



Universidad Científica del Perú - UCP
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON
APLICACION DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ,
PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN, SAN MARTIN – 2022”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

ASESOR:

M.Sc. Ing. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA

AUTORES:

RIOS HIDALGO, Jhonny Alfredo

MASLUCAN DEL CASTILLO, Peter

TARAPOTO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi Señor Dios por darme su bendición y enseñarme el camino del bien, a mi esposa Katherine Celis Hernández, por la paciencia y comprensión incondicional y mis hijos ser mi mayor motivación, sin ellos esto no hubiera sido posible llegar a ser profesional.

Jhonny Alfredo Ríos Hidalgo

Dedico la presente tesis a mi familia porque han fomentado en mí, el deseo de superación y de triunfo en la vida. Lo que ha contribuido a la consecuencia de este logro.

Peter Maslucán del Castillo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser quién me brindó las fuerzas, la sabiduría y la paz necesaria para poder culminar mi carrera profesional con éxito.

A mis padres, por su apoyo incondicional en toda mi vida universitaria.

A mis hermanos por ser mi mayor ejemplo de superación, esfuerzo y dedicación.

A mis maestros quiénes me inculcaron sus conocimientos y experiencias llenándome de conocimientos de gran valor.

Jhonny Alfredo Ríos Hidalgo

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio, enseñándome a valorar todo lo que tengo.

Peter Maslucán del Castillo

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

**FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA**

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N° 294-2022-UCP-FCEI del 21 de marzo del 2022, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- Ing. Caleb Ríos Vargas, M. Sc.
- Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, M. Sc.
- Ing. Alberto Alva Arévalo, Dr.

Presidente
Miembro
Miembro

Como Asesor: **Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta, M. Sc.**

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 19:00 horas del día miércoles 31 de agosto del 2022, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaria Académica de la Facultad y el Director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON APLICACIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ, PARA MEJORAR S RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, SAN MARTÍN - 2022".

Presentado por los sustentantes:

**JHONNY ALFREDO RIOS HIDALGO y PETER MASLUCAN DEL
CASTILLO**

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS.**

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR UNANIMIDAD CON LA NOTA DE DIECISÉIS (16).**

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.

Presidente

Miembro

Miembro

Contáctanos:

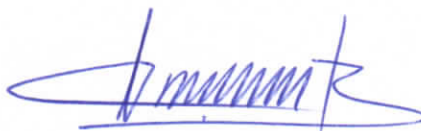
Iquitos - Perú
065 - 26 1088 / 065 - 26 2240
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Tarapoto - Perú
42 - 58 5638 / 42 - 58 5640
Leoncio Prado 1070 / Martines de Compagnón 933

Universidad Científica del Perú
www.ucp.edu.pe

APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 31 de agosto del 2022 a las 07.00 p.m.



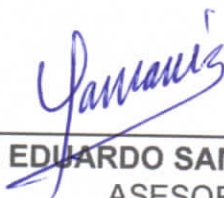
Ing. CALEB RÍOS VARGAS, M.Sc.
PRESIDENTE DEL JURADO



Ing. LUIS ARMANDO CUZCO TRIGOZO, M.Sc.
MIEMBRO DEL JURADO



Ing. ALBERTO ALVA AREVALO, Dr.
MIEMBRO DEL JURADO



Ing. VICTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA, M.Sc.
ASESOR

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

**“DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON APLICACION DE CENIZA
DE CASCARILLA DE ARROZ, PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN, SAN MARTIN – 2022”**

De los alumnos: **RIOS HIDALGO JHONNY ALFREDO Y MASLUCAN DEL
CASTILLO PETER**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó
satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje
de **17% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que
estime conveniente.

San Juan, 07 de Junio del 2022.














Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética – UCP

Document Information

Analyzed document	UCP_INGENIERÍA CIVIL_2022_TESIS_JHONNYRIOS_PETERMASLUCAN_V1.pdf (D139439984)
Submitted	2022-06-06T16:16:00.0000000
Submitted by	Comisión Antiplagio
Submitter email	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Similarity	17%
Analysis address	revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61819/Ruiz_GJ-Vizcarra_MHK-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y Fetched: 2022-06-06T16:16:04.5170000	 2
SA	TESIS MONTERO FLORES.docx Document TESIS MONTERO FLORES.docx (D54293772)	 3
SA	CIVIL 2019 PT PérezEdwin&OchoaJosé V1.pdf Document CIVIL 2019 PT PérezEdwin&OchoaJosé V1.pdf (D50370523)	 1
W	URL: http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1649/AMASIFUEN%20PASHANASI%20ROMER%20ELDER%20Y%20ROMERO%20LOPEZ%20JESABEL%20-%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y Fetched: 2022-05-27T17:04:54.3500000	 8
SA	CARLOS HARO PAPER.pdf Document CARLOS HARO PAPER.pdf (D20879565)	 2
W	URL: https://1library.co/document/z1el53vy-influencia-cascarilla-cascarilla-resistencia-compresion-concreto-estructural-trujillo.html Fetched: 2021-11-24T06:29:33.6830000	 2
W	URL: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/20.500.12692/29333/4/pastor_sh.pdf.txt Fetched: 2020-12-17T20:53:10.5330000	 1
SA	Vásquez Vidaurre Luis Alexander.docx Document Vásquez Vidaurre Luis Alexander.docx (D48415210)	 1
SA	UPSJB -FORMATO-Plan de tesis - FLORES SALAS YORDAN (2).doc Document UPSJB -FORMATO-Plan de tesis - FLORES SALAS YORDAN (2).doc (D111364457)	 5
SA	T3 _ Taller de Tesis 2 _ Arenas SantiagoKaren Jasmin.docx Document T3 _ Taller de Tesis 2 _ Arenas SantiagoKaren Jasmin.docx (D118824111)	 3
W	URL: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0255-69522015000200015 Fetched: 2021-11-23T08:23:25.7170000	 2

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	2
APROBACIÓN	3
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
1.1 Introducción	10
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	12
2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	12
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	12
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES	15
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES.....	17
2.2 BASES TEÓRICAS.....	18
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BASICOS	31
CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	35
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	35
3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	36
3.2.1 PROBLEMA GENERAL.....	36
3.2.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS.....	36
3.3 OBJETIVOS.....	36
3.3.1 OBJETIVO GENERAL	36
3.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	36
3.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	37
3.5 BENEFICIO AMBIENTAL	37
3.6 BENEFICIO SOCIAL	37
3.7 HIPÓTESIS.....	37
3.7.1 HIPÓTESIS GENERAL.....	37
3.7.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	37
3.8 VARIABLES	38
3.8.1 Identificación de las variables	38
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	39
4.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	39
4.1.1 Tipo de Investigación	39
4.1.2 Diseño de Investigación.....	39

4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	40
4.2.1 POBLACIÓN.....	40
4.2.2 MUESTRA	40
4.3 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	41
4.3.1 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	41
4.3.2 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	41
4.3.3 PROCESAMIENTOS Y ANALISIS DE DATOS.....	42
4.3.4 PROCESAMIENTO, ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.....	42
CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
5.1 RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	43
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES	52
6.1. Conclusiones	52
6.2. Recomendaciones.....	52
CAPÍTULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Acopio de la cascarilla de arroz	11
Ilustración 2: Ceniza de color oscura a blanca	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Efecto de las condiciones de combustión en las propiedades que presenta la ceniza de cáscara de arroz	26
Tabla 2: Composición química de la CCA	28
Tabla 3: Características físicas de la CCA.....	28
Tabla 4: Población y muestras	40
Tabla 5: Procesamiento y análisis de datos.....	42
Tabla 6: Rotura de testigos de concreto con el diseño patrón a la edad de los 7 días	43
Tabla 7: Rotura de testigos de concreto del diseño con adición de ceniza de cascarilla de arroz (6%) a la edad de los 7 días	44
Tabla 8: Rotura de testigos de concreto del diseño con adición de ceniza de cascarilla de arroz (8%) a la edad de los 7 días	44
Tabla 9: Rotura de testigos de concreto del diseño con adición de ceniza de cascarilla de arroz (10%) a la edad de los 7 días	44
Tabla 10: Rotura de testigos de concreto con el diseño patrón a la edad de los 14 ...	45
Tabla 11: Rotura de testigos de concreto del diseño con adición de ceniza de cascarilla de arroz (6%) a la edad de los 14 días	45
Tabla 12: Rotura de testigos de concreto del diseño con adición de ceniza de cascarilla de arroz (8%) a la edad de los 14 días	46
Tabla 13: Rotura de testigos de concreto del diseño con adición de ceniza de cascarilla de arroz (10%) a la edad de los 14 días.	46
Tabla 14: Rotura de testigos de concreto con el diseño patrón a la edad de los 28 ...	47
Tabla 15: Rotura de testigos de concreto del diseño con adición de ceniza cascarilla de arroz (10%) a la edad de los 28 días	47
Tabla 16: Rotura de testigos de concreto del diseño con adición de ceniza de cascarilla de arroz (6%) a la edad de los 28 días	47
Tabla 17: Rotura de testigos de concreto del diseño con adición de ceniza de cascarilla de arroz (10%) a la edad de los 28 días	48
Tabla 18: Comparación de la resistencia a la compresión a la edad de 7 días.....	48

Tabla 19: Comparación de la resistencia a la compresión a la edad de 14 días.....	49
Tabla 20: Comparación de la resistencia a la compresión a la edad de 28 días.....	50
Tabla 21: Resultados de diseño de mezcla N°01 (concreto patrón)	59
Tabla 22: Resultados de diseño de mezcla N°02 (aplicación al 6%)	59
Tabla 23: Resultados de diseño de mezcla N°03 (aplicación al 8%)	59
Tabla 24: Resultados de diseño de mezcla N°04 (aplicación al 10%)	60
Tabla 25: Ficha Técnica	62

RESUMEN

La utilización de los desechos orgánicos como el de la de cascarilla de arroz, tiene muchos usos, ya sean como abono o como muchas otras utilidades. Sin embargo, nosotros en esta investigación utilizaremos la ceniza de arroz como sustitutos del cemento en el diseño de concreto de alta resistencia.

Como parte de los objetivos principales que tiene nuestra investigación es determinar la resistencia a la compresión del concreto, sustituyendo parcialmente el cemento por aplicaciones de ceniza de cascarilla de arroz en los porcentajes de 6%, 8% y 10%, así como también determinar el porcentaje óptimo de resistencia con respecto al concreto patrón $f'c=350$ kg/cm². Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo experimental.

El resultado obtenido con la aplicación de ceniza de cascarilla de arroz a la edad de 28 días en el porcentaje de 6% es de resistencia 94.20%, con el 8% es de resistencia 86.30% y con el 10% es de resistencia 77.50%.

Finalmente, con los resultados obtenidos concluimos que el porcentaje óptimo de adición de ceniza de cascarilla de arroz en reemplazo parcial por cemento es del 6%, con el cual se alcanza una resistencia equivalente al 94.20% de la resistencia del concreto patrón que es de $f'c=350$ kg/cm².

Palabras claves: Ceniza de cascarilla de arroz, concreto de alta resistencia, resistencia a la compresión.

ABSTRACT

The use of organic waste such as rice husk has many uses, whether as fertilizer or as many other uses. However, in this research we will use rice ash as substitutes for cement in the design of high-strength concrete.

As part of the main objectives of our research is to determine the compressive strength of concrete, partially replacing the cement with applications of rice husk ash in the percentages of 6%, 8% and 10%, as well as determining the optimal percentage of resistance with respect to the standard concrete $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$. This research has an experimental quantitative approach.

The result obtained with the application of rice husk ash at the age of 28 days in the percentage of 6% is 94.20% resistance, with 8% it is 86.30% resistance and with 10% it is 77.50% resistance.

Finally, with the results obtained, we conclude that the optimum percentage of addition of rice husk ash in partial replacement by cement is 6%, with which a resistance equivalent to 94.20% of the resistance of the standard concrete is reached. which is of $f'c=350\text{kg/cm}^2$.

Keywords: Rice husk ash, high strength concrete, compressive strength.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

El uso del concreto es el principal elemento en las obras de construcción, la cual depende de los componentes que la integran; con la cual se desea obtener concreto con características técnicas como la resistencia, durabilidad, trabajabilidad, etc., todas especificadas en las Normas Técnicas Peruanas.

Actualmente el problema ambiental es uno de los problemas más graves que venimos enfrentando como generación, y la realidad local no es ajena a esto, teniendo como ejemplo la acumulación excesiva de desechos generados por las actividades masivas del pilado de arroz en la región San Martín.

En el ámbito de la construcción, el impulso de nuevas alternativas de uso de materiales de construcción viene teniendo una mayor incidencia, originado principalmente porque en la actualidad la elaboración de materiales usados emite un impacto ambiental positivo, lo que viene impulsando la investigación de fuentes alternativas que pueden disminuir o sustituir a ciertos materiales, según (Mafla B. , 2009), “(...) en la producción de los cementos se han venido utilizando desechos industriales y agrícolas que presentan propiedades puzolánicas.” siendo uno de estos materiales la ceniza de la cascarilla de arroz

En la región San Martín existe una amplia disponibilidad de cascarilla de arroz, el encargado del área de estadística agraria, Técnico en Estadística Sr. Aquiles Hidalgo Coral informó que “entre el 60 al 65% el arroz cáscara se convierte en arroz.” (Aquiles, 2019), entonces el sobrante es la 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 del ambiente, por lo que dado las características puzolánicas que presenta ese subproducto del arroz, puede ser una alternativa para el diseño de concreto no solo por sus propiedades que puede añadirle al concreto, sino también por su bajo costo y su facilidad para disponer de ella.

Ilustración 1: Acopio de la cascarilla de arroz



Fuente: Elaboración Propia

La cáscara de arroz tiene una consistencia delicada, abrasivo y su tonalidad entre roja pardo y granate oscuro, su concentración es muy baja, por lo que cuando se juntan ocupan un dilatado espacio, tiene un peso específico de ciento veinticinco kg/m^3 , dicho de otra manera, mil kilos acaparan cerca de ocho metros cúbicos a granel.

