kN y para la muestra N° 3 una carga de 207.70 kN.

Tabla 17
 Resultado de ensayos en metros cuadrados de 4% en un tiempo de 3 a 7 días

	M1		M2		M3	
	∅	h	∅	h	∅	h
3 DIAS	10	22.1	10.1	20	10	20.2
	10.1	21	10	20.1	10	20
	10	22	10	20	10.1	20.1
	Q=185.04		Q=188.68		Q=192.80	
7 DIAS	10	21	10	22	10.1	20
	10	20	10.1	21	10	20.1
	10	21.1	10	22	10.1	20
	Q=210.98		Q=198.11		Q=207.70	

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

Figura 18
Muestra de prueba de cáscara de arroz al 4% con resultados de carga máxima y fuerza de compresión



Fuente: Fuentes de referencia del investigador

En la tabla 18 muestra la dosis estándar del 6% de cascarilla de arroz de las nueve probetas, que posteriormente fueron llevadas a laboratorio para realizar los ensayos a compresión que se realizarán a los 3 y 7 días, la dosificación fue la siguiente.

Tabla 18
Ensayo de compresión de probeta – 6% de cascarilla de arroz

DOSIFICACIÓN	3 DIAS	7 DIAS	TOTAL
PATRÓN	3 pbts	3 pbts	6pbts
Cemento	4000	4000	12000 Kg
Agua	2420	2420	7260 Kg
Arena	6320	6320	18960 Kg
Aditivo policarboxilato	3.75	3.75	11.25 gr
Microsilice	1200	1200	3600 Kg
ARROZ 6%	3 DIAS	7 DIAS	TOTAL
Arroz	240	240	720 Kg

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

En la tabla 19 se muestran los resultados del ensayo a compresión de la muestras adicionando un 6% de cascarilla de arroz que se realizó a los 3 días, siendo las cargas aplicadas para la muestra N° 1 una carga de 156.29 kN, para la muestra N° 2 una carga de 158.14 kN y para la muestra N° 3 una carga de 160.38 kN, en cuanto al ensayo de compresión a los 7 días se

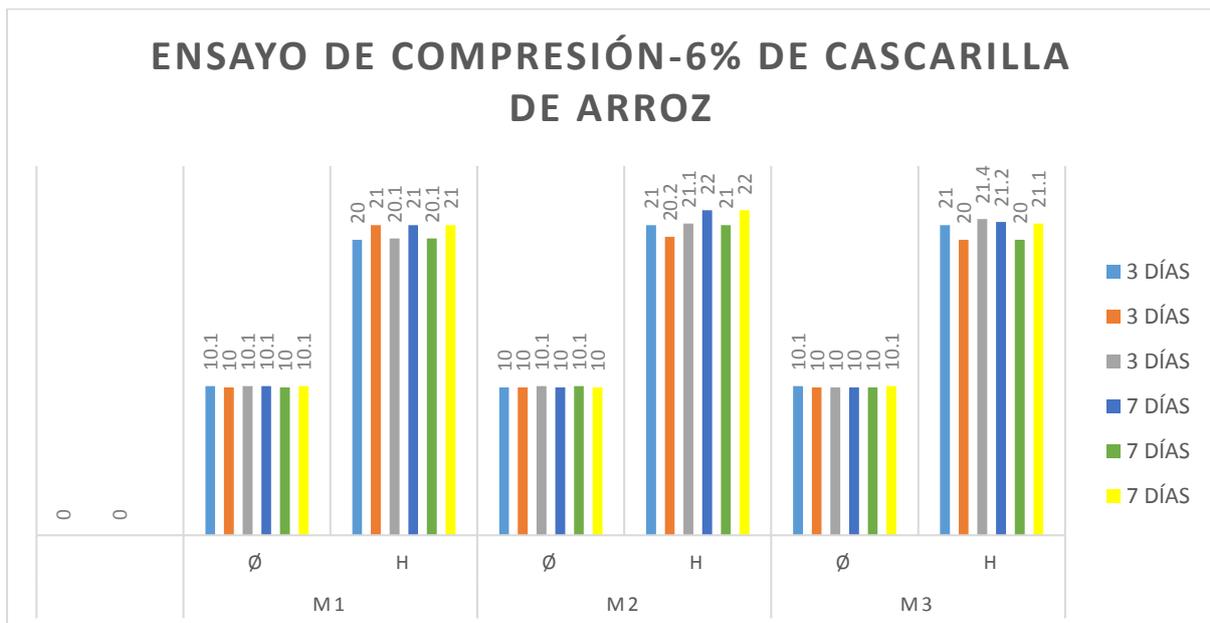
aplicaron la siguientes cargas, para la muestra N° 1 una carga de 186.27 kN, para la muestra N° 2 una carga de 191.01 kN y para la muestra N° 3 una carga de 183.98 kN.

Tabla 19
Resultado de ensayos en metros cuadrados de 6% en un tiempo de 3 a 7 días

	M1		M2		M3	
	∅	h	∅	h	∅	h
3 DÍAS	10.1	20	10	21	10.1	21
	10	21	10	20.2	10	20
	10.1	20.1	10.1	21.1	10	21.4
	Q=156.29		Q=158.14		Q=160.38	
7 DÍAS	10.1	21	10	22	10	21.2
	10	20.1	10.1	21	10	20
	10.1	21	10	22	10.1	21.1
	Q=186.27		Q=191.01		Q=183.98	

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

Figura 19
Muestra de prueba de cáscara de arroz al 6% con resultados de carga máxima y fuerza de compresión



Fuente: Fuentes de referencia del investigador

En la tabla 20 muestra la dosis estándar del 8% de cascarilla de arroz de las nueve probetas, que posteriormente fueron llevadas a laboratorio para realizar los ensayos a compresión que se realizarán a los 3 y 7 días, la dosificación fue la siguiente.

Tabla 20
 Ensayo de compresión de probeta – 8% de cascarilla de arroz

DOSIFICACIÓN	3 DIAS	7 DIAS	TOTAL
PATRÓN	3 pbts	3 pbts	6pbts
Cemento	4000	4000	12000 Kg
Agua	2420	2420	7260 Kg
Arena	6320	6320	18960 Kg
Aditivo policarboxilato	3.75	3.75	11.25 gr
Microsilice	1200	1200	3600 Kg
ARROZ 8%	3 DIAS	7 DIAS	TOTAL
Arroz	320	320	960 Kg