El arroz es uno de los productos de agricultura más importantes a nivel mundial, debido a sus altos contenidos nutritivos; sin embargo, en su producción, las cantidades de desechos (cáscaras) son muy considerables, por lo que en varios países se propone su uso, ya sean para fertilizante o combustión, y en nuestro tema de estudio, en la construcción.

En base a esta investigación y previas a estas han demostrado que la ceniza de corteza de cáscara de arroz puede utilizarse como material cementante en el hormigón y proporciona buenas propiedades similares a otras puzolanas. Si la ceniza de corteza de cáscara de arroz se puede utilizar en una mezcla de concreto para mejorar el rendimiento de durabilidad.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

En el presente capítulo tenemos antecedentes investigados a nivel internacional, nacional y local.

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

- ❖ **(Haro Molina, 2016)** investigó a la ceniza de la cascarilla de arroz CCA y cenizas de bagazo de caña de azúcar CBC, con el objetivo de evaluar sus comportamientos al adicionarlas en el hormigón, y determinar cuál es la mejor relación de porcentajes entre el cemento y las cenizas para su mejor resistencia a flexión. Haro Molina concluye que, la sustitución parcial del cemento con el 10% de cenizas de cascarilla de arroz (CCA) es la ideal, ya que el valor de resistencia a flexión fue de 192.22 kg/cm² a los 60 días de curado, mejorando así en un 15.41% en comparación de una viga normal con el 0% de puzolana.
- ❖ **(Serrano, 2016)** estudió la posibilidad de utilizar la cascarilla de arroz con y sin pretratamientos, como una adición en la fabricación de morteros ligeros, con el objetivo de determinar sus propiedades como la densidad, la resistencia a la flexión y la resistencia a la compresión de los morteros realizados. Los resultados mostraron que son morteros de muy baja densidad y elevada porosidad que los convierten en candidatos para elaborar materiales de construcción de aislamiento térmico y acústico, pero no para fabricar elementos portantes debido a su baja resistencia mecánica. Se concluye que el tratamiento químico de la cascarilla con reactivos alcalinos y la adición de cloruro cálcico como acelerante del fraguado, son dos propuestas efectivas para la reutilización de estos residuos en morteros aligerados.
- ❖ **Coyasamin (2016)**, es su proyecto de pre grado titulado: **“Análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón tradicional, con hormigón adicionado con cenizas de cáscara de**

arroz (CCA) y hormigón adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBC)” realizada en la Universidad Técnica de Ambato. Tuvo como objetivo materiales alternativos que podrán sustituir al cemento en mezclas de hormigones. Se implementó dos materiales de desecho agrícola en cada una de las mezclas, sin afectar las propiedades mecánicas de un hormigón tradicional o común para obtener un hormigón de mayor resistencia a la compresión, y que sea más resistente a los ataques de los sulfatos. Los materiales con los que se trabajó en este proyecto experimental son: la ceniza de cascarilla de arroz (CCA), y la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBC), obteniendo buenos resultados sustituyendo parcialmente el cemento por las cenizas. La investigación consistió en realizar sustituciones parciales de cemento con los dos nuevos materiales de desecho agrícola, en porcentajes como lo son: 15% y el 30% en mezclas para hormigones, los cuales se comprobó su resistencia a la compresión a las edades de 14 y 28 días. La mezcla que se aproximó más a la resistencia establecida para un hormigón común de 240kg/cm² cuando trabaja con el 15% de la sustitución parcial del cemento por las dos cenizas, los resultados son favorables ya que se obtiene una resistencia mayor a la establecida y con el 30% se obtiene una resistencia igual o de mayor valor en un 2% que la del concreto normal.

- ❖ **Melanie (2013)**, en su tesis de titulación titulada, **“Estudio de la resistencia a compresión en mezcla de concreto, sustituyendo el 10% en peso de cemento por ceniza 3 de las hojas secas de palma chaguaramo como material puzolánico”**, realizada en Venezuela en la Universidad Central de Venezuela, tuvo como objetivo general analizar la resistencia a compresión del concreto al sustituir el 10% en peso del cemento portland por las cenizas de las hojas secas de la palma Chaguaramo (*Roystonea Oleracea*). Actualmente, la tecnología de la construcción se encuentra en la búsqueda de sistemas que aprovechen y aumenten el uso de materiales reciclables, que permitan estimular y disminuir el deterioro del medio ambiente. Estudios anteriores demuestran que el uso de cenizas de materiales de desecho tales como:

la hoja del maíz, la cascarilla del arroz o el bagazo de la caña, aportan una resistencia mayor o muy similar, al sustituir un porcentaje del cemento PORTLAND por alguno de estos materiales previamente incinerados y tamizados. La hoja seca de la Palma Chaguaramo puede representar una nueva alternativa de material reciclable en la construcción, estas hojas una vez secas caen al suelo convirtiéndose en desecho y la mayoría de las veces terminan en vertederos donde se espera su descomposición natural. Este proyecto tiene como finalidad el estudio de la resistencia del concreto usando esta nueva alternativa como material sustituyente y comparando esos resultados con las mezclas convencionales.

Concluyó que se puede decir que se cumplieron con todos los objetivos planteados, pudiendo así calcular los valores de la resistencia a compresión de las mezclas con sustitución del 10% en peso con cenizas de Palma Chaguaramo, además de esto se logró comparar los valores obtenidos para mezclas con distintos tamaños de cenizas entre sí, y con respecto a una mezcla de concreto convencional.

- ❖ **Montero (2018)**, en tesis de pre grado, **“Uso de la ceniza de cascarilla de arroz como reemplazo parcial del cemento en la fabricación de hormigones convencionales en el Ecuador”** realizada en la Universidad San Francisco de Quito USFQ, los objetivos de este proyecto fueron: Establecer una dosificación eficiente para la fabricación de un hormigón Convencional; Realizar mezclas de hormigón utilizando CCA en porcentajes de 10%, 15%, 20% y 25% como sustituyente en el cemento. Este proyecto parte de la necesidad de reducir los costos en la fabricación de un hormigón convencional. Tiene como objetivo desarrollar una aplicación para un residuo agroindustrial como lo es la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) resultante del proceso de combustión que genera energía eléctrica para una industria arrocera, en la ciudad de Durán, Ecuador. La ceniza resultante de dicho proceso presenta un porcentaje alto de sílice reactiva haciéndolo apto para su utilización como adición. Este residuo se incorporó en mezclas de

hormigón con el fin de estudiar su efecto como puzolana en la sustitución parcial de cemento Tipo GU, en la fabricación de hormigón estructural de mediana resistencia. Se elaboraron cinco diseños de mezclas usando distintos porcentajes de CCA como reemplazo de cemento en la dosificación. Adicionalmente, se realizaron ensayos de resistencia a la compresión de cilindros a los 28 días de curado.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

- ❖ **Aliaga y Badajo (2018). Adición de cenizas de cascarillas de arroz para el diseño de concreto $f'c=210$ kg/cm², Atalaya. Ucayali (Tesis de Pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Lima - Perú.** La presente investigación, busca la insertación de la ceniza de la cascarilla de arroz en un concreto de $f'c= 210$ kg/cm², los cuales se desechan sin tener en consideración las medidas ambientales, lo cual genera contaminación del suelo, aire y al río, por esta razón que esta investigación busca de una forma reciclar y utilizar este material y darle una nueva combinación de concreto con el objetivo de reducir el uso del cemento en el concreto, en merito a que los costos del cemento se incrementan en cincuenta por ciento a razón del flete que lo adiciona el costo primario del concreto, la base teórica se sustenta en la norma E-060, para la verificación de la resistencia a compresión, luego de la evaluación se ha observado que la ceniza de cascarilla de arroz influye de manera positiva de tal modo que de acuerdo a los resultados obtenidos se reduce el uso del cemento entre un 10% a 15%, ahora si le agregamos el 20% de la ceniza de cascarilla de arroz, la resistencia no llega los resultados esperados.
- ❖ **(Jaime Huertas & Portocarrero Regalado, 2018)** investigaron el comportamiento de la cascarilla de arroz y la ceniza de la cascarilla de arroz (CCA), con el objetivo de determinar sus influencias sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural. Llegaron a la conclusión que, la ceniza de la cascarilla de arroz (CCA) mejora las propiedades mecánicas del concreto con respecto a la resistencia a la compresión. Por otro lado, al sustituir el 8% del cemento por CCA

alcanzó la máxima resistencia a los 28 días con 231kg/cm².

- ❖ **(Aliaga Mendoza & Badajos Quispe, 2018)**, estudió la insertación de ceniza de cascarilla de arroz en concreto, con los objetivos de analizarlo en estado fresco (slump) y estado endurecido (resistencia a la compresión) para el diseño de concreto $f'c=210$ kg/cm². Concluyó que, la ceniza de cascarilla de arroz, influye de manera positiva, de tal modo que, de acuerdo a los resultados obtenidos, se reduce el uso de cemento entre 10% al 15%. Mientras con la adición de 20% de CCA no llega a la resistencia esperado. La dosificación adecuada 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.
- ❖ **(Villegas Martínez, 2012)** estudió a las puzolanas naturales y cenizas de cáscara de arroz con el objetivo de ser incorporadas en la elaboración de elementos prefabricados y ser utilizados en morteros de uso en la construcción de viviendas de bajo costo. Llegó a la conclusión que, se recomienda adicionar hasta un 15% de ceniza de cáscara de arroz en reemplazo del cemento en la elaboración de bloquetas.
- ❖ **Anita Huaroc Palacio (2017)**, realizó el estudio: Influencia del porcentaje de micro sílice a partir de la ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión, asentamiento, absorción y peso unitario de un concreto mejorado. Trujillo, Concluyendo que se obtuvo como máxima resistencia 376 kg/cm² al 6% de adición de ceniza aumentando en un 27% con respecto a las probetas patrón.
- ❖ **Humberto Linares Ocmin (2014)**, investigó: **Elaboración de ladrillos ecológicos a partir de residuos agrícolas (cáscara y ceniza de cascarilla de arroz)**, como material sostenible para la construcción. Iquitos, Concluyó que la resistencia a la compresión el mejor tratamiento fue el T3 con 20,125 Kg/m², y el que menor resistencia tuvo T1 con 17,0750 kg/m².

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

- ❖ **Burgos. (2019). Empleo de la cascarilla de arroz como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración de concreto de 210kg/cm². (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto – Perú.** La presente investigación para la elaboración del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se basa empleando la cascarilla de arroz como sustituto porcentual del agregado fino para alcanzar una óptima calidad del concreto, pero también podemos apreciar que los cambios producidos durante los estudios elaborados en el laboratorio, es necesario realizar algunos ajustes para lograr el objetivo planteado teniendo en consideración nuevas formas y métodos de desarrollo que ayudan a ir puliendo detalles para alcanzar el objetivo final, se pudo determinar que a mayor porcentaje de cascarilla de arroz disminuye la resistencia a la compresión del concreto, mediante las evaluaciones realizadas se verificó que el porcentaje adecuado al 1% de cascarilla de arroz mantiene su resistencia del concreto, se encontró que la sustitución parcial de cascarilla de arroz por agregado fino, no ha beneficiado, ya que los concretos con la sustitución parcial del 5% y 10% de cascarilla de arroz alcanzaron resistencias menores con respecto a un concreto convencional. Sin embargo, el concreto con un 5% de CDA a los 60 días desarrolló una resistencia casi a la de diseño (335 kg/cm²), (K), se encontró que a los 60 días este factor es casi indistinto para la cantidad de sustitución de CDA. Mostrándose inferior en el concreto con el 5% de ceniza.
- ❖ **Fabian Andy, Luis López,** con su tesis titulada: “Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín” Concluye que: El módulo de finura y la granulometría del agregado fino utilizado en la investigación no cumple con los parámetros especificados en las normas técnicas para ser utilizado en la elaboración de concreto, por lo que tuvimos que realizar la estabilización del agregado fino con el agregado fino triturado, de esta manera, se cumple la granulometría y módulo de finura para el diseño de mezcla.

La resistencia a la compresión de las probetas con el 2% de adición de ceniza de cascarilla de arroz, fueron resistencias de 177.66 kg/cm² y 213.82 kg/cm², teniendo un incremento en un 0.64% para el primer diseño patrón y 1.65% para el segundo diseño patrón. Llegando a la conclusión que, el porcentaje adecuado de adición de ceniza de cascarilla de arroz en la elaboración del concreto es de 2%, incrementando levemente su resistencia a la compresión.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 ACTUALIDAD

En la actualidad, a nivel mundial se está teniendo nuevas tendencias en cuanto al uso de concreto, puesto que, los actuales requerimientos de las características del concreto son muy variadas: por lo que, es cotidiano el uso de diferentes tipos de adiciones, las que modifican y mejoran algunas propiedades del concreto tanto en estado fresco como en estado endurecido.

En este contexto, un elemento a tener en cuenta es el uso de los residuos de la cáscara de arroz, pues se estima que esta ceniza contiene 80.33 % de óxido de silicio sustancia capaz de modificar y mejorar las propiedades de resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido.

Con la presente investigación se busca proponer nuevas alternativas en el diseño de mezclas de concreto al utilizar insumas abundantes y disponibles en nuestra región, como es el uso de ceniza de la cáscara de arroz, lo cual permitirá disminuir costos en el proceso de construcción y como apoyo didáctico en el proceso de enseñanza - aprendizaje.

Día a día se busca muchas alternativas de recursos naturales para adicionar al cemento, nos lleva a darle mayor interés y difusión a una tecnología que en países desarrollados ya la están usando y en base a ello concluimos en algunas justificaciones:

Debido al aumento del costo del cemento portland, se plantea la adición al cemento por cáscara de arroz y conchas de abanico que aporten una mayor o igual resistencia aportada por el portland puro, lo cual disminuye el costo del material de construcción. En los últimos años, investigaciones basadas en la sustentabilidad demuestran agregar o adicionar cáscara de arroz y conchas de abanico al cemento aportan mayores niveles de resistencia en la fabricación del concreto.

Sabiendo que en la región San Martín y con una producción de todo el año al mismo tiempo se desperdicia diariamente una gran cantidad de cáscara de arroz, se pueden extraer fácilmente para poder darle un mejor uso en el campo de la construcción.