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

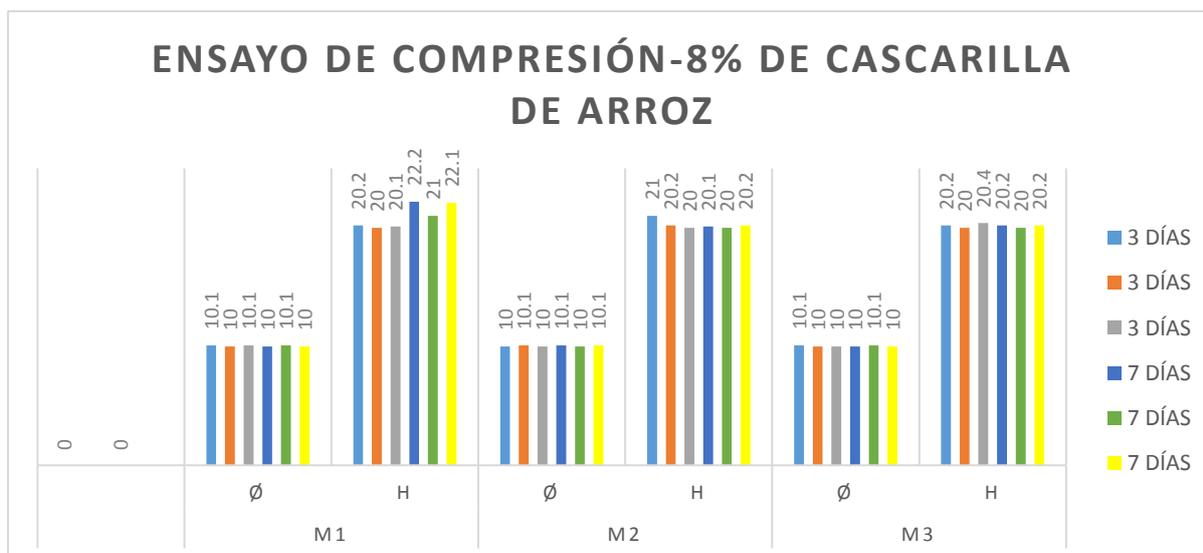
En la tabla 21 se muestran los resultados del ensayo a compresión de la muestras adicionando un 8% de cascarilla de arroz que se realizó a los 3 días, siendo las cargas aplicadas para la muestra N° 1 una carga de 155.12 kN, para la muestra N° 2 una carga de 150.88 kN y para la muestra N° 3 una carga de 151.35 kN, en cuanto al ensayo de compresión a los 7 días se aplicaron la siguientes cargas, para la muestra N° 1 una carga de 174.33 kN, para la muestra N° 2 una carga de 171.31 kN y para la muestra N° 3 una carga de 174.16 kN

Tabla 21
 Resultado de ensayos en metros cuadrados de 8% en un tiempo de 3 a 7 días

	M1		M2		M3	
	∅	h	∅	h	∅	h
3 DÍAS	10.1	20.2	10	21	10.1	20.2
	10	20	10.1	20.2	10	20
	10.1	20.1	10	20	10	20.4
	Q=155.12		Q=150.88		Q=151.35	
7 DÍAS	10	22.2	10.1	20.1	10	20.2
	10.1	21	10	20	10.1	20
	10	22.1	10.1	20.2	10	20.2
	Q=174.33		Q=171.31		Q=174.16	

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

Figura 20
Muestra de prueba de cáscara de arroz al 8% con resultados de carga máxima y fuerza de compresión



Fuente: Fuentes de referencia del investigador

En la tabla 22 muestra la dosis estándar del 12 % de cascarilla de arroz de las nueve probetas, que posteriormente fueron llevadas a laboratorio para realizar los ensayos a compresión que se realizarán a los 3 y 7 días, la dosificación fue la siguiente:

Tabla 22
Ensayo de compresión de probeta- 12% de cascarilla de arroz

DOSIFICACIÓN	3 DIAS	7 DIAS	TOTAL
PATRÓN	3 pbts	3 pbts	6 pbts
Cemento	4000	4000	12000 Kg
Agua	2420	2420	7260 Kg
Arena	6320	6320	18960 Kg
Aditivo policarboxilato	3.75	3.75	11.25 gr
Microsilice	1200	1200	3600 Kg
ARROZ 12%	3 DIAS	7 DIAS	TOTAL
Arroz	480	480	1440 Kg

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

En la tabla 23 se muestran los resultados del ensayo a compresión de la muestras adicionando un 12% de cascarilla de arroz que se realizó a los 3 días, siendo las cargas aplicadas para la muestra N° 1 una carga de 138.11 kN, para la muestra N° 2 una carga de 140.09 kN y para la muestra N° 3 una carga de 135.29 kN, en cuanto al ensayo de compresión a los 7 días se

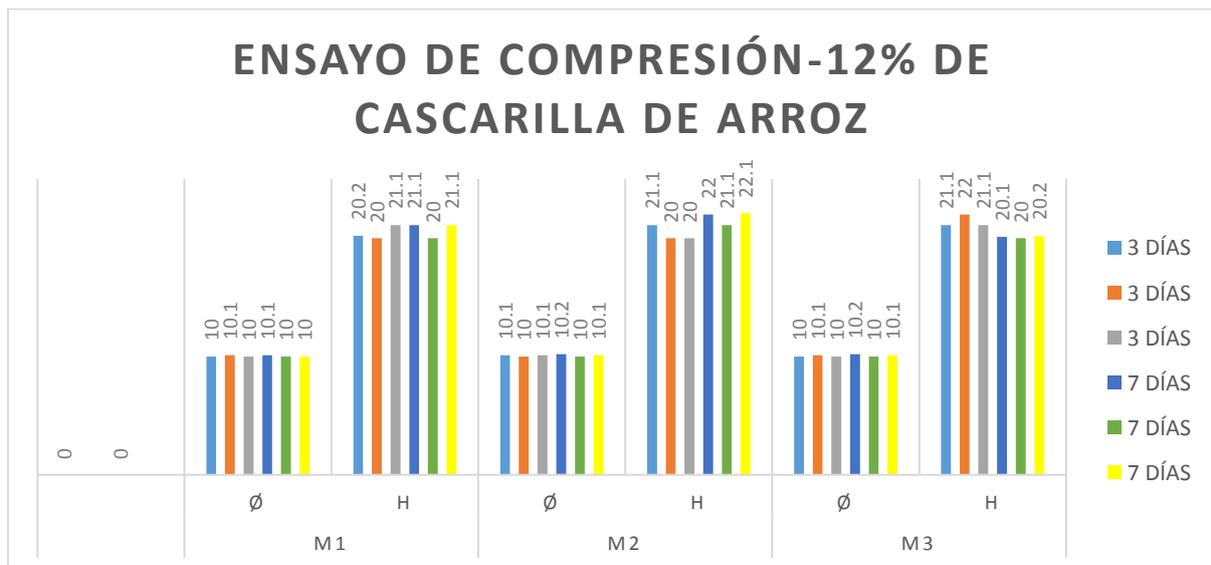
aplicaron la siguientes cargas, para la muestra N° 1 una carga de 148.49 kN, para la muestra N° 2 una carga de 146.33 kN y para la muestra N° 3 una carga de 136.22 kN

Tabla 23
Resultado de ensayos en metros cuadrados de 12% en un tiempo de 3 a 7 días

	M1		M2		M3	
	∅	h	∅	h	∅	h
3 DÍAS	10	20.2	10.1	21.1	10	21.1
	10.1	20	10	20	10.1	22
	10	21.1	10.1	20	10	21.1
	Q=138.11		Q=140.09		Q=135.29	
7 DÍAS	10.1	21.1	10.2	22	10.2	20.1
	10	20	10	21.1	10	20
	10	21.1	10.1	22.1	10.1	20.2
	Q=148.49		Q=146.33		Q=136.22	

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

Figura 21
Muestra de prueba de cáscara de arroz al 12% con resultados de carga máxima y fuerza de compresión



Fuente: Fuentes de referencia del investigador

5.1.2 Mediante la variación de la adición de la cascarilla de arroz se pudo verificar y comprobar en la función al tipo de fractura del cilindro bajo compresión del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados que nos dio como resultado.