Debido al aumento del costo del cemento portland, se plantea la adición al cemento por cáscara de arroz y conchas de abanico que aporten una mayor o igual resistencia aportada por el portland puro, lo cual disminuye el costo del material de construcción. En los últimos años, investigaciones basadas en la sustentabilidad demuestran agregar o adicionar cáscara de arroz.

Muestran la producción en toneladas de arroz cáscara en la región San Martín, mensual y anual respectivamente, desde el 2010 hasta el 2019, los datos fueron brindados por la Dirección Regional de Agricultura – San Martín.

La finalidad de esta investigación es hacer un análisis comparativo con diseños de concretos convencionales los cuales por lo general utilizan aditivos, entonces de esta manera poder mejorar las condiciones para un concreto de alta resistencia.

En el presente proyecto tratamos de contribuir con avances tecnológicos en el campo de la construcción para aumentar la resistencia a la compresión del concreto a base de cascará de arroz, por lo que reducirá costos en el campo de la construcción. Diseñando una alternativa con la utilización de las cenizas de cáscara de arroz.

2.2.2 CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ

Según los investigadores Vega y Lemus (2005), el aloe vero es una planta de gran interés medicinal utilizada como tal desde hace 3000 mil millones de años, en la actualidad existen más de 300 especies de Aloe, se demostrado científicamente que son cuatro las que tiene propiedades medicinales y son la Aloe Barbadensis Miller, Aloe Perry Baker, Aloe ferox y Aloe Arborescens; la que utiliza mundialmente es la Aloe Barbadensis Miller (p.3)

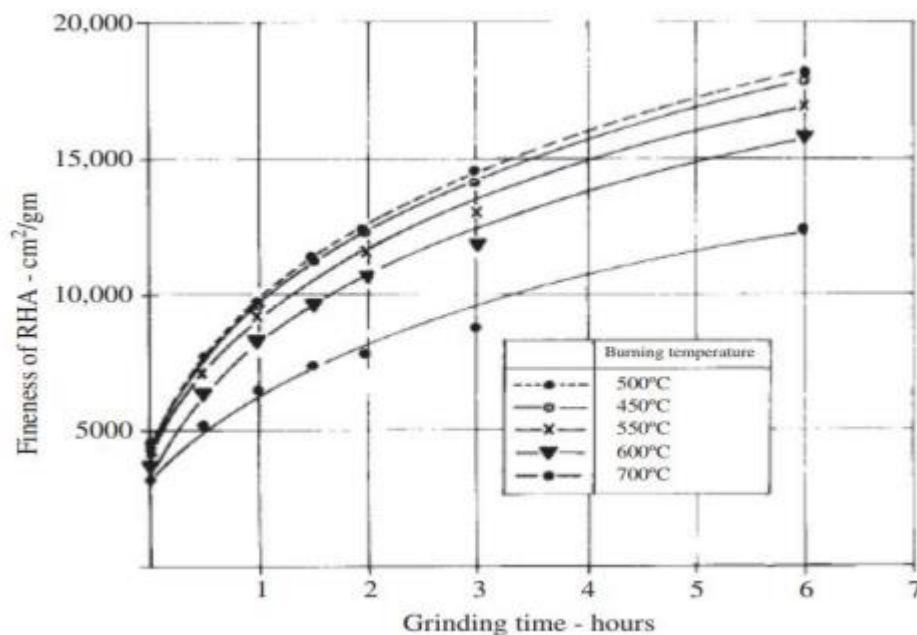
Composicion de RHA	
Sustancia	Porcentaje (%)
Celulosa	50%
Lignina	25%-30%
Silice	15%-20%
Humedad	10%-17%

Fuente: Roorkee, Indian Institute of Technology, 2018

La ceniza de cáscara de arroz se crea por la combustión o quema de la cáscara, la cual depende de su composición, la temperatura y el calor a la que será quemada. No obstante, se debe tener en cuenta que una combustión A TEMPERATURA mayor a 700°C - 800 ° C contendrá cantidades significantes de cristobalita y tridimita, los cuales son sílices que no reaccionan; para ello, la temperatura de combustión debe estar en un rango de 500°C - 700°C en un tiempo aproximado de 1 hora. En este caso la sílice amorfa es el principal componente en la ceniza, seguida de carbono y óxido de Potasio (K₂O). Las aplicaciones que destacan en el uso de RHA en la construcción son: relleno, aditivo, agente abrasivo. Sin embargo, lo que buscamos nosotros es utilizar el RHA como reemplazo parcial del cemento en la mezcla de las estructuras a construir; cabe añadir que, si esta es usada como material cementoso suplementario, el RHA por su estructura porosa puede generar una gran demanda de agua; si esta excesiva demanda no se

puede controlar, se debe mezclar el RHA y el cemento in situ. En la siguiente figura se muestra el mecanismo de hidratación de la pasta de cemento que contiene RHA, la cual, al estar mezclada con el cemento, le contribuye a esta resistencia temprana a 13 días de maduración.

El tamaño de partícula promedio de RHA después de quemar las cáscaras de arroz a 700 ° C durante 6 horas fue de aproximadamente 33 μm , con todas las partículas en la muestra menores de 112 μm . Cuando la muestra se molió durante 80 minutos, el tamaño medio se redujo a 0,68 μm , siendo todas las partículas más pequeñas que 6 μm .



Se obtiene producto de la calcinación controlada de la cáscara de arroz (% ceniza obtenida es equivalente al 20 % peso de la cáscara de arroz), de forma general se puede indicar algunas características de estas cenizas que consisten básicamente en:

- Sílice amorfa (>90 %)
- Estructura celular de gran área superficial (50 a 60 m^2/g)
- Posee gran actividad puzolánica

Su actividad puzolánica depende principalmente de la temperatura, el

tiempo de calcinación y de las condiciones de enfriamiento. El control de estas variables influye directamente en la obtención de gran porcentaje de sílice amorfa altamente reactiva el cual reacciona con el hidróxido de calcio producto de las reacciones de hidratación del cemento, dando lugar a la formación de cristales de silicato de calcio hidratado (CHS) que promueven el aumento en la resistencia mecánica de los concretos adicionados. Las propiedades puzolánicas que posee la ceniza de cascarilla de arroz le otorga buenas propiedades físicas y mecánicas a las diferentes mezclas de concreto.

Por esta razón diferentes investigadores han venido trabajando la idea de evaluar cuanto mejoraría la presencia de las cenizas de cascarilla de arroz en elementos estructurales como ladrillos de concreto.

2.2.2.1 Definciones

(Aliaga Mendoza & Badajos Quispe, 2018), indica que “la cascarilla de arroz es el principal residuo que se obtiene de la producción de arroz. Debido a la baja degradabilidad natural (...), este residuo puede acumularse en el ambiente dando origen a graves problemas medioambientales”

2.2.2.2 Clasificaciones

(Juárez Quevedo, 2012), menciona que “las puzolanas son materiales naturales o artificiales que contienen sílice reactiva y/o aluminio, que tienen poca o ninguna calidad aglomerante, que, mezcladas con cal en presencia de agua, fraguan y endurecen como un cemento.”

(Villegas, 2014, pág. 2), indica que: La ceniza volcánica se puede englobar dentro del grupo de las rocas volcánicas, las cuales se constituyen en vidrios amorfos debido al enfriamiento brusco de la lava. Con una composición similar a la piedra pómez o la obsidiana, surgen de la deposición y sedimentación de finas partículas de magma que son expulsadas al aire durante la erupción, o bien de la solidificación de la propia lava.

La ceniza de cáscara, al contrario de las cenizas volcánicas no

constituye un desecho o subproducto (agrario o industrial) sino que se encuentra en la naturaleza, normalmente formando grandes bloques que después son explotados como canteras. Constituyen el primer referente histórico de lo que hoy en día se conoce como materiales con características puzolánicas, como se ha visto, los romanos descubrieron su aplicación en la construcción.

2.2.2.3 Composición Química

(Haro Molina, 2016, pág. 16), muestra en su tesis de pre grado “la composición química de la ceniza de cascarilla de arroz”

Componente	% en Peso	Componente	%peso
SiO ₂	91.39	S	0.14
K ₂ O	2.17	P ₂ S ₂	0.79
CaO	0.39	Na ₂ O	0.05
Al ₂ O ₃	0.13	Zn	0.02
Fe ₂ O ₃	0.37	Cl	0.04
MgO	0.33	Cr	0.01
MnO	0.17	H ₂ O	4.00

Fuente: Haro Molina, 2016

2.2.2.4 Descomposición de cascarilla de arroz

La descomposición de la cáscara de arroz se realiza en cuatro etapas:

- Liberación del agua adsorbida a temperaturas menores de 100 °C, con una pérdida de peso de 4 a 8%.
- Liberación de materias volátiles como la lignina y la celulosa, las cuales se descomponen entre 225 a 500°C y 325 a 375°C, respectivamente. Las materias volátiles perceptibles se liberan entre 250 a 350°C con evolución considerable de humos.
- Calcinación del carbón a temperaturas superiores a 350°C. Uno de los problemas en la oxidación del carbón es la oxidación de la capa superficial de la cáscara que no permite oxidar con facilidad la parte

central del volumen calcinado a menos que el aire pase a través de la superficie. Aproximadamente el 45% de la pérdida de peso ocurre en la segunda etapa mientras que la pérdida de peso restante sucede en esta tercera etapa.

- Cristalización de la sílice (amorfa) de la ceniza a temperaturas superiores a 700 °C, con formación de cristobalita y timidita.

2.2.3 ACTIVIDADES PUZOLANICAS DE LA CENIZA DE ARROZ

(Juárez Quevedo, 2012, pág. 30), indica que: Es el residuo de la calcinación de la cáscara de arroz; para hacerla altamente puzolánica es necesario tener control en la quema de la misma. La temperatura no debe pasar de 700 grados centígrados, si no la sílice se cristaliza y pierde su grado de reactividad. Sin embargo, sólo la sílice amorfa (no cristalino) posee estas propiedades, es por esta razón que la temperatura y duración de la combustión son importantes en la producción de la ceniza de cáscara de arroz.

Aquí radica una de sus principales características: una adición (o puzolana) necesita de la presencia del hidróxido de calcio (es decir de Clinker de cemento hidratado), para desarrollar sus propiedades cementantes; por sí sola no puede desarrollar esa actividad puzolánica o lo hará a unas velocidades irrelevantes desde el punto de vista práctico.

Badajos y Aliaga (2018); manifiesta que la norma ASTM C 618, mencionan que las puzolánicas son de materiales silicios y aluminosos las cuales suelen aportar muy baja actividad cementante, por otro lado, con la presencia de la humedad tiene una reacción y con la ayuda de la temperatura tiene una actividad muy alta de propiedades cementantes, en realidad la función puzolánica es la capacidad de unir fragmentos, así como el cemento portland (p.31).

(Villegas, 2014, pág. 1) Actualmente en el sector de la construcción del Perú se produce cementos puzolánicos, pero no utiliza puzolanas naturales como cascarilla de arroz y muy poco las puzolanas de origen

volcánico.

En la historia de la humanidad los arquitectos y constructores han buscado soluciones tecnológicas especiales para realizar sus obras arquitectónicas. En el siglo I D.C. Antonio Vitruvio relata, que los romanos utilizaron la puzolana como aditivo mineral en la elaboración de sus concretos, ésta fue extraída de un pueblo llamado Puzol (Pozzuoli) al pie del Vesubio, era una piedra volcánica, porosa y ligera. Así también, utilizaron aditivos naturales como leche, sangre y grasa animal para mejorar la trabajabilidad de las mezclas en concretos y morteros.

2.2.4 COMBUSTIÓN DE LA CASCARILLA DE ARROZ

(Juárez Quevedo, 2012, pág. 31), menciona que: Luego de la combustión, se puede tener como resultado, cenizas totalmente quemadas, puede ser gris, morada o blanca, dependiendo de las impurezas presentes y las condiciones de combustión. En la quema al aire libre o en ambientes de combustión no controlada, las cenizas se mantendrán en su mayoría no reactivas debido a la composición mineralógica desfavorable.

La ceniza de cascarilla de arroz parcialmente quemada contiene carbono, y por lo tanto es negra. Si se utiliza en grandes cantidades, se puede convertir concreto casi negro.

La ceniza reactiva es de color gris oscura a blanca, dependiendo del carbón residual en ella, que no tiene efecto negativo si es menor de 10 por ciento.

La ceniza de cáscara, al contrario de las cenizas volcánicas no constituye un desecho o subproducto (agrario o industrial) sino que se encuentra en la naturaleza, normalmente formando grandes bloques que después son explotados como canteras. Constituyen el primer referente histórico de lo que hoy en día se conoce como materiales con características puzolánicas, como se ha visto, los romanos descubrieron

su aplicación en la construcción.

Ilustración 2: Ceniza de color oscura a blanca



Fuente: Elaboración Propia

Las condiciones de la combustión, y sus efectos en las propiedades químicas de la ceniza de la cascarilla de arroz.

Tabla 1: Efecto de las condiciones de combustión en las propiedades que presenta la ceniza de cáscara de arroz

Temperatura de Combustión °C	Tiempo de Combustión	Propiedades de entorno	Propiedades de la ceniza	
			Cristalización	Área superficial m ² /s
500-600	1 min	Moderadamente oxidante	No cristalina	122
500-600	30 min	Moderadamente oxidante	No cristalina	97
500-600	2 h	Moderadamente oxidante	No cristalina	76
700-800	15 min – 1 h	Moderadamente oxidante	No cristalina	100
700-800	15 min – 1h	Altamente Oxidante	Parcialmente cristalina	6-10
>800	> 1 h	Altamente Oxidante	Cristalina	<5

Fuente: Elaboración Propia

2.2.5 PROPIEDADES DE LAS CENIZAS CASCARILLA DE ARROZ

2.2.5.1 Resistencia a la humedad

En concreto, un estudio realizado por el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal Paulista Julio de Mesquita Filho, en Brasil, descubrió que la sustitución de una parte de cemento con el 10 por ciento de CCA disminuye su absorción de agua en un 40 por ciento. Aumentar la relación de CCA a cementar en una medida admisible aumenta la resistencia del hormigón al agua sin comprometer su calidad. Las aplicaciones prácticas incluyen pilotes de hormigón para puentes y otros entornos marinos.