Se analizó la incidencia de la falla por rotura mediante porcentaje de adición de cascarilla las muestras estándar son 0% e incluyen porcentajes de cascarilla en 4%, 6%, 8% y 12%, para verificar sus fallas de rotura por edades.

Los resultados que se obtuvieron se realizaron mediante pruebas de laboratorio:

Figura 9 Descripción de falla de ruptura

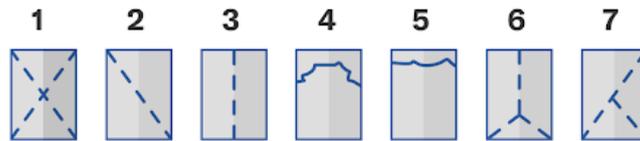
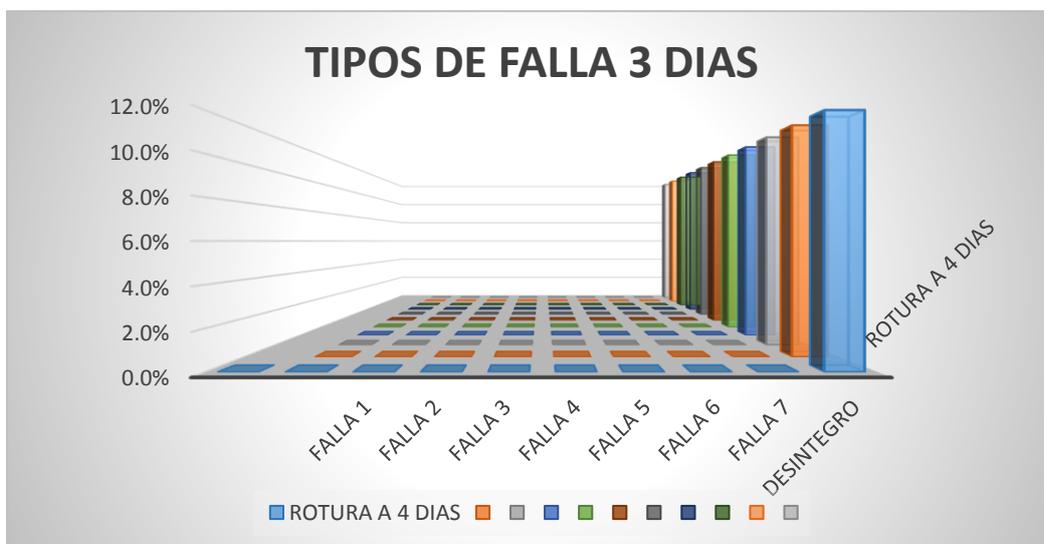


Tabla 24
Resultado de ensayos por Tipo de Falla a 4 días

TIPO DE FALLA	ROTURA A 3 DIAS														
	0.0%			4%			6%			8%			12%		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
Falla 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falla 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falla 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falla 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falla 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falla 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falla 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desintegro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

Figura 22
Tipos de Falla a 4 días



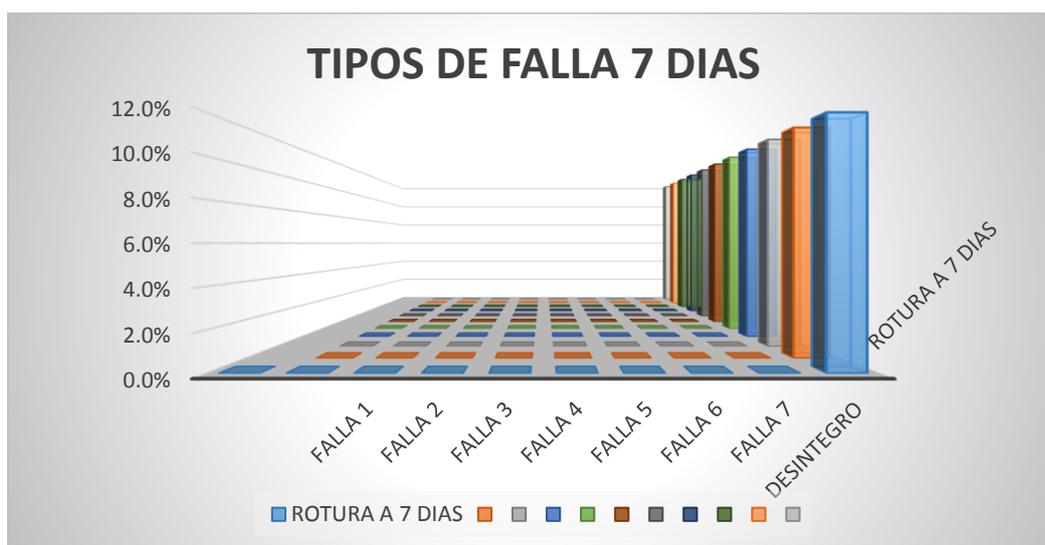
Fuente: Fuentes de referencia del investigador

Tabla 25
Resultado de ensayos por Tipo de Falla a 7 días

TIPO DE FALLA	ROTURA A 7 DIAS														
	0.0%			4%			6%			8%			12%		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
Falla 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falla 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falla 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falla 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falla 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falla 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falla 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desintegro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

Figura 23
Tipos de Falla a 7 días



Fuente: Fuentes de referencia del investigador

Al realizar los ensayos por rotura mediante porcentaje de adición de cascarilla de las muestras estándar son 0% e incluyen porcentajes de cascarilla en 4%, 6%, 8% y 12%, se verifico que todas las probetas ensayadas a 4 días y 7 días; los resultados arrojaron que, todas las probetas no tuvieron las fallas de acuerdo a los parámetros establecidos por la Norma NTP 399.605, más el contrario en su totalidad las probetas se desintegraron demostrando que para estos tipos de concreto no existe un parámetro de falla.

5.2 Prueba de hipótesis general

4.2.1 Medida la adición de la cascarilla de arroz permite evaluar el porcentaje de resistencia a la compresión del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados

a.- Prueba de homogeneidad de la varianza

Paso 1: Declaraciones de H0 y H1

H0: Varianza de la población de la reutilización de la cascarilla de arroz sirve para mejorar las propiedades mecánicas del mortero UHPC para la fabricación de elementos prefabricados los grupos son iguales.

H1: Varianza de la población de la reutilización de la cascarilla de arroz sirve para mejorar las propiedades mecánicas del mortero UHPC para la fabricación de elementos prefabricados los grupos no son iguales.