2.2.5.2 Resistencia a la compresión

La adición de cenizas de cáscara de arroz, con un alto contenido de sílice amorfa, favorece a la resistencia del concreto a edades intermedias y tardías, es decir tiene relativamente efecto a largo plazo.

2.2.5.2.1 Resistencia Química

La adición de ceniza de cáscara de arroz mejora en gran medida la durabilidad del cemento y por ende el concreto. Se ha demostrado que la ceniza de cáscara de arroz ayuda a reducir sustancialmente la pérdida de masa del concreto expuesto en una solución de ácido clorhídrico, y disminuye considerablemente la expansión debido al ataque de sulfatos y a la reacción álcali-sílice.

2.2.6 COMPOSICION QUIMICA DE LA CENIZA DE ARROZ

Se determinó que la composición química de la ceniza calcinada entre 350°C y 900°C contiene como principal componente sílice entre 91% y 94 % y el segundo en orden de importancia es el potasio en 3%, como se indica en la tabla:

Tabla 2: Composición química de la CCA

COMPOSICIÓN (%)	CENIZA CALCINADA		
	350°C	400°C	900°C
Al ₂ O ₃	0.08	0.07	0.20
CaO	0.20	0.23	0.26
Fe ₂ O ₃	0.09	0.08	0.08
MgO	0.28	0.28	0.32
K ₂ O	3.09	3.08	2.80
Na ₂ O	0.29	0.29	0.39
SiO ₂	91.78	92.92	93.8
Carbón	5.69	4.72	0.39

Fuente: Vigil, P. Universidad de Piura 2008.

La ceniza de cáscara de arroz posee una densidad más baja en comparación al cemento, sin embargo, presenta una gran área superficial en razón de su estructura celular, esto indica que es una puzolana bastante activa, tal como se indica en la tabla:

Tabla 3: Características físicas de la CCA

Muestra	Densidad g/cm ³	Blaine cm ² /g	RPM 325 %
CCA	2.16	22600	14.58

Fuente: Vigil, P. Universidad de Piura 2008.

2.2.7 TIPOS DE CASCARILLA DE ARROZ

La cascarilla de arroz luego de la combustión puede tener como resultado cenizas totalmente quemadas, puede ser de color negro, gris, morada o blanca, dependiendo de las impurezas presentes y las condiciones de combustión.

En la quema al aire libre o en ambientes de combustión no controlada, las cenizas se mantendrán en su mayoría menos reactivas debido a la composición mineralógica desfavorable.

La ceniza reactiva es de color gris oscura o blanco, dependiendo del carbón residual en ella, que no tiene efecto negativo si es menor al 10%. La ceniza puede reemplazar hasta 30 por ciento del cemento en un concreto.

Pero la ceniza reactiva color morada tiene una estructura amorfa con mayor capacidad reactiva, si el proceso de quemado es controlado entre 400 °C y 750 °C, debido a que entre estas temperaturas la fase de cristalización reacciona favorablemente creando propiedades cementantes.

Las cenizas pulverizadas en molinos en bolas durante un tiempo aproximado de 60 min, mejora su reactividad, esto a su vez permite reemplazar hasta 30% del cemento en el concreto.

Proceso de elaboración de las cenizas de cáscara de arroz: Para el presente trabajo de investigación se obtuvo la ceniza de cascara de arroz:

- **Pilado:** Al ingresar el arroz en cáscara a unas máquinas especiales (piladoras) se separan el arroz de la cáscara, luego se acopia la cáscara de arroz en un área de almacenamiento.
- **Humedad:** Se lava y se seca a temperatura ambiente; para ser transportada mediante tuberías hacia un horno de quemado.
- **Calcinación:** La cáscara de arroz se calcina a campo abierto a temperaturas que oscilan entre 450 y 750 °C; durante este proceso se obtiene la ceniza cuya apariencia variará de acuerdo a la temperatura de calcinación, gris, blanca o rosada.
- **Molienda y Tamizado:** Se realizó el proceso de molienda en la máquina de abrasión Los Ángeles a un promedio de 2000 revoluciones para de esta manera mejorar su actividad puzolánica, posteriormente se tamizaron hasta que las partículas de cenizas pasaron la malla N°200 (75µm).

2.2.8 PRUEBAS DE LABORATORIO

2.2.8.1 Análisis Granulométrico

Es el estudio de la manera como se encuentran distribuidos los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material por tamizado. Siguiendo la Norma NTP 400.012:2013.

2.2.8.2 Contenido de Humedad

Es el procedimiento para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por secado. Siguiendo la Norma NTP 339.185:2013.

2.2.8.3 Peso unitario Suelto y Compactado del agregado fino y grueso

El peso unitario está en función directa del tamaño, forma y distribución de las partículas, y el grado de compactación (suelto o compactado), mediante la realización de un ensayo con arena y grava, el cual se define como la relación entre el peso de una muestra de agregado compuesta de varias partículas y el volumen que ocupan están dentro de un recipiente de volumen conocido. Seguiremos las siguientes normas: NTP 400.017:2011, ASTM C-29.

2.2.8.4 Peso específico y absorción de agregado fino y grueso

Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material, a la masa del mismo volumen de agua a temperatura indicada. Absorción indica la cantidad de agua que puede penetrar en los poros permeables de los agregados en 24 horas, cuando estas se encuentran sumergidas en agua. Para este ensayo seguiremos las siguientes normas: NTP 400.021:2013, NTP 400.022:2013.

2.2.8.5 Asentamiento

Es una medida de la consistencia del concreto, que se refiere al grado de humedad de la mezcla. Consiste en colocar una muestra de hormigón recién mezclado (se compacta por varillado) dentro de un

molde en forma de cono truncado, el molde se levanta, y se deja que el hormigón se desplome, permitiendo medir la trabajabilidad y la consistencia del concreto no endurecido. Este ensayo está certificado por la norma NTP 339.035:2009.

2.2.8.6 Resistencia a la Compresión

Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm², MPa. Las muestras de concreto a ser utilizadas en la preparación de las probetas cilíndricas que serán empleadas en los ensayos de resistencia en compresión, se tomarán de acuerdo al procedimiento indicado en la Norma ASTM C39. Las probetas serán moldeadas de acuerdo a la Norma NTP 339.034:2001.

2.2.8.7 Resistencia a la Flexión

La resistencia a la flexión se expresa como el Módulo de Rotura (MR) en libras por pulgada cuadrada (MPa) y es determinada mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio). En este ensayo seguiremos la Norma NTP 339.078:2012.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BASICOS

- **CONCRETO:** Según la Norma Técnica Peruana NTP 339.047, 2006, un material compuesto que consiste esencialmente de un medio conglomerante dentro del cual están embebidas las partículas o fragmentos del agregado; en el concreto de cemento hidráulico, el conglomerante está formado por una mezcla de cemento hidráulico y agua.

Además, Carrillo (2003), el concreto es básicamente una mezcla de agregados y pasta. La pasta está compuesta de cemento Portland y agua, la cual une los agregados fino y grueso para formar una masa semejante a una roca, pues la pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua.

- **AGREGADOS:** Material granular tal como arena, grava, piedra triturada, o escoria de alto horno usada con un medio cementante para formar el concreto de cemento hidráulico o mortero (Norma Técnica Peruana NTP 339.047, 2006).

Los agregados son la parte inerte del concreto, sin embargo, al constituir entre 65% y 75% aproximadamente del total del concreto, debemos tener muy clara su importancia, la cual antiguamente y durante muchos años fue poco considerada (Carrillo, 2003).

- **ASENTAMIENTO:** Norma Técnica Peruana NTP 339.035, 1999; se tiene este ensayo se realiza para medir la consistencia de la mezcla. La variación de los valores de la consistencia obtenida indica la variación del contenido de agua o de las proporciones de la mezcla, por lo que es útil para comprobar la calidad del mortero producido.

El aparato utilizado para el ensayo consiste en un molde de acero de 100 mm de diámetro en la parte superior, 200 mm en la inferior y 300 mm de altura, y se utiliza en combinación con un atacador de acero de 16 mm de diámetro y 600 mm de longitud redondeado en un extremo (estas dimensiones variarán según las normas locales).

- **CONTENIDO DE AIRE:** Norma Técnica Peruana NTP 339.047, 2006, el volumen de los poros o vacíos de aire o de otro gas en la pasta de cemento, mortero o concreto, excluyendo los poros impermeables contenidos en las partículas del agregado, usualmente expresado como un porcentaje del volumen total de la pasta, mortero o concreto.
- **CURADO:** Según los investigadores Sánchez y Tapia (20115), se define como tiempo de curado al periodo durante el cual el concreto es mantenido en condiciones de humedad y temperatura tales como para lograr la hidratación del cemento en la magnitud que se desea para alcanzar la resistencia seleccionada.

- **CENIZAS DE ARROZ:** Producto obtenido de la calcinación de la cascarilla del arroz, puede ser de manera industrial o artesanal.

Según la Norma Técnica Peruana NTP 339.047, 2006, filamentos delgados de materiales naturales o manufacturados, que pueden ser distribuidos uniformemente a través de una mezcla cementicia fresca en forma de tiras aisladas, en manojos, mallas, o cables.

- **TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:** Según la (Norma Técnica Peruana NTP 339.047, 2006), para uso en las especificaciones o para la descripción del agregado, es el que corresponde a la menor abertura de tamiz a través de la cual puede permitirse que pase la muestra completa de agregado.

- **TIEMPO DE FRAGUADO:** Según la Norma Técnica Peruana NTP 339.047, 2006, el tiempo transcurrido desde la adición del agua de mezcla a una mezcla cementicia, hasta que la mezcla alcanza el grado de rigidez especificado, medido por un procedimiento especificado.

- **CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA:** Según Chavarry (2018) se tiene como definición, que en su forma más simple el concreto de alta resistencia es un concreto de alto desempeño, el cual se caracteriza por tener una resistencia a compresión igual o superior 6000 psi o 420 kg/cm², por la resistencia que tienen se le somete a fuerzas más altas y por lo tanto un aumento de calidad conduce a unos resultados más económicos, el uso de concreto de alta resistencia permite la reducción de las dimensiones de la sección de los elementos estructurales lográndose ahorros significativos de la carga muerta, siendo posible que grandes claros resulten técnica y económicamente posibles.

- **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:** Según Aguilar la definición de la resistencia a la compresión se puede definir como la máxima resistencia mediad de un espécimen de concreto a la carga axial. Generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm²) a una edad de 28 días, se le designa con el símbolo f'_c , la resistencia del concreto a la

compresión es una propiedad física fundamental, y es frecuentemente empleada en los cálculos para diseño de estructuras.

Es el esfuerzo máximo que va soportar el bloque de concreto o probeta en un determinado tiempo ya sea a 7 días, 14 días o 28 días.

CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El alto consumo de recursos naturales y energéticos y las emisiones de CO₂ y otros contaminantes comprometen las posibilidades futuras de utilización del cemento. Para atenuar esta situación se trabaja en la disminución de su impacto ambiental disminuyendo su consumo en obra utilizando adiciones que sustituyan parcialmente este material por otros de menor impacto.

Las puzolanas en general, sobre todo las de origen artificial, constituyen una de las experiencias más alentadoras en la búsqueda de sustitutos más sustentables ecológica y económicamente del cemento.

En el Perú existen muchas materias primas o desechos altos en producción de puzolanas que podrían sustituir parcialmente al cemento, tal es el caso de la Ceniza de arroz, que tiene un alto contenido en Sílice. El uso de este material en la actualidad es bastante limitado, porque se desconoce las propiedades físico mecánicas que posee, ya que después del consumo del fruto este es simplemente desechado, en cambio en muchos países es estudiado por que su uso es una gran ventaja para la población de bajos recursos y reduce la contaminación del medio ambiente por tratarse de un material compuesto por celulosa y leño que posee baja conductividad al calor, resistencia al impacto, a la bacterias y al agua, su resistencia y durabilidad lo hacen un material idóneo para la construcción.

La ceniza de cascarilla de arroz fue tomada a lo natural, y utilizada sin ningún tratamiento, pues la actividad de combustión controlada implica un proceso de industrialización de la ceniza de la cascarilla de arroz, y acarrearía un costo adicional al concreto en las construcciones y obras.

3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

3.2.1 PROBLEMA GENERAL

- ¿Cómo influye la adición de ceniza de la cascarilla de arroz en las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín?

3.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál será la resistencia a compresión de un concreto de alta resistencia sustituyendo parcialmente el cemento por aplicaciones de ceniza de cascarilla de arroz en porcentaje del 6%, 8% y 10% con respecto a un concreto patrón de $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$?
- ¿Cuál es el porcentaje óptimo de sustitución parcial del cemento por aplicaciones de ceniza de cascarilla de arroz con respecto a un concreto patrón de $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$?
- ¿En qué medida la adición de ceniza de la cascarilla de arroz mejora la propiedad de la resistencia a la compresión del concreto?

3.3 OBJETIVOS

3.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Adicionar ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín.

3.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la resistencia a compresión del concreto con sustitución parcial del cemento por aplicación de ceniza de cascarilla de arroz en un porcentaje del 6%, 8% y 10%, con respecto al concreto patrón $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$.
- Determinar el porcentaje óptimo correspondiente a la sustitución parcial del cemento por aplicación de ceniza de cascarilla de arroz con respecto a un concreto de alta resistencia de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$.

3.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación contribuye a la parte académica y científica del estudio de la materia, así como a los profesionales, los gobiernos locales, los gobiernos nacionales, y usuarios finales que usen el concreto como material de construcción. Los resultados de esta investigación tienen beneficios estructurales, ambientales y sociales.

3.5 BENEFICIO AMBIENTAL

El uso de la ceniza de la cascarilla de arroz busca darle un valor a este desecho, que en los molinos no se le brinda uso alguno, generando problemas para su eliminación, produciendo contaminación del ambiente por los grandes acopios de sus desperdicios.