Paso 2: El valor alfa es igual a 0.05

Paso 3: Comprobación Levene de semejanza de dispersión de datos

Tabla 26
Prueba de homogeneidad de varianzas de la hipótesis general

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Cascarilla de arroz y mejora de propiedades de mortero UHPC	Se basa en la media	11.916	1	22	0.003
	Se basa en la mediana	5.427	1	22	0.037
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	5.327	1	17.208	0.038
	Se basa en la media recortada	11.827	1	22	0.002

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

Paso 4: Reglas de juicio

Acepte H1 con un nivel de confianza del 95%. Es decir, se acepta que diferentes grupos tienen diferentes varianzas de población.

b.- Prueba de hipótesis

Paso 1: Declaraciones de H0 y H1

H₀: La reutilización de la cascarilla de arroz NO sirve para mejorar las propiedades mecánicas del mortero UHPC para la fabricación de elementos prefabricados.

H₁: La reutilización de la cascarilla de arroz sirve para mejorar las propiedades mecánicas del mortero UHPC para la fabricación de elementos prefabricados.

Paso 2: El valor alfa es igual a 0.05

Paso 3: Ensayo de ANOVA para un solo factor

Tabla 27
Prueba ANOVA para la hipótesis general

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	274.482	1	274.482	59.992	0.001
Dentro de grupos	101.044	22	4.593		
Total	375.527	23			

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

Donde:

F: Cociente de varianzas

Sig.: Significancia asintótica

gl: El grado de independencia de cada motivo de modificación.

Promedio cuadrático: Es la adición de los cuadrados fraccionada en función a los niveles de autonomía.

Paso 4: Reglas de juicio

Para un nivel de seguridad del 95%, rechace H₀ y admita H₁, que acepta que existe una diferencia en el promedio de poblaciones de los diferentes conjuntos de formación. Cabe destacar que la cascarilla de arroz contribuye a mejorar las propiedades mecánicas de los morteros UHPC utilizados para la fabricación de elementos prefabricados.

5.3 Prueba de hipótesis específicas

Hipótesis específica 1:

a.- Prueba de homogeneidad de la varianza

Paso 1: Declaraciones de H0 y H1

H0: Varianza de la población de la adición de la cascarilla de arroz permite evaluar el porcentaje de resistencia a compresión del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados los grupos son iguales.

H1: Varianza de la población de la adición de la cascarilla de arroz permite evaluar el porcentaje de resistencia a compresión del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados los grupos no son iguales.

Paso 2: El valor alfa es igual a 0.05

Paso 3: Comprobación Levene de semejanza de dispersión de datos

Tabla 28
Prueba de homogeneidad de varianzas para la hipótesis específica 1

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
cascarilla de arroz permite evaluar el porcentaje de resistencia a compresión del mortero UHPC	Se basa en la media	6.935	1	22	0.019
	Se basa en la mediana	6.844	1	22	0.018
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	6.944	1	19.585	0.019
	Se basa en la media recortada	8.357	1	22	0.016

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

Paso 4: Reglas de juicio

Acepte H1 con un nivel de confianza del 95%. Es decir, se acepta que diferentes grupos tienen diferentes varianzas de población.

b.- Prueba de hipótesis

Paso 1: Declaraciones de H0 y H1

H₀: La adición de la cascarilla de arroz NO permite evaluar el porcentaje de resistencia a compresión del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados.

H₁: La adición de la cascarilla de arroz permite evaluar el porcentaje de resistencia a compresión del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados.

Paso 2: El valor alfa es igual a 0.05

Paso 3: Ensayo de ANOVA para un solo factor

Tabla 29
Prueba ANOVA para la hipótesis específica 1

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	18.811	1	18.811	14.717	0.001
Dentro de grupos	28.278	22	1.376		
Total	46.994	23			

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

Donde:

F: Cociente de varianzas

Sig.: Significancia asintótica

gl: El grado de independencia de cada motivo de modificación.

Promedio cuadrático: Es la adición de los cuadrados fraccionada en función a los niveles de autonomía.

Paso 4: Reglas de juicio

Para un nivel de seguridad del 95%, rechace H₀ y admita H₁, que acepta que existe una diferencia en el promedio de poblaciones de los diferentes conjuntos de formación. Se puede destacar que la adición de cascarilla de arroz permitió evaluar el porcentaje de resistencia a compresión de morteros UHPC en la fabricación de elementos prefabricados.

Hipótesis específica 2:

a.- Prueba de homogeneidad de la varianza

Paso 1: Declaraciones de H₀ y H₁

H0: Varianza de la población de la adición de cascarilla de arroz varía según el tipo la fracturación del cilindro bajo compresión del mortero UHPC para la fabricación de elementos prefabricados los grupos son iguales.

H1: Varianza de la población de la adición de cascarilla de arroz varía según el tipo la fracturación del cilindro bajo compresión del mortero UHPC para la fabricación de elementos prefabricados los grupos no son iguales.

Paso 2: El valor alfa es igual a 0.05

Paso 3: Comprobación Levene de semejanza de dispersión de datos

*Tabla 30
Prueba de homogeneidad de varianzas para la hipótesis específica 2*

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
cascarilla de arroz varía según el tipo la fracturación del cilindro bajo compresión del mortero UHPC	Se basa en la media	15.250	1	22	0.001
	Se basa en la mediana	5.476	1	22	0.032
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	5.476	1	17.616	0.035
	Se basa en la media recortada	14.950	1	22	0.001

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

Paso 4: Reglas de juicio

Acepte H1 con un nivel de confianza del 95%. Es decir, se acepta que diferentes grupos tienen diferentes varianzas de población.

b.- Prueba de hipótesis

Paso 1: Declaraciones de H0 y H1

H0: La adición de cascarilla de arroz NO varía según el tipo la fracturación del cilindro bajo compresión del mortero UHPC para la fabricación de elementos prefabricados.

H1: La adición de cascarilla de arroz varía según el tipo la fracturación del cilindro bajo compresión del mortero UHPC para la fabricación de elementos prefabricados.

Paso 2: El valor alfa es igual a 0.05

Paso 3: Ensayo de ANOVA para un solo factor

Tabla 31
Prueba ANOVA para la hipótesis específica 2

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	31.662	1	31.662	25.328	0.000
Dentro de grupos	27.643	22	1.276		
Total	59.294	23			

Fuente: Fuentes de referencia del investigador

Donde:

F: Cociente de varianzas

Sig.: Significancia asintótica

gl: El grado de independencia de cada motivo de modificación.

Promedio cuadrático: Es la adición de los cuadrados fraccionada en función a los niveles de autonomía.

Paso 4: Reglas de juicio

Para un nivel de seguridad del 95%, rechace H_0 y admita H_1 , que acepta que existe una diferencia en el promedio de poblaciones de los diferentes conjuntos de formación. Se puede notar que las cascarillas varían según el tipo de fractura del cilindro bajo compresión del mortero UHPC utilizado para fabricar los elementos prefabricados.

CAPÍTULO VI:

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 En qué medida la adición de la cascarilla de arroz permite evaluar el porcentaje de resistencia a la compresión del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados.