3.6 BENEFICIO SOCIAL

La construcción tiene un alto impacto social, pues el desarrollo de la infraestructura tanto pública como privada se ejecuta con la finalidad de cerrar brechas de accesos a servicios como vivienda, educación, salud, viales, etc., por consiguiente, adicionar ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia a compresión y flexión del concreto, puedan ser una alternativa para la población en su conjunto.

3.7 HIPÓTESIS

3.7.1 HIPÓTESIS GENERAL

- **H1:** La adición de ceniza de la cascarilla de arroz mejorará las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín.
- **Ho:** Con la sustitución parcial del cemento por aplicaciones de ceniza cascarilla de arroz se logrará mejorar la propiedad de resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia.

3.7.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Con los resultados obtenidos de la resistencia a compresión del concreto

con sustitución parcial del cemento por aplicación de ceniza de cascarilla de arroz al 6%, 8% y 10%, mejorará el comportamiento mecánico con respecto al concreto patrón.

- Se determinará la cantidad adecuada de adición de ceniza de la cascarilla de arroz, que mejorará la propiedad de la resistencia a la compresión del concreto.
- Se determinará la cantidad adecuada de adición de ceniza de la cascarilla de arroz, que mejorará la propiedad de la resistencia a la flexión del concreto.

3.8 VARIABLES

3.8.1 Identificación de las variables

Variable Independiente:

Ceniza de cascarilla de arroz aplicada en porcentajes de 6%, 8% y 10%.

Variable dependiente:

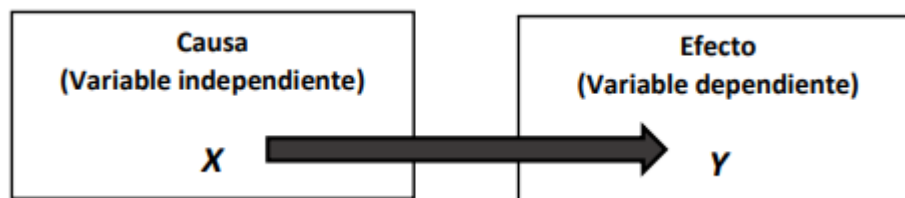
Resistencia a la compresión de un concreto patrón de alta resistencia $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

4.1.1 Tipo de Investigación

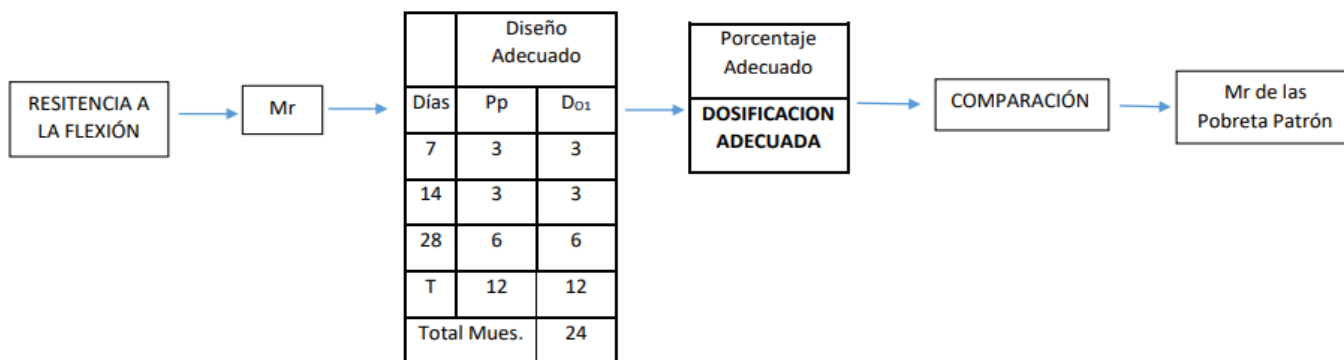
La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo experimental, porque el investigador crea un ambiente de control donde se manipula de manera intencional, las variables independientes (uso de ceniza de cascarilla de arroz); la que sería la causa, que analizaría los efectos de dicha manipulación en la variable dependiente (aumentar la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia); la que sería el efecto consecuente. En otras palabras, el analista va a manipular las variables independientes y observará si la dependiente tiende a variar o no.



4.1.2 Diseño de Investigación

El diseño que representa este estudio es una investigación experimental con post - prueba únicamente y grupo control, que admite dos grupos; al primero se le atribuye los ensayos experimentales y a la otra parte no (grupo control).

Dosificaciones con porcentajes de 6%, 8% y 10% adición de ceniza de cascarilla de arroz, con dosificaciones adecuadas comparada con las resistencias de diseño.



4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

4.2.1 POBLACIÓN

La población para este proyecto de investigación es igual a la muestra la cual está conformada por 36 probetas cilíndricas de concreto.

4.2.2 MUESTRA

Nuestra población total es de 36 probetas cilíndricas de 6" x 12", la cuales se van a dividir en cuatro grupos denominados, como son el grupo patrón donde no se ha adicionado ningún porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz, el segundo grupo experimental contiene el 6% de ceniza de cascarilla de arroz, el tercer grupo experimental tiene el 8% de ceniza de cascarilla de arroz y el cuarto grupo experimental contiene el 10% de ceniza de cascarilla de arroz, las cuales van a ser colocadas en agua durante 7, 14 y 28.

Tabla 4: Población y muestras

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION					
PROBETAS SUMERGIDAS EN AGUA					
EDADES	PATRON	6%	8%	10%	SUB TOTAL
7 DIAS	3 PROBETAS	3 PROBETAS	3 PROBETAS	3 PROBETAS	12 PROBETAS
14 DIAS	3 PROBETAS	3 PROBETAS	3 PROBETAS	3 PROBETAS	12 PROBETAS
28 DIAS	3 PROBETAS	3 PROBETAS	3 PROBETAS	3 PROBETAS	12 PROBETAS
				TOTAL	36 PROBETAS

Fuente: Elaboración Propia

4.3 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

4.3.1 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas que se aplicarán durante la investigación serán de maneras manuales y mecanizados. Las cuales consisten en generar informaciones válidas y confiables que serán utilizadas como datos científicos mediante los procedimientos prácticos.

Las técnicas manuales, se emplearán en la investigación para la recolección de la información requerida en la extracción de la ceniza de cascarilla de arroz usados en el concreto de alta resistencia para mejorar la resistencia a compresión, utilizando reglamentos y normas técnicas del concreto: SUCS, ASTM, ACI. Además, del laboratorio para desarrollar los ensayos respectivos de los diseños añadiendo las cenizas parcialmente al cemento de 6%, 8% y 10% de acuerdo a la dosificación del diseño, que son medidos a las edades de 7, 14 y 28 días.

Las técnicas mecanizadas, se han empleado en los procesos de la extracción de la ceniza de cascarilla de arroz (quemadas convencionalmente) se han ejecutados en campo y para la elaboración del concreto en la determinación de sus análisis físicos y químicos se realizaron mediante los ensayos como también la prueba de rotura a través de (prensa de concreto para ensayos a compresión), todo esto desarrollados en laboratorio.

4.3.2 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los instrumentos, reglamentos y normas técnicas utilizados para el manejo de materiales de construcción como: fichas de mecánica de suelos, SUCS, ASTM, ACI. Formatos estándar del laboratorio de mecánica de suelos.

- Norma ASTM D – 2216 (Humedad Natural).
- Norma ASTM C33 - 83 (Análisis granulométrico).
- Norma ASTM C - 127 (Peso específico y absorción del agregado fino).

- ASTM C - 128 (Peso específico y absorción del agregado grueso).
- ASTM C - 29 (Peso Unitario de agregados).
- Método ACI 211 (Diseño de mezcla).
- NTP 339.034 y ASTM C – 39 (Prueba de resistencia a la compresión).

4.3.3 PROCESAMIENTOS Y ANALISIS DE DATOS

Se utilizará la estadística descriptiva, con la finalidad de comparar diferentes series de datos obtenidos en distintas observaciones con ayuda de tablas denominados tabulación de datos, y su posterior representación gráfica.

Tabla 5: Procesamiento y análisis de datos

TECNICAS	INSTRUMENTOS	ELABORACION
Diseño de concreto con aplicación de ceniza de cascarilla de arroz para mejorar la resistencia de un concreto $f'_c=350$ kg/cm ²	Ficha técnica de recolección de datos e instrumentos empleados como herramientas durante la Investigación	Laboratorio de mecánica de suelos
Evaluación de las propiedades de diseño de la mezcla	Ficha técnica de recolección de datos e instrumentos empleados como herramientas durante la Investigación	Laboratorio de mecánica de suelos
Ensayo de resistencia a la compresión aplicado por la sustitución de ceniza de cascarilla de arroz al concreto de $f'_c=350$ kg/cm ²	Ficha técnica de recolección de datos e instrumentos empleados como herramientas durante la Investigación	Laboratorio de mecánica de suelos

Fuente: Elaboración Propia

4.3.4 PROCESAMIENTO, ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Se utilizó la estadística descriptiva, con la finalidad de comparar diferentes series de datos obtenidos en distintas observaciones con ayuda de tablas denominados tabulación de datos, y su posterior representación gráfica.

CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Se ha determinado que la resistencia a compresión del concreto con sustitución parcial del cemento por aplicación de ceniza de cascarilla de arroz en un porcentaje del 6%, 8% y 10% con respecto al concreto patrón $f'c= 350 \text{ kg/cm}^2$, se tiene los siguientes los resultados de los ensayos de la resistencia a los 7, 14 y 28 días.

5.1.1 Resultados de los ensayos de la resistencia a compresión a los 7 días

Después de realizar los ensayos programados de esfuerzo a la compresión a los 7 días correspondiente a la elaboración del diseño de concreto de alta resistencia $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ y considerando el tamaño de la muestra de 9 probetas se tiene los siguientes resultados del concreto patrón

Tabla 6: Rotura de testigos de concreto con el diseño patrón a la edad de los 7 días

CILINDRO	Adición de C.C.A (gr)	Área (cm ²)	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (%)
1	0.00	176.70	7	249.80	71.40
2	0.00	176.70	7	246.70	70.50
3	0.00	176.70	7	252.50	72.20

Fuente: Elaboración Propia

Después de realizar los ensayos programados de esfuerzo a la compresión a los 7 días correspondiente a la elaboración del diseño de concreto de alta resistencia $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ y considerando el tamaño de la muestra de 9 probetas se tiene los siguientes resultados del grupo experimental N°01.

Tabla 7: Rotura de testigos de concreto del diseño con adición de ceniza de cascarilla de arroz (6%) a la edad de los 7 días

CILINDRO	Adición de C.C.A (gr)	Área (cm ²)	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (%)
1	20.00	176.70	7	248.60	71.00
2	20.00	176.70	7	247.90	70.80
3	20.00	176.70	7	245.40	70.10

Fuente: Elaboración Propia

Después de realizar los ensayos programados de esfuerzo a la compresión a los 7 días correspondiente a la elaboración del diseño de concreto de alta resistencia $f'_c=350$ kg/cm² y considerando el tamaño de la muestra de 9 probetas se tiene los siguientes resultados del grupo experimental N°02.

Tabla 8: Rotura de testigos de concreto del diseño con adición de ceniza de cascarilla de arroz (8%) a la edad de los 7 días

CILINDRO	Adición de C.C.A (gr)	Área (cm ²)	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (%)
1	130.00	176.70	7	244.50	69.90
2	130.00	176.70	7	246.40	70.40
3	130.00	176.70	7	247.30	70.70

Fuente: Elaboración Propia

Después de realizar los ensayos programados de esfuerzo a la compresión a los 7 días correspondiente a la elaboración del diseño de concreto de alta resistencia $f'_c=350$ kg/cm² y considerando el tamaño de la muestra de 9 probetas se tiene los siguientes resultados del grupo experimental N°03.

Tabla 9: Rotura de testigos de concreto del diseño con adición de ceniza de cascarilla de arroz (10%) a la edad de los 7 días

CILINDRO	Adición de C.C.A (gr)	Área (cm ²)	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (%)
1	200.00	176.70	7	153.30	43.80
2	200.00	176.70	7	154.70	44.20
3	200.00	176.70	7	156.30	44.70

Fuente: Elaboración Propia

5.1.2 Resultados de los ensayos de la resistencia a compresión a los 14 días

Después de realizar los ensayos programados de esfuerzo a la compresión a los 14, días correspondiente a la elaboración del diseño de concreto de alta resistencia $f'c=350$ kg/cm² y considerando el tamaño de la muestra de 9 probetas se tiene los siguientes resultados del grupo patrón.

Tabla 10: Rotura de testigos de concreto con el diseño patrón a la edad de los 14 días

CILINDRO	Adición de C.C.A (gr)	Área (cm ²)	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (%)
1	0.00	176.70	14	292.80	83.60
2	0.00	176.70	14	288.80	82.50
3	0.00	176.70	14	290.30	82.90

Fuente: Elaboración Propia

Después de realizar los ensayos programados de esfuerzo a la compresión a los 14, días correspondiente a la elaboración del diseño de concreto de alta resistencia $f'c=350$ kg/cm² y considerando el tamaño de la muestra de 9 probetas se tiene los siguientes resultados del grupo experimental N°01.

Tabla 11: Rotura de testigos de concreto del diseño con adición de ceniza de cascarilla de arroz (6%) a la edad de los 14 días

CILINDRO	Adición de C.C.A (gr)	Área (cm ²)	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (%)
1	20.00	176.70	14	287.00	82.00
2	20.00	176.70	14	282.70	80.80
3	20.00	176.70	14	290.00	82.90

Fuente: Elaboración Propia

Después de realizar los ensayos programados de esfuerzo a la compresión a los 14, días correspondiente a la elaboración del diseño de concreto de alta resistencia $f'c=350$ kg/cm² y considerando el tamaño de la muestra de 9 probetas se tiene los siguientes resultados del grupo experimental N°02.

Tabla 12: Rotura de testigos de concreto del diseño con adición de ceniza de cascarilla de arroz (8%) a la edad de los 14 días

CILINDRO	Adición de C.C.A (gr)	Área (cm ²)	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (%)
1	130.00	176.70	14	274.70	78.50
2	130.00	176.70	14	280.00	80.00
3	130.00	176.70	14	280.40	80.10

Fuente: Elaboración Propia

Después de realizar los ensayos programados de esfuerzo a la compresión a los 14, días correspondiente a la elaboración del diseño de concreto de alta resistencia $f'c=350$ kg/cm² y considerando el tamaño de la muestra de 9 probetas se tiene los siguientes resultados del grupo experimental N°3.