6.2 En la investigación al reutilizar la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades mecánicas del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados, el cual es un subproducto de la industria que puede ayudar a reducir el uso de cemento y, por lo tanto, el impacto ambiental de la fabricación de elementos prefabricados, se pudo encontrar que el nivel de significancia calculado es de 0.001 el cual es menor al valor de $\alpha=0,05$, a través de la prueba de ANOVA, lo que nos da a entender que existe diferencias en las medidas poblacionales al incorporar la cascarilla de arroz como material que mejorar las características mecánicas del mortero UHPC. Estos resultados son corroborados por (Sánchez, 2020), (Ticona, 2020), (Moreano, 2019), (Chuquillanqui, 2019) y (Salazar, 2018) quienes coinciden que los resultados, donde se puede corroborar que el mortero UHPC resiste al ser sometido a cargas puntuales que determinen una alta resistencia en función de la cascarilla de arroz, de mezcla con la cual han sido elaboradas, esta técnica prometedora mejorar las propiedades mecánicas del material y reducir el impacto ambiental. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y al analizar los resultados, confirmamos la incorporación de la cascarilla de arroz en el mortero UHPC mejora sus características mecánicas y, además, la adición de cascarilla de arroz también puede ayudar a reducir el uso de cemento y, por lo tanto, el impacto ambiental de la fabricación de elementos prefabricados.

En la investigación al determinar en qué medida la adición de la cascarilla de arroz permite evaluar el porcentaje de resistencia a la compresión del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados, se pudo encontrar que el nivel de significancia calculado es de 0.001 el cual es menor al valor de $\alpha=0,05$, a través de la prueba de ANOVA, lo que nos da a entender que la adición de la cascarilla de arroz permite evaluar el porcentaje de resistencia a la compresión del mortero UHPC. Estos resultados son corroborados por (Alfaro, 2019), (Chuta, et al., 2018) y (Benites, 2017) quienes coinciden que existen materiales que podemos adicionar a un mortero UHPC los cuales mejoran las propiedades mecánicas en comparación con un mortero normal. En tal sentido si se quiere adicionar cualquier material al mortero UHPC este debería mejorar y evaluar sus propiedades mecánicas dependiendo del tipo de material y sometidas a compresión, que permita mejorar la relación entre el esfuerzo y la deformación unitaria axial.

En la investigación al obtener la variación de la adición de la cascarilla de arroz en la función al tipo de fractura del cilindro bajo compresión del mortero UHPC para la fabricación de elementos prefabricados, se pudo encontrar que el nivel de significancia calculado es de 0.000 el cual es menor al valor de $\alpha=0,05$, a través de la prueba de ANOVA, lo que nos da a entender que la adición de la cascarilla de arroz en la función al tipo de fractura del cilindro bajo compresión del mortero UHPC. Estos resultados son corroborados por (Ruiz, 2019) quienes coincide que la cascarilla de arroz como material adicional al mortero UHPC incrementa la resistencia frente a cargas verticales y perpendiculares. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y al analizar los resultados, confirmamos que al incorporar la cascarilla de arroz al mortero UHPC permite evaluar la función del cilindro bajo compresión del mortero UHPC para la fabricación de elementos prefabricados

CONCLUSIONES

- En este trabajo se analizó la incidencia de la cantidad de cascarilla de arroz como material cementicio que mejora las propiedades mecánicas del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados. Lo más importante para mejorar las propiedades mecánicas del mortero UHPC es utilizar cascarilla de arroz como material cementoso, el contenido estándar de muestra es 0%, y el contenido es 4%, 6%, 8% y 12% respectivamente, lo que mejora su rendimiento, resistencia mecánica y tiempo de fractura, la mejor muestra con un esfuerzo de compresión promedio de 14,6 kg/cm² aumentó inicialmente a 15,1 kg/cm², 16,3 kg/cm² y 16,9 kg/cm² el esfuerzo de compresión en promedio al sumar los porcentajes anteriores, lo que indica que el mortero UHPC cumple y potencia al máximo sus propiedades mecánicas de resistencia a la compresión gracias a la adición de un determinado porcentaje de cascarilla de arroz.
- En este trabajo se evaluó la incidencia de la cantidad de la cascarilla de arroz como material cementicio en el soporte para mejorar las propiedades mecánicas del mortero UHPC de elementos prefabricados. La adición de cascarilla de arroz como material cementoso en la fabricación de elementos prefabricados, en los que el porcentaje de muestra patrón ortó UHPC es del 0%, y contiene porcentajes del 4%, 6%, 8% y 12%, mejora la resistencia y mecánicas propiedades de desempeño, en la prueba estándar inicial, el módulo de ruptura promedio de las muestras fue de 4.9 kg/cm², y al sumar los porcentajes anteriores, el módulo de ruptura promedio aumentó a 15.1 kg/cm², 16.3 kg/cm² y 16.9 kg/cm², lo que indicó que la cascarilla de arroz mejoró las propiedades

mecánicas de los morteros UHPC, es decir, la respuesta de la cascarilla de arroz a las cargas verticales, son suficientemente buenas.

- En este trabajo se determinó la incidencia de la cantidad de la cascarilla de arroz como material que mejora las propiedades mecánicas del mortero UHPC como material cementicio en el soporte de la compresión de elementos prefabricados. Lo más importante es utilizar cascarilla de arroz como material cementoso en los componentes prefabricados, tomar 0% como muestra estándar y agregar 4%, 6%, 8% y 12% para mejorar su resistencia a la compresión. La mayor fuerza de tracción promedio de la mejor muestra fue de 0,96 kg/cm², y cuando se sumaron los porcentajes anteriores, la fuerza de tracción promedio aumentó a 1,01 kg/cm², 1,21 kg/cm² y 1,43 kg/cm², lo que indica que el arroz cáscara fue Las fuerzas que crean compresión funcionan mejor.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere que para mejorar las propiedades de los morteros UHPC de cascarilla de arroz es necesario un proceso de mezclado eficiente para que no pierda sus propiedades gelificantes, seguido de un diseño de mezclado que permita la dosificación suficiente de este material con el fin de mejorar las propiedades de compresión para que cumpla con los estándares técnicos y pueda ser utilizado como material de construcción.
- Se recomienda determinar la resistencia a la compresión del mortero UHPC con la adición de la cascarilla de arroz como material cementicio, en función a un diseño de mezcla, la cual permita calcular la cantidad de microsilice, policarboxilato, cascarilla de arroz y agua para su pleno aprovechamiento y cumpla la resistencia a compresión adecuada.
- Se recomienda realizar pruebas de laboratorio que establezca las fuerzas que trata de deformar el mortero UHPC con cascarilla de arroz, de tal forma que permita verificar hasta qué punto las fracturaciones del cilindro bajo compresión, puedan tener un desplazamiento de rotura diferente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliaga Mendoza, J. C., & Badajos Quispe, D. (2018). *Adición de cenizas de cascarilla de arroz para el diseño de concreto F'c 210kg/cm², Atalaya, Ucayali – 2018*. Atalaya: Universidad Cesar Vallejo.
- Álvarez, G. L., & Ardila, P. A. (2017). *La cascarilla de arroz como material de agregado en la producción de prefabricados de mortero seco utilizados en el aligeramiento de losas de concreto*. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.
- Aquiles, H. (2019). *Producción de Arroz Cáscara en la región San Martín*. San Martín.
- Arcosa, C. A., Macías, P. D., & Rodríguez, P. J. (2007). *La cascarilla de arroz como fuente de SiO₂ Husk of rice as source of SiO₂*. Colombia: Grupo CYTEMAC.
- 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 : Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto.
- Argos. (s.f.). *Concreto de Ultra Alto Desempeño o Avanzado*. (Argos) Recuperado el 2021 de Agosto de 28, de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/cinco-cosas-que-debes-saber-del-concreto-de-ultra-alto-desempeno>
- Beltrán Taipe, K. J., & Ccama Mendoza, F. M. (2017). *Análisis comparativo de concretos adicionados con puzolanas artificiales de ceniza de cascarilla de arroz (cca), Fly Ash y puzolana natural*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Bernal, T. C. (2010). *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Colombia: Pearson Educación.
- Bunge, M. (2004). *La investigación científica*. México: Siglo XI.