Tabla 13: Rotura de testigos de concreto del diseño con adición de ceniza de cascarilla de arroz (10%) a la edad de los 14 días.

CILINDRO	Adición de C.C.A (gr)	Área (cm ²)	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (%)
1	200.00	176.70	14	255.20	72.90
2	200.00	176.70	14	249.90	71.40
3	200.00	176.70	14	255.40	73.00

Fuente: Elaboración Propia

5.1.3 Resultados de los ensayos de la resistencia a compresión a los 28 días.

Después de realizar los ensayos programados de esfuerzo a la compresión a los 28, días correspondiente a la elaboración del diseño de concreto de alta resistencia $f'c=350$ kg/cm² y considerando el tamaño de la muestra de 9 probetas se tiene los siguientes resultados del grupo patrón.

Tabla 14: Rotura de testigos de concreto con el diseño patrón a la edad de los 28 días

CILINDRO	Adición de C.C.A (gr)	Área (cm ²)	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (%)
1	0.00	176.70	28	352.20	100.60
2	0.00	176.70	28	358.10	102.30
3	0.00	176.70	28	358.30	102.40

Fuente: Elaboración Propia

Después de realizar los ensayos programados de esfuerzo a la compresión a los 28, días correspondiente a la elaboración del diseño de concreto de alta resistencia $f'c=350$ kg/cm² y considerando el tamaño de la muestra de 9 probetas se tiene los siguientes resultados del grupo experimental N°01.

Tabla 15: Rotura de testigos de concreto del diseño con adición de ceniza cascarilla de arroz (10%) a la edad de los 28 días

CILINDRO	Adición de C.C.A (gr)	Área (cm ²)	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (%)
1	20.00	176.70	28	322.00	92.00
2	20.00	176.70	28	329.70	94.20
3	20.00	176.70	28	325.60	93.00

Fuente: Elaboración Propia

Después de realizar los ensayos programados de esfuerzo a la compresión a los 28, días correspondiente a la elaboración del diseño de concreto de alta resistencia $f'c=350$ kg/cm² y considerando el tamaño de la muestra de 9 probetas se tiene los siguientes resultados del grupo experimental N°02.

Tabla 16: Rotura de testigos de concreto del diseño con adición de ceniza de cascarilla de arroz (6%) a la edad de los 28 días

CILINDRO	Adición de C.C.A (gr)	Área (cm ²)	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (%)
1	130.00	176.70	28	301.60	86.20
2	130.00	176.70	28	301.90	86.30
3	130.00	176.70	28	301.10	86.00

Fuente: Elaboración Propia

Después de realizar los ensayos programados de esfuerzo a la compresión a los 28, días correspondiente a la elaboración del diseño de concreto de alta resistencia $f'c=350$ kg/cm² y considerando el tamaño de la muestra de 9 probetas se tiene los siguientes resultados del grupo experimental N°03.

Tabla 17: Rotura de testigos de concreto del diseño con adición de ceniza de cascarilla de arroz (10%) a la edad de los 28 días

CILINDRO	Adición de C.C.A (gr)	Área (cm ²)	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (%)
1	200.00	176.70	28	271.30	77.50
2	200.00	176.70	28	267.10	76.30
3	200.00	176.70	28	269.50	77.00

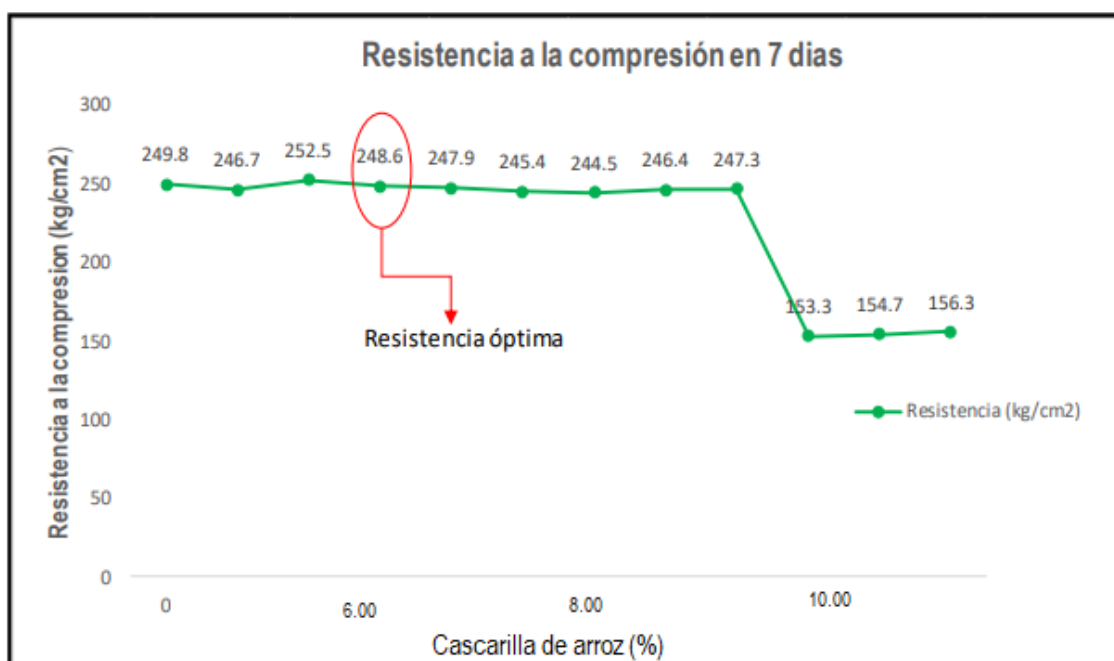
Fuente: Elaboración Propia

5.1.4 Comparación de la resistencia a la compresión en las probetas a la edad de 7 días.

Tabla 18: Comparación de la resistencia a la compresión a la edad de 7 días.

MUESTRA	EDAD DEL CONCRETO (días)	CARGA APLICADA (Kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	% RESISTENCIA
Concreto Patrón	7	44146	249.80	71.40
	7	43603	246.70	70.50
	7	44629	252.50	72.20
Concreto con adición de 6% de ceniza de cascarilla de arroz	7	43935	248.60	71.00
	7	43814	247.90	70.80
	7	43362	245.40	70.10
Concreto con adición de 8% ceniza de cascarilla de arroz	7	43211	244.50	69.90
	7	43543	246.40	70.40
	7	43704	247.30	70.70
Concreto con adición de 10% de ceniza de cascarilla de arroz	7	27085	153.30	43.80
	7	27346	154.70	44.20
	7	27627	156.30	44.70

Grafico 1: Resistencia a la compresión en 7 días



Fuente: Elaboración Propia

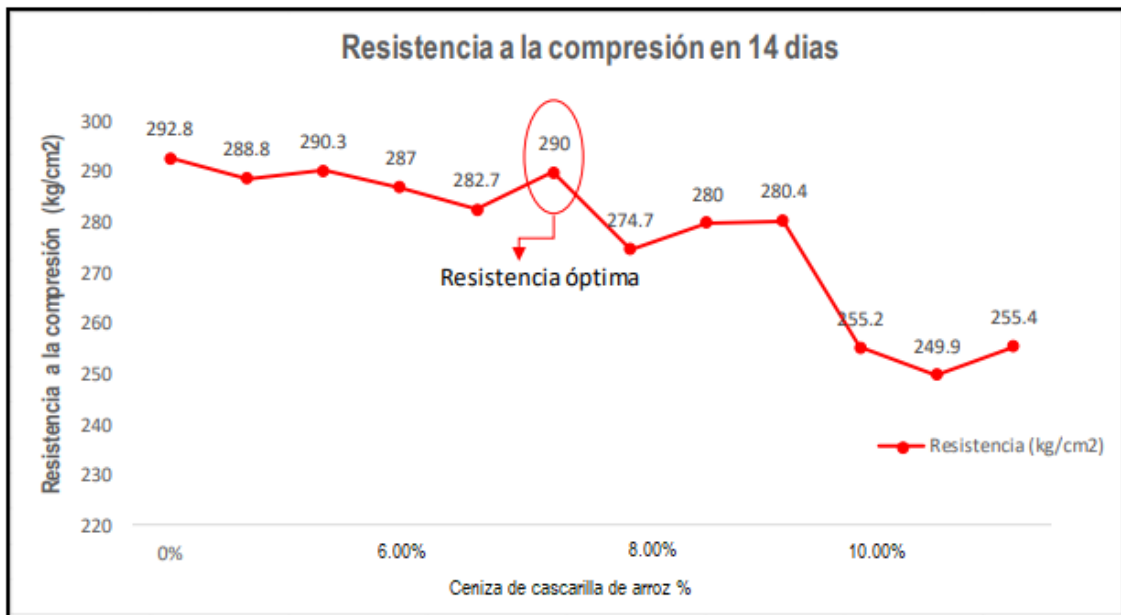
5.1.5 Comparación de la resistencia a la compresión en las probetas a la edad de 14 días.

Tabla 19: Comparación de la resistencia a la compresión a la edad de 14 días

MUESTRA	EDAD DEL CONCRETO (días)	CARGA APLICADA (Kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	% RESISTENCIA
Concreto Patrón	14	51737	292.80	83.60
	14	51043	288.80	82.50
	14	51295	290.30	82.90
Concreto con adición de 6% de ceniza de cascarilla de arroz	14	50711	287.00	82.00
	14	49957	282.70	80.80
	14	51254	290.00	82.90
Concreto con adición de 8% ceniza de cascarilla de arroz	14	48540	274.70	78.50
	14	49485	280.00	80.00
	14	49555	280.40	80.10
Concreto con adición de 10% de ceniza de cascarilla de arroz	14	45101	255.20	72.90
	14	44166	249.90	71.40
	14	45142	255.40	73.00

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 2: Resistencia a la compresión en 14 días



Fuente: Elaboración Propia

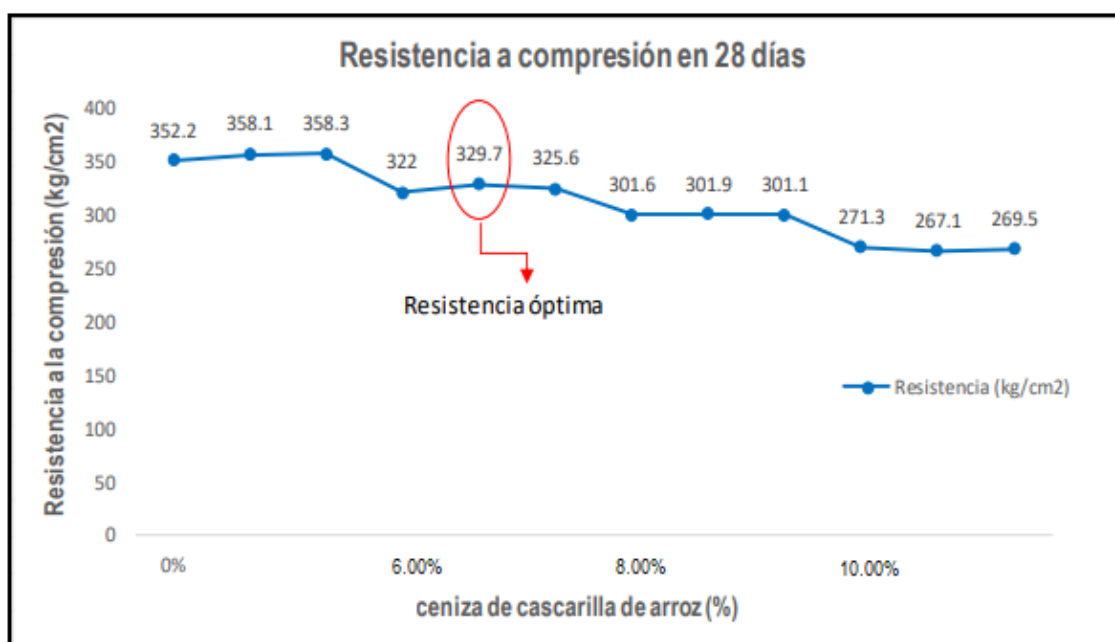
5.1.6 Comparación de la resistencia a la compresión en las probetas a la edad de 28 días

Tabla 20: Comparación de la resistencia a la compresión a la edad de 28 días

MUESTRA	EDAD DEL CONCRETO (días)	CARGA APLICADA (Kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	% RESISTENCIA
Concreto Patrón	28	62239	352.20	100.60
	28	63289	358.10	102.30
	28	63309	358.30	102.40
Concreto con adición de 6% de ceniza de cascarilla de arroz	28	56910	322.00	92.00
	28	58255	329.70	94.20
	28	57538	325.60	93.00
Concreto con adición de 8% ceniza de cascarilla de arroz	28	53293	301.60	86.20
	28	53355	301.90	86.30
	28	53215	301.10	86.00
Concreto con adición de 10% de ceniza de cascarilla de arroz	28	47940	271.30	77.50
	28	47207	267.10	76.30
	28	47625	269.50	77.00

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 3: Resistencia a compresión en 28 días



Fuente: Elaboración Propia

5.2 DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EL CUAL HA REEMPLAZADO PARCIALMENTE AL CEMENTO CON RESPECTO AL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA $f'c= 350 \text{ kg/cm}^2$.

El porcentaje óptimo al sustituir el cemento con adición de ceniza de cascarilla de arroz que se ha podido determinar es el porcentaje del 6%. Dicho resultado se determinó al realizar el ensayo de compresión a los 28 días, con una resistencia de 329.70 kg/cm² que equivale al 94.20% del total de su resistencia.

Se puede decir que, a mayor aumento de porcentaje de ceniza de la cascarilla de arroz, la resistencia a compresión disminuye, por lo que optamos por 3 porcentajes de trabajo, las cuales fueron 6%, 8%, y 10%.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- La resistencia a la compresión del concreto con sustitución parcial del cemento por adición de ceniza de cascarilla de arroz en un porcentaje de 6% a los 7 días, el resultado obtenido fue una resistencia de 71.00%, a los 14 días el resultado obtenido fue una resistencia de 82.90%, a los 28 días el resultado obtenido fue una resistencia de 94.20%.