- Burgos Rosado, M. I. (2017). *Empleo de la cascarilla de arroz como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración de concreto de 210kg/cm²*. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto.
- Camargo Pérez, N. R. (2017). *La ceniza de la cascrilla de arroz como aporte ala resistencia del concreto hidraulico*. Colombia: Orinoquia.
- Carrasco, D. S. (2006). *Metodología de la investigación científica*. Lima: San Marcos.
- Catorce6. (s.f.). *Adición del 5% de nanopartículas de cascarilla de arroz optimiza la propiedades del fibrocemento, estudio*. Recuperado el 8 de mayo de 2021, de <https://www.catorce6.com/investigacion/18635-adicion-del-5-de-nanoparticulas-de-cascarilla-de-arroz-optimiza-la-propiedades-del-fibrocemento-estudio>:
<https://www.catorce6.com/>
- Cemexmexico. (8 de Mayo de 2021). *Agregados para concreto*. Obtenido de www.cemexmexico.com: <https://www.cemexmexico.com/productos/agregados>
- Concreto, D. (s.f.). *Consecuencias del exceso de agua en Concreto Premezclado*. Recuperado el 08 de 04 de 2021, de www.donconcreto.com:
<https://www.donconcreto.com/consecuencias-del-exceso-de-agua-en-concreto-premezclado>
- Devia Guevara, A., & Valencia Pabón, E. (2019). *Evaluación de la resistencia del concreto con reemplazo del agregado fino por ceniza de cascarilla de arroz*. Girardot: Universidad Piloto de Colombia.
- Dominguez Zevallos, M. X., & Fernández Valverde, C. K. (2020). *Propiedades mecánicas del concreto $F'c=280\text{kg/cm}^2$ para pavimento al sustituir el cemento por cenizas de cascarilla de arroz en 5% Chimbote, Áncash - 2020*. Chimbote: Universidad Cesar Vallejo.

- El Peruano, P. d. (29 de Julio de 2020). *Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)*. Obtenido de www.gob.pe: <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Gutiérrez, L. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*. Manizales: Centro de publicaciones Universidad Nacional.
- Habeeb, G. &. (2009). *The effect of RHA average particle size on mechanical*. Australia: Australian Journal of Basic and Applied Sciences.
- <http://www.construyendoseguro.com/>. (2020). *Los tipos de concreto y sus usos*. (www.construyendoseguro.com) Obtenido de <http://www.construyendoseguro.com/los-tipos-de-concreto-y-sus-usos/>
- Inka, C. (20 de Mayo de 2019). <http://www.cementosinka.com.pe/>. Obtenido de <http://www.cementosinka.com.pe/blog/que-son-las-juntas-en-la-construccion/>
- Ipanaqué Rojas, D. E., & Silva Olaya, C. D. (2020). *Diseño de concreto $F'c= 175\text{kg/cm}^2$ para falsos pisos adicionando cenizas de cascarilla de arroz como aditivo en el Distrito 26 de Octubre, Piura 2019*. Piura: Universidad Cesar Vallejo.
- Jaime Huertas, M. Á., & Portocarrero Regalado, L. A. (2018). *Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural, Trujillo 2018*. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- Jimenez, M. H. (2018). *Obtención de concreto de alta resistencia mediante adición en el diseño de un superplastificante y ceniza de cascarilla de arroz*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Mafla, A. (2009). *Uso de la cascarilla de arroz como material alternativo en la*. Bogotá: Corporación Universitaria Minuto de Dios.

- Martinez Galeano, A. D. (2020). *Resistencia ($F'c$) del concreto hidráulico comparando dos materiales cementantes suplementarios: el RHA (cascarilla del arroz) y la maleza activada térmicamente*. Girardot-Cundinamarca: Universidad Piloto de Colombia.
- Morillos Verástegui, J. V. (2021). *Influencia de la adición de cenizas de cascarilla de arroz en la resistencia mecánica de los ladrillos de concreto*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Muños Solano, R. (2017). *Estudio comparativo de concreto elaborado con puzolana natural y concreto con cementos puzolanicos atlas en la ciudad de Huancayo*. Huancayo: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4103/Mu%c3%b1oz%20Solano.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Rimay Vásquez, E. (2017). *Diseño de concreto fibroreforzado de $F'C = 250 \text{ kg/cm}^2$ con fibra vegetal en la ciudad de Jaén*. Jaen: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Riva Lopez, M. (2000). *Cement and Concrete*. Mexico.
- Rodríguez, M. E. (2005). *Matodología de investigación*. México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Salkind, N. (1999). *Métodos de investigación*. México: Pearson.
- Valderrama, M. S. (2015). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. Lima: San Marcos.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

TITULO: REUTILIZACIÓN DE LA CASCARILLA DE ARROZ PARA MEJORAR PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO UHPC EN LA FABRICACIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN
<p>GENERAL: ¿De qué manera la reutilización de la cascarilla de arroz sirve para mejorar las propiedades mecánicas del mortero UHPC para la fabricación de elementos prefabricados</p>	<p>GENERAL: Reutilizar la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades mecánicas del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados.</p>	<p>GENERAL: La reutilización de la cascarilla de arroz mejora las propiedades mecánicas del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE: (X) Cascarilla de arroz</p>	<p>X.1. Adición de cascarilla de arroz</p>	<p>4% de cascarilla de arroz reutilizado en mortero UHPC 6% de cascarilla de arroz reutilizado en mortero UHPC 8% de cascarilla de arroz reutilizado en mortero UHPC 12% de cascarilla de arroz reutilizado en mortero UHPC</p>	<p>Métodos Universal: Científico Generales: Inductivo-Deductivo, Analítico-Sintético. Específicos: Descriptivo.</p> <p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Explicativo</p> <p>Diseño de investigación: Experimental</p> <p>Muestra: Población: 30 muestras morteros UHPC y cascarilla de arroz</p> <p>Muestra: 30 muestras morteros UHPC y cascarilla de arroz</p> <p>Técnicas e Instrumentos: Técnica: Observación y la documentación. Instrumentos: Fichas de observación. Análisis documental</p>
<p>ESPECIFICACIÓN ¿En qué medida la adición de la cascarilla de arroz permite evaluar el porcentaje de resistencia a la compresión del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados? ¿De qué manera la adición de la cascarilla de arroz permite identificar el tipo de fractura del cilindro bajo compresión del mortero UHPC para la fabricación de elementos prefabricados?</p>	<p>ESPECIFICACIÓN Determinar en qué medida la adición de la cascarilla de arroz permite evaluar el porcentaje de resistencia a la compresión del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados. Obtener la variación de la adición de la cascarilla de arroz en la función al tipo de fractura del cilindro bajo compresión del mortero UHPC para la fabricación de elementos prefabricados.</p>	<p>ESPECIFICACIÓN La adición de la cascarilla de arroz permite evaluar el porcentaje de resistencia a compresión del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados. La adición de cascarilla de arroz varía según el tipo la fracturación del cilindro bajo compresión del mortero UHPC para la fabricación de elementos prefabricados.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE: (Y) Propiedades mecánicas del Mortero UHPC</p>	<p>Y.1. Resistencia a compresión Y.2. fractura del cilindro bajo compresión</p>	<p>Kg - f / cm² Tipo 1 - NTP 339.034 Tipo 2 - NTP 339.034 Tipo 3 - NTP 339.034 Tipo 4 - NTP 339.034 Tipo 5 - NTP 339.034 Tipo 6 - NTP 339.034</p>	

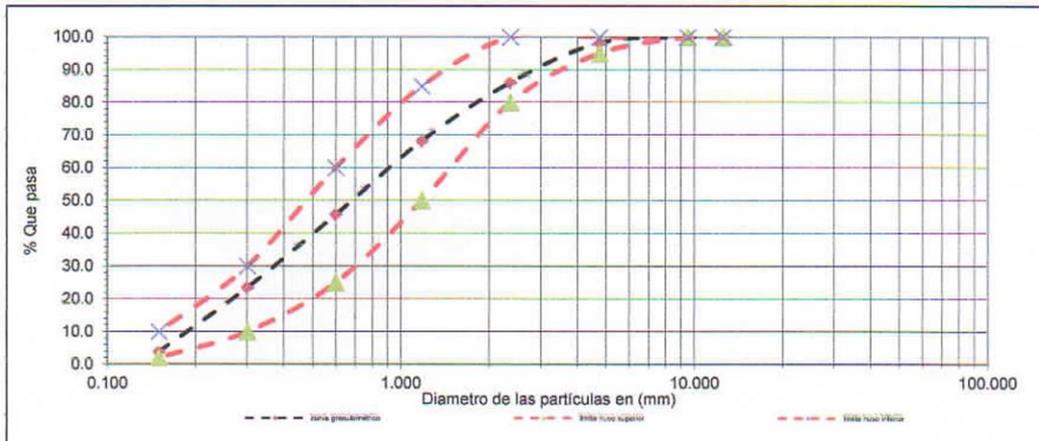
Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Cascarilla de arroz	La cascarilla de arroz calcinada presenta un alto contenido de sílice. Este trabajo estudió la naturaleza de la fracción orgánica donde se nuclea los complejos de sílice y las condiciones óptimas para la síntesis de SiO ₂ . La sílice forma parte de numerosos vegetales, principalmente para cumplir funciones estructurales o para aumentar la resistencia de las mismas. Además, se conoce que en la mayoría de las plantas la sílice se toma del medio como un componente inerte y luego se concentra en ciertas zonas específicas, incluso puede participar en el metabolismo y conformación de compuestos orgánicos. La sílice se encuentra distribuida a través de la estructura de las plantas, especialmente en los tallos, para reforzarlas y endurecerlas; ejemplos de ello son los tallos de pastos y granos, el bambú, la cáscara de las nueces, las espinas duras de algunas plantas como la ortiga y ciertas especies de madera.	La variable cascarilla de arroz se medirá en base a una dimensión: adición de cascarilla de arroz.	Adición de cascarilla de arroz	4% de cascarilla de arroz reutilizado en mortero UHPC
				6% de cascarilla de arroz reutilizado en mortero UHPC
				8% de cascarilla de arroz reutilizado en mortero UHPC
				12% de cascarilla de arroz reutilizado en mortero UHPC
Propiedades mecánicas del mortero UHPC	Es un mortero de altísimas prestaciones o de alta calidad es uno de los últimos desarrollos en la tecnología del hormigón, su característica es proporcionar un comportamiento estructural más parecido al del acero mismo que al del mortero tradicional, especialmente con alta ductilidad en tensión	La variable propiedades mecánicas del mortero UHPC, será medido en base a 2 dimensiones: Resistencia a la compresión y fractura del cilindro bajo compresión.	Resistencia a compresión	Kg - f / cm ²
			fractura del cilindro bajo compresión	Tipo 1 - NTP 339.034 Tipo 2 - NTP 339.034 Tipo 3 - NTP 339.034 Tipo 4 - NTP 339.034 Tipo 5 - NTP 339.034 Tipo 6 - NTP 339.034

Expediente N° : 2501-2023
 Nombre del testista : Bach. Ing. Civil Sol Emperatriz Juarez Ludeña
 Nombre de la tesis : Reutilización de la cascarilla de arroz para mejorar propiedades mecánicas del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 25-01-23
 Cantera : Río Mantaro - Pilcomayo
 Muestra : M-1
 Tipo de material : Arena gruesa

Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Que pasa	Huso NTP 400.037
					Limites Totales % acumulativo pasante
¾ in.	19.000	0.0	0.0	100.0	100
½ in.	12.500	0.0	0.0	100.0	100
⅜ in.	9.500	0.0	0.0	100.0	100
No. 4	4.750	5.5	5.5	94.5	95 a 100
No. 8	2.360	11.9	17.4	82.6	80 a 100
No. 16	1.180	26.9	44.3	55.7	50 a 85
No. 30	0.600	14.3	58.6	41.4	25 a 60
No. 50	0.300	26.3	84.9	15.1	5 a 30
No. 100	0.150	10.2	95.1	4.9	0 a 10
Fondo		4.9	100.0		

M.F. 3.06



M.F = Módulo de finura

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar A. Huamani Salazar



	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	C3-PE-A.Fino	
	AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso	Versión	01	
	NTP 400.021:2020	Fecha	04-01-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 2501-2023
Nombre del tesista : Bach. Ing. Civil Sol Emperatriz Juarez Ludeña
Nombre de la tesis : Reutilización de la cascarilla de arroz para mejorar propiedades mecánicas del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados
Ubicación : Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 25-01-23

Cantera : Río Mantaro - Pilcomayo
Muestra : M-1
Tipo de material : Arena gruesa

I. Datos

1	Masa de la arena superficialmente seca + masa del balón + masa del agua	(g)	972.7
2	Masa de la arena superficialmente seca + masa del balón	(g)	664.2
3	Masa del agua (W = 1-2)	(g)	308.5
4	Masa de la arena secada al horno + masa del balón	(g)	657.4
5	Masa del balón	(g)	164.2
6	Masa de la arena secada al horno (A = 4-5)	(g)	493.2
7	Volumen del balón V = 500 ml		500