La resistencia a la compresión correspondiente a la sustitución parcial del cemento por adición de ceniza de cascarilla de arroz en un porcentaje de 8% a los 7 días, el resultado obtenido fue una resistencia de 70.40%, a los 14 días el resultado obtenido fue una resistencia de 80.10%, a los 28 días el resultado obtenido fue una resistencia de 86.30%.

La resistencia a la compresión correspondiente a la sustitución parcial del cemento por adición de ceniza de cascarilla de arroz en un porcentaje de 10% a los 7 días, el resultado obtenido fue una resistencia de 44.70%, a los 14 días el resultado obtenido fue una resistencia de 73.00%, a los 28 días el resultado obtenido fue una resistencia de 77.50%

6.2. Recomendaciones

- Tener en cuenta que al utilizar una mayor proporción del 6% de ceniza de cascarilla de arroz como sustitución parcial del cemento disminuye la resistencia esperada de un concreto de alta resistencia $f'c=350$ kg/cm².
- Se recomienda tamizar la ceniza de cascarilla de arroz por la malla N°100 para así tener un agregado más trabajable y que se asemeje al cemento.
- Impulsar nuevas investigaciones sobre residuos agrícolas que contengan materiales cementantes, mejor aún con la ceniza de esto ya

que es alto en sílice.

- En la presenta investigación se utilizó ceniza de cascarilla de arroz de canteras naturales, sin ningún proceso de industrialización, por lo cual se recomienda la existencia de industrias para la comercialización de cenizas de cascarillas de arroz con especificaciones establecidas por su calcinación controlada y su molienda.
- Se recomienda ampliar los estudios en otras propiedades mecánicas del concreto, como la segregación o su trabajabilidad, con el fin de comprobar el uso viable de la ceniza de la cascarilla de arroz.
- Se recomienda el empleo de otros aditivos naturales que en la actualidad sean considerados desechos, para generar un reúso de éstos
- Por otro lado, se recomienda a los futuros investigadores realizar ensayos granulométricos de la arena, buscando en nuevas canteras hasta encontrar una que encaje en la curva granulométrica. Normalmente en nuestra región San Martín las arenas que tenemos tanto del río Huallaga y del río Cumbaza no encajan en la curva. Pero según la norma ASTM C33 si se puede utilizar para diseño de concreto siempre y cuando existan estudios que aseguren que el material producirá concreto de la resistencia requerida a satisfacción de las partes.

CAPÍTULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **Aliaga Mendoza, J. c., & Badajos Quispe, B. (2018).** Adición de cenizas de cascarillas de arroz para el diseño de concreto $f'c=210$ kg/cm², Atalaya, Ucayali - 2018. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad Cesar Vallejo.
- **Arévalo Torres, A. F., & López del Águila, L. (2020).** Adición de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de San Martín.
- **Bacalla Lápiz, S., & Vega Dávila, M. (2019).** Estudio comparativo de la resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm² usando fibra natural de coco como material de construcción en la provincia de Rioja. Tesis para optar el título de ingeniero civil, Universidad Católica Sedes Sapientiae.
- **Camargo Pérez, N. R., & Higuera Sandoval, C. H. (18 de 01 de 2017).** Concreto hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla del arroz. Ciencia e Ingeniería.
- **Crisanto Robles, A. O. (2018).** Resistencia a la compresión del concreto y contenido de álcalis (K₂O) en el cemento sustituyéndolo por la combinación de 3% y 7% de cenizas de cáscara de coco y de mazorca de maíz respectivamente. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad San Pedro.
- **Rodríguez Sánchez, A. M., & Tibabuzo Jiménez, M. P. (2019).** Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezcla de concreto hidráulico. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Santo Tomás.
- **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. Tesis de pre - grado, Universidad Privada del Norte, Trujillo.

- **Juárez Quevedo, B. (2012).** La Utilización de Cáscara de Arroz Bajo el Proceso de Calcinación Controlada como Puzolana Artificial en el Diseño de Morteros para Acabados. TRABAJO DE GRADUACION, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- **Mafla B. A. (2009).** Uso de la cascarilla de arroz como material alternativo en la construcción. Qué hacer de la Facultad de Ingeniería Civil, 5.
- **Serrano, T. (2016).** Morteros aligerados con cascarilla de arroz: Diseño de Mezclas y evaluación de propiedades. Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

ANEXO 1

Matriz de Consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnica e Instrumentos
<p>Problema general</p> <p>¿Cómo influye la adición de ceniza de la cascarilla de arroz en las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín?</p> <p>Problemas específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál será la resistencia a compresión de un concreto de alta resistencia sustituyendo parcialmente el cemento por aplicaciones de ceniza de cascarilla de arroz en porcentaje del 6%, 8% y 10% con respecto a un concreto patrón de $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$? • ¿Cuál es el porcentaje óptimo de sustitución parcial del cemento por aplicación de ceniza de cascarilla de arroz con respecto a un concreto patrón de $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$? • ¿En qué medida la adición de ceniza de la cascarilla de arroz mejora la propiedad de la resistencia a la compresión del concreto? 	<p>Objetivo general</p> <p>Adicionar ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la resistencia a compresión del concreto con sustitución parcial del cemento por aplicación de ceniza de cascarilla de arroz en un porcentaje del 6%, 8% y 10%, con respecto al concreto patrón $f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$. • Determinar el porcentaje óptimo correspondiente a la sustitución parcial del cemento por aplicación de ceniza de cascarilla de arroz con respecto a un concreto de alta resistencia de $f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$. 	<p>Hipótesis general</p> <ul style="list-style-type: none"> • H1: La adición de ceniza de la cascarilla de arroz mejorará las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín. • Ho: Con la sustitución parcial del cemento por aplicaciones de ceniza cascarilla de arroz se logrará mejorar la propiedad de resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia <p>Hipótesis específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Con los resultados obtenidos de la resistencia a compresión del concreto con sustitución parcial del cemento por aplicaciones de ceniza de cascarilla de arroz al 6%, 8% y 10%, mejorará el comportamiento mecánico con respecto al concreto patrón. • Se determinará la cantidad adecuada de adición de ceniza de la cascarilla de arroz, que mejorará la propiedad de la resistencia a la compresión del concreto. • Se determinará la cantidad adecuada de adición de ceniza de la cascarilla de arroz, que mejorará la propiedad de la resistencia a la flexión del concreto. 	<p>Técnica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observación oportuna. • Las técnicas que se aplicarán durante la investigación serán de maneras manuales y mecanizadas. <p>Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ficha técnica de recolección de datos e instrumentos empleados como herramientas durante la Investigación. • Programa informático Excel. • Equipos para ensayos de resistencia mecánica del concreto.

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 2

Resultados de diseño

Tabla 21: Resultados de diseño de mezcla N°01 (concreto patrón)

MATERIALES SECOS		MATERIALES CORREGIDOS	
Cemento	3710	Cemento	3710
Agregado Fino	4420	Agregado Fino	4670
Agregado grueso	6010	Agregado grueso	6020
Agua	1.50	Agua	1.31
Adición Ceniza de cascarilla de arroz	0	Adición Ceniza de cascarilla de arroz	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22: Resultados de diseño de mezcla N°02 (aplicación al 6%)

MATERIALES SECOS		MATERIALES CORREGIDOS	
Cemento	3690	Cemento	3690
Agregado Fino	4420	Agregado Fino	4670
Agregado grueso	6010	Agregado grueso	6020
Agua	1.50	Agua	1.31
Adición Ceniza de cascarilla de arroz	10	Adición Ceniza de cascarilla de arroz	10

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23: Resultados de diseño de mezcla N°03 (aplicación al 8%)

MATERIALES SECOS		MATERIALES CORREGIDOS	
Cemento	3580	Cemento	3580
Agregado Fino	4420	Agregado Fino	4670
Agregado grueso	6010	Agregado grueso	6020
Agua	1.50	Agua	1.31
Adición Ceniza de cascarilla de arroz	65	Adición Ceniza de cascarilla de arroz	65

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24: Resultados de diseño de mezcla N°04 (aplicación al 10%)

MATERIALES SECOS		MATERIALES CORREGIDOS	
Cemento	3510	Cemento	3510
Agregado Fino	4420	Agregado Fino	4670
Agregado grueso	6010	Agregado grueso	6020
Agua	1.50	Agua	1.31
Adición Ceniza de cascarilla de arroz	100	Adición Ceniza de cascarilla de arroz	100

ANEXO 3

Modelo de ficha técnica para el diseño de la mezcla de concreto en la investigación a realizar

Tabla 25: Ficha Técnica

Logo	FICHA TÉCNICA	Fecha : Revisión : Precio Total :
------	----------------------	---

Proyecto:

"Diseño de concreto de alta resistencia con aplicacion de ceniza de cascarilla de arroz para mejorar su resistencia a la compresión, San Martin

* Datos necesarios para elaborar el diseño de mezcla del concreto según método ACI – 211

1. Características de los agregados para la elaboración del concreto con F'c = 350 kg/cm²

CANTERAS:	VARIOS	U. Medidas	Agregado Fino	Agregado Grueso
	Tamaño máximo	pulg.		
	Peso específico	gr/c m ³		
	Peso unitario compactado	gr/c m ³		
	Peso unitario suelto	gr/c m ³		
	Contenido de humedad	%		
	Absorción	%		
	Módulo de fineza	-		

2. Características de los elementos necesarios para la elaboración del concreto

Descripción	Datos	Cantidades	U. Medidas
Ceniza de cascarilla de arroz	Peso		gr
	Resistencia a la compresión	Especificada Requerida	kg/cm ² kg/cm ²
Cemento	P. Unitario		gr/cm ³
	Tipo	Cemento Portland tipo -----	
Agua	Volumen		lt/m ³
Condiciones del ambiente	Temperatura		grados

3. Determinación de la resistencia promedio

RESISTENCIA A LA COMPRESION PROMEDIO	
f'c	f'cr
Menos de 210	f'c + 70
De 210 hasta 350	f'c + 84
Por encima de los 350	f'c + 98

$$f'_{cr} = f'c + 84$$

$$f'_{cr} = 350 + 84$$

$$f'_{cr} = 434 \text{ kg/cm}^2$$

ANEXO 4

Instrumento de Recolección de datos

Gráfico 4: Análisis Granulométrico – Agregado Fino

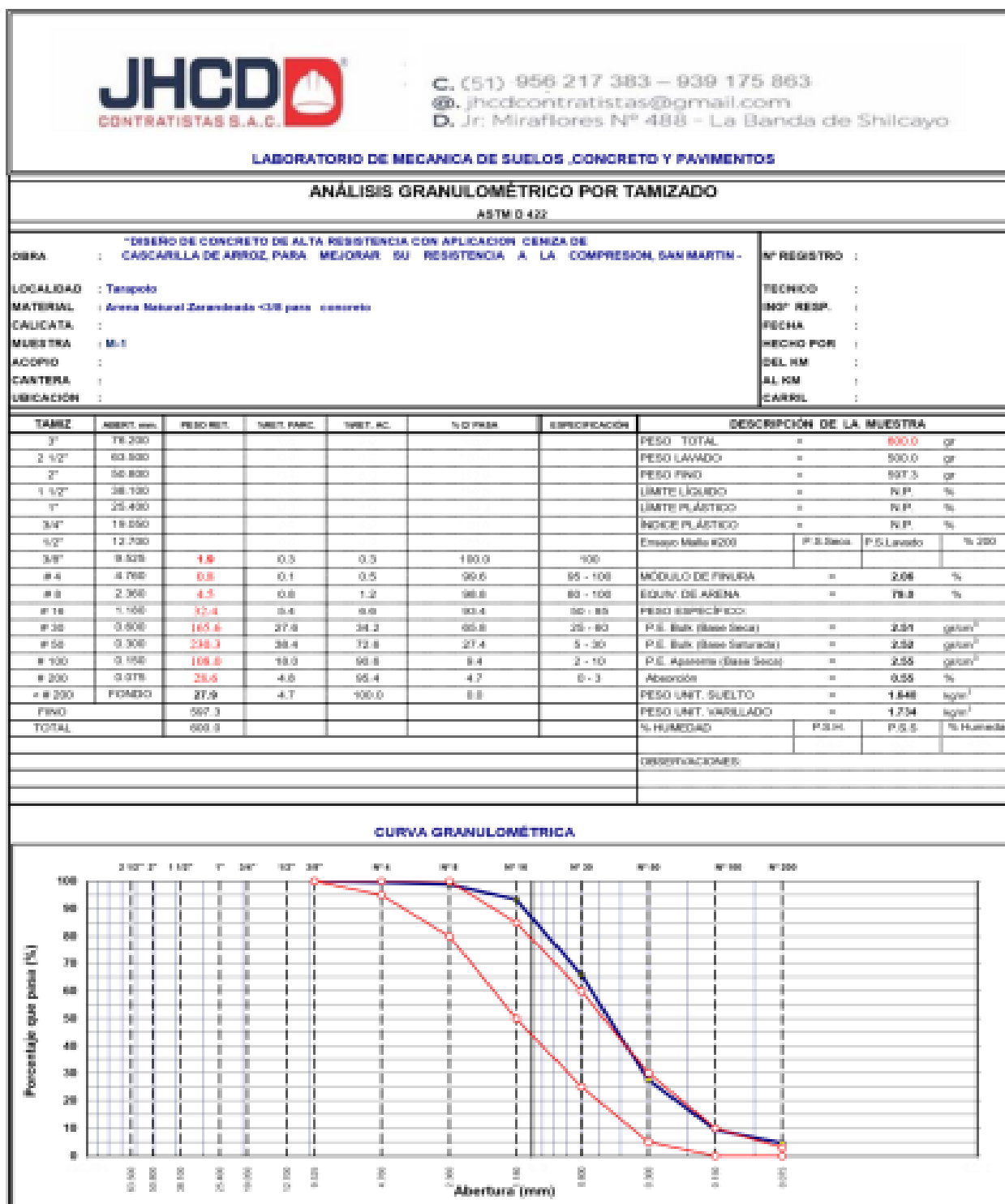
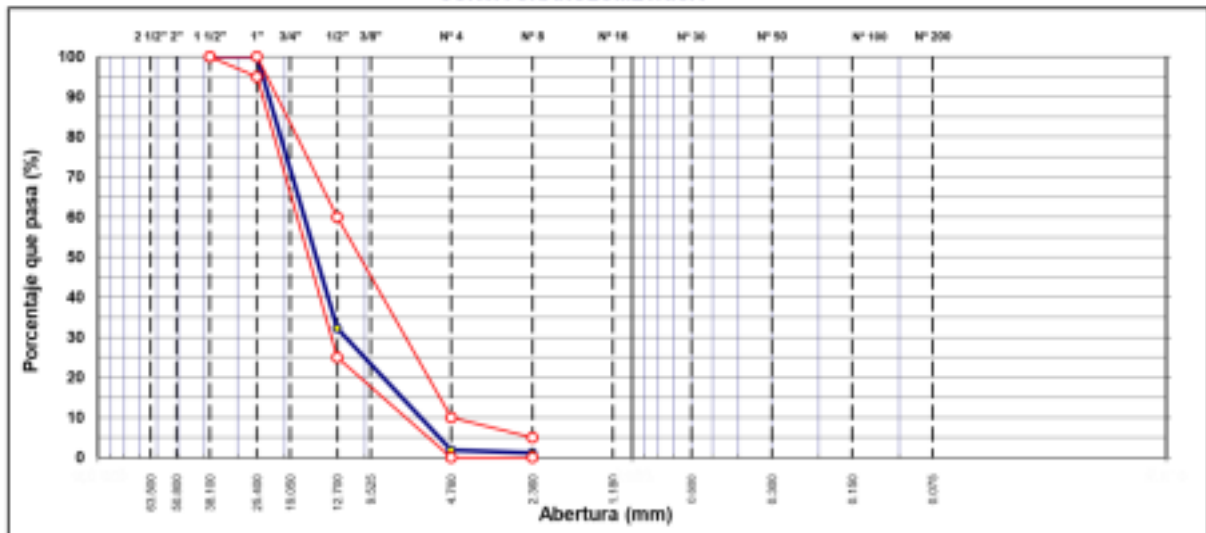