II. Resultados

1	Masa específica [P.E.M. = A / (V - W)]	(g/cm ³)	2.58
2	Masa específica saturado superficialmente seco [P.E.M.S.S.S. = 500 / (V - W)]	(g/cm ³)	2.61
3	Masa específica aparente [P.E.A. = A / (V - W) - (500 - A)]	(g/cm ³)	2.67
4	Porcentaje de absorción [(500 - A) / A * 100]		1.38

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar A. Huamani Salazar



	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	C3-PU-A.Fino	
	AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados NTP 400.017:2020	Versión	01	
		Fecha	04-01-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 2501-2023
Nombre del testista : Bach. Ing. Civil Sol Emperatriz Juarez Ludeña
Nombre de la tesis : Reutilización de la cascarilla de arroz para mejorar propiedades mecánicas del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados
Ubicación : Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 25-01-23

Cantera : Río Mantaro - Pilcomayo
Muestra : M-1
Tipo de material : Arena gruesa

I. Peso Unitario Suelto Seco - PUSS

Masa de la muestra suelta húmeda + masa del molde	(kg)	6.352	6.317	6.328
Masa del molde	(kg)	1.598	1.598	1.598
Masa de la muestra suelta húmeda	(kg)	4.754	4.719	4.730
Volumen del molde (1/10 ft ³)	(m ³)	0.002832	0.002832	0.002832
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1679	1666	1670
Promedio peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1672		
Promedio peso unitario suelto seco	(kg/m ³)	1653		

II. Peso Unitario Compactado Seco - PUCS

Masa de la muestra compactada húmeda + masa del molde	(kg)	6.674	6.652	6.641
Masa del molde	(kg)	1.598	1.598	1.598
Masa de la muestra compactada húmeda	(kg)	5.076	5.054	5.043
Volumen del molde (1/10 ft ³)	(m ³)	0.002832	0.002832	0.002832
Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1792	1785	1781
Promedio peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1786		
Promedio peso unitario compactado seco	(kg/m ³)	1766		

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar A. Huamani Salazar



C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA SAC
Av. Los Próceres N° 1000 - Chilca - Huancayo - Junín
Celular: 947-898992
Email: c3ingenieriaspecializadasac@gmail.com

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	C3-CH-A.F.	
	AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado	Versión	01	
	NTP 339.185:2021	Fecha	04-01-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 2501-2023
Nombre del testista : Bach. Ing. Civil Sol Emperatriz Juarez Ludeña
Nombre de la tesis : Reutilización de la cascarilla de arroz para mejorar propiedades mecánicas del mortero UHPC en la fabricación de elementos prefabricados
Ubicación : Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 25-01-23

Cantera : Río Mantaro - Pilcomayo
Muestra : M-1
Tipo de material : Arena gruesa

1) Masa de la muestra húmeda + masa de la tara	(g)	715.2
2) Masa de la muestra secada al horno + masa de la tara	(g)	707.3
3) Masa de la tara	(g)	95.8
4) Masa del agua	(g)	7.90
5) Masa de la muestra secada al horno	(g)	611.5
6) Contenido de humedad	(%)	1.29

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar A. Huamani Salazar



C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA SAC
Av. Los Próceres N° 1000 - Chilca - Huancayo - Junín
Celular: 947-898992
Email: c3ingenieriaespecializadasac@gmail.com



Joseph Arnaldo Rumiche Ormeño C.I.P. 89945
 NORMET PERU - Ingeniero Product Manager
 Gerente de Producción en Químicos para Shotcrete
TÉCNICO EN PRUEBAS DE CAMPO DE CONCRETO - GRADO I

DISEÑO DE MEZCLA $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

SOLICITA	:	Tesista JUAREZ LUDEÑA SOL EMPERATRIZ
TESIS	:	REUTILIZACIÓN DE LA CASCARILLA DE ARROZ PARA MEJORAR PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO UHPC EN LA FABRICACIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS
LUGAR	:	HUANCAYO

f_c (diseño) :	280
f_c requerido :	294
(agua)/(cemento)	0.24
Cantidad de cemento	800

▲	(+)
▼	(-)
▲	(+)
▼	(-)

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO UHPC

INSTRUCCIONES

	RESULTADOS
	LLENAR

Diseño de mezcla

30.90 Costo de cemento x bolsas de 42.5

Descripción	indicadores	Pesos	peso específico	volumen absoluto	Peso SSS	absorción %	humedad %	corrección	vol. de tanda 0.005 m3
Cemento	cemento kg: 800	800	3150	0.254	800			800	4.000 kg
Agua	a/c : 0.63	500	1000	0.500	500			454	2.271 kg
arena	Arena (+) arena kg: 100.0 %	1264	2580	0.490	1281	1.38	5	1327	6.636 kg
piedra	HUSO 7 Piedra (+) piedra kg: 0.0 %	0	2640	0.000	0	1.25	0.5	0	0.000 kg
aire atrapado	4.0%			0.040	0.000				0.000 kg
			1160	0.000	0.000			0.00	0.000 kg
POLICARBOXILATO	superplast : 0.03%	0.25	1160	0.000	0.250			0.25	1.250 GR
Microsilice		240.00			10.000			240.00	1.200 kg
CASCARILLA ARROZ									
		2804		1.284	2582			2582	

ENERO DEL 2023

JOSEPH ARNALDO
 RUMICHE ORMEÑO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 89945

TÉCNICO EN PRUEBAS DE CAMPO DE CONCRETO - GRADO I



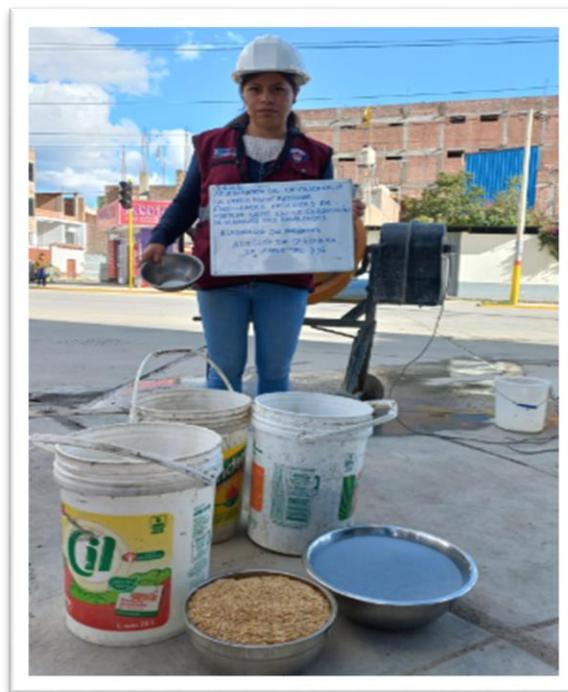
FOTOGRAFIA N°01



FOTOGRAFIA N°02



FOTOGRAFIA N°03



FOTOGRAFIA N°04



FOTOGRAFIA N°05



FOTOGRAFIA N°06



FOTOGRAFIA N°07



FOTOGRAFIA N°08



FOTOGRAFIA N°09



FOTOGRAFIA N°10



FOTOGRAFIA N°11