Grafico 5: Análisis Granulométrico – Piedra Chancada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
AASHTO T-11, T-27 Y T-88ASTM D 432		
"DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON APLICACION		
OBRA :	CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ, PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA COMPRESION, SAN MARTIN	N° REGISTRO :
LOCALIDAD :	TARAPOTO	TECNICO :
MATERIAL :	Grava Chancada Para concreto T.Max.<1"	ING° RESP. :
CALICATA :	M-1	FECHA :
MUESTRA :	EN OBRA : RIO	HECHO POR :
ACOMIO :	HUALLAGA	DEL KM :
CANTERA :		AL KM :
UBICACIÓN :		CARRIL :

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q. PASA	HUMO AS-3	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	76.200						PESO TOTAL = 7.521,6 gr
2 1/2"	63.500						MÓDULO DE FINURA = 7,07 %
2"	50.800						PESO ESPECÍFICO:
1 1/2"	38.100					100 - 100	P.E. Bulk (Base Seca) = 2.566 gr/cm ³
1"	25.400				100.0	95 - 100	P.E. Bulk (Base Saturada) = 2.566 gr/cm ³
3/4"	19.050	1.447,4	19,2	19,2	80,8		P.E. Aparente (Base Seca) = 2.419 gr/cm ³
1/2"	12.700	3.649,9	48,5	67,8	32,3	25 - 60	Absorción = 75,69 %
3/8"	9.525	1.713,7	22,8	90,5	9,5		PESO UNIT. SUELTO = 1.552 kg/m ³
# 4	4.760	572,5	7,6	98,1	1,9	0 - 10	PESO UNIT. VARILLADO = 1.647 kg/m ³
# 8	2.360	52,1	0,7	98,8	1,2	0 - 5	CARAS FRACTURADAS:
<# 8	2.360	88,9	1,2	100,0	0,0		1 cara o más = %
# 16	1.180						2 caras o más = %
# 30	0.600						Partículas chatas y alarg. = %
# 40	0.420						% HUMEDAD
# 50	0.300						P.S.H.
# 60	0.180						P.S.S.
# 100	0.150						% Humedad
# 200	0.075						OBSERVACIONES:
< # 200	FONDO						
TOTAL		7.521,6					

CURVA GRANULOMÉTRICA



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 6: Peso Unitario – Agregado Fino

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

ASTM C 29

OBRA : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON APLICACION CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ, PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA COMPRESION, SAN MARTIN - CIUDAD : Tarapoto MATERIAL : Arena Natural Zarandeada <3/8 para concreto CALICATA : MUESTRA : M-1 ACOFIO : EN OBRA CANTERA : RIO CUMBAZA UBICACIÓN :	N° REGISTRO : TÉCNICO : ING° RESP. : FECHA : HECHO POR : DEL KM : AL KM : CARRIL :
--	---

AGREGADO

Peso unitario suelto : **1.640** **Peso unitario Varillado :** **1.734**

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	8714.00	8804.00	8713.00	
Peso del recipiente	(gr)	5412.00	5412.00	5412.00	
Peso de la muestra	(gr)	3302.00	3392.00	3301.00	
Volumen	(cm ³)	2032.00	2032.00	2032.00	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1.625	1.669	1.625	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m³)	1.640			

PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	8944.00	8942.00	8923.00	
Peso del recipiente	(gr)	5412.00	5412.00	5412.00	
Peso de la muestra	(gr)	3532.00	3530.00	3511.00	
Volumen	(cm ³)	2032.00	2032.00	2032.00	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1.738	1.737	1.728	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m³)	1.734			

OBS.:

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 7: Peso Unitario – Agregado Fino

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19

OBRA :	"DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON APLICACION CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ, PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA COMPRESION, SAN MARTIN	N° REGISTRO :	
CIUDAD :	TARAPOTO	TÉCNICO :	
MATERIAL :	Grava Chancada Para concreto T.Max.<1"	ING° RESP. :	
CALICATA :		FECHA :	
MUESTRA :	M-1	HECHO POR :	
ACOPIO :	EN OBRA	DEL KM :	
CANTERA :	RIO HUALLAGA	AL KM :	
UBICACIÓN :		CARRIL :	

AGREGADO

Peso unitario suelto :	1.552	Peso unitario Varillado :	1.647
-------------------------------	-------	----------------------------------	-------

PESO UNITARIO SUELTO					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	8580.00	8568.00	8549.00	
Peso del recipiente	(gr)	5412.00	5412.00	5412.00	
Peso de la muestra	(gr)	3168.00	3156.00	3137.00	
Volumen	(cm ³)	2032.00	2032.00	2032.00	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1.559	1.553	1.544	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m³)	1.552			

PESO UNITARIO VARILLADO					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	8759.00	8765.00	8753.00	
Peso del recipiente	(gr)	5412.00	5412.00	5412.00	
Peso de la muestra	(gr)	3347.00	3353.00	3341.00	
Volumen	(cm ³)	2032.00	2032.00	2032.00	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1.647	1.650	1.644	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m³)	1.647			

OBS.: _____

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 8: Gravedad Especifica y Absorción de los Agregados

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(ASTM C-128)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
OBRA :	DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON APLICACION DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ, PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA COMPRESION, SAN MARTIN	N° REGISTRO :	
CIUDAD :	Tarapoto	TÉCNICO :	
MATERIAL :	Arena Natural Zarandeada <3/8 para concreto	ING° RESP. :	
CALICATA :		FECHA :	
MUESTRA :	M-1	HECHO POR :	
ACOPIO :	EN OBRA	DEL KM :	
CANTERA :	RIO CUMBAZA	AL KM :	
UBICACIÓN :		CARRIL :	

DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO FINO				
A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	300.0	300.0	
B	Peso frasco + agua (gr)	670.4	670.4	
C	Peso frasco + agua + A (gr)	970.4	970.4	
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	854.9	848	
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	115.5	122.4	
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	298.4	298.3	
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm3)	113.9	120.7	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.584	2.437	2.510
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.597	2.451	2.524
	Pe aparente (Base seca) = F/G	2.620	2.471	2.546
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.536	0.570	0.55%
OBSERVACIONES:				

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 9: Peso Específico y Absorción – Agregado Fino

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS (ASTM C-128)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	
OBRA : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON APLICACIÓN DE CASCARILLA DE ARROZ, PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA COMPRESION, SAN MARTIN CIUDAD : Tarapoto MATERIAL : Arena Natural Zarandeada <3/8 para concreto CALICATA : MUESTRA : M-1 ACOPIO : EN OBRA CANTERA : RIO CUMBAZA UBICACIÓN :	N° REGISTRO : TÉCNICO : ING° RESP. : FECHA : HECHO POR : DEL KM : AL KM : CARRIL :

DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO FINO				
A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	300.0	300.0	
B	Peso frasco + agua (gr)	670.4	670.4	
C	Peso frasco + agua + A (gr)	970.4	970.4	
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	854.9	848	
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	115.5	122.4	
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	298.4	298.3	
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm3)	113.9	120.7	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.584	2.437	2.510
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.597	2.451	2.524
	Pe aparente (Base seca) = F/G	2.620	2.471	2.546
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.536	0.570	0.55%
OBSERVACIONES:				

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 10: Peso Especifico y Absorción – Piedra Chancada

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

ASTM C 127

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO			
OBRA	: "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON APLICACION DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ, PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA COMPRESION, SAN MARTIN	N° REGISTRO	:
LOCALIDAD	: TARAPOTO	TÉCNICO	:
MATERIAL	: Grava Chancada Para concreto T.Max <1"	ING° RESP.	:
CALICATA	:	FECHA	:
MUESTRA	: M-1	HECHO POR	:
ACOPIO	: EN OBRA	DEL KM	:
CANTERA	: RIO HUALLAGA	AL KM	:
UBICACIÓN	:	CARRIL	:

DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO GRUESO				
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	1004.7	1005.5	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	615.2	618.2	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	389.5	387.3	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	997.2	997.9	
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	382.0	379.7	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.560	2.577	2.568
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.579	2.596	2.588
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.610	2.628	2.619
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.752	0.762	0.76

OBSERVACIONES:	<div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div>
-----------------------	---

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 11: Diseño de Mezcla $f_c=350\text{kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO $f_c = 350\text{Kg/cm}^2$ (COMITÉ ACI 211)				
CEMENTO : PORTLAND TIPO ICO - PACASMAYO				
GRAVA : CHANCADO CANTERA (HUALLAGA)				
ARENA : ZARANDEADO CANTERA (HUALLAGA)			FECHA: Mar-21	
CARACTERISTICAS FISICAS DEL MATERIAL				
CARACTERISTICAS	AG. FINO	AG. GRUESO	CEMENTO	ADITIVO
PESO ESPECIFICO (Kg/m ³)	2.592	2.617	3	
PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m ³)	1592	1540	1501	
PESO UNITARIO VARILLADO (Kg/m ³)	1701	1699		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.00	0.7		
ABSORCION (%)	0.60	0.910		
MODULO DE FINEZA	2.0			
EUCO 537 (Super Plastificante)				
1.- RESISTENCIA REQUERIDA				
RESITENCIA (Kg/cm ²)	350			
REST. A LA COMPRESION PROMEDIO f_{cr} . (Kg/cm ²)	448			
2.- SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE				
CONTENIDO DE AIRE (%)	2.0			
3.- SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL				
3/8"				
1/2"				
3/4"				
1"				
1½"				
2"				
3"				
6"	ELIJA (T.M.)	3/4		
4.- SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO				
OPCIÓN	SLUMP			
1	1" a 2"			
2	3" a 4"			
3	6" a 7"	ELIJA OPCIÓN	2	
5.- SELECCIÓN DE VOLUMEN UNITARIO DE AGUA				
CANTIDAD DE AGUA (Lts/m ³)	205			
EL ACI RECOMIENDA (Lts/m ³)	205			
6.- SELECCIÓN DE RELACION AGUA CEMENTO				
RELACION AGUA CEMENTO A/C.	0.5			
EL ACI RECOMIENDA A/C.	0.5			
7.- DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO				
CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO (m ³)	0.580			
EL ACI RECOMIENDA (m ³)	0.580			

Grafico 12: Diseño de Mezcla $f_c=350\text{kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO $f_c = 350\text{Kg/cm}^2$ (COMITÉ ACI 211)						
CEMENTO : PORTLAND TIPO ICO - PACASMAYO						
GRAVA : CHANCADO CANTERA (HUALLAGA)						
ARENA : ZARANDEADO CANTERA (HUALLAGA)						
FECHA:						Mar-21
CARACTERISTICAS	PESO ESP. k/m ³	MODULO DE FINEZA	HUMEDAD NATURAL (%)	ABSORCION (%)	PESO SECO SUELTO K/m ³	PESO SECO VARILLADO K/m ³
CEMENTO	3.000	--	--	--	--	--
AGREGADO FINO	2.592	2.00	7.0	0.60	1592	1701
AGREGADO GRUESO	2.617		0.7	0.91	1540	1699
VALORES DEL DISEÑO						
1.- f_{cr} Kg/cm ²		448			6.- RELACION DE A/C.	0.48
2.- ASENTAMIENTO		3" a 4"			7.- AGUA Lts./m ³	205
3.- TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		3/4 "			8.- AIRE INCORPORADO	2.0
4.- CON AIRE INCORPORADO		S/A				
5.- VOL. DE AGREGADO GRUESO		0.580				
FACTOR DE CEMENTO		427				
CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO		985				
CANTIDAD DE AGREGADO FINO		664				
VOL. ABSOLUTO DE CEMENTO		0.142				
VOL. ABSOLUTO DE AGUA		0.205				
VOL. ABSOLUTO DE AIRE		0.020				
VOL. ABSOLUTO DE AG. GRUESO		0.377				
SUMATORIA DEL VOL. ABSOLUTO DE AG.		0.744				
VOL ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO		0.256				
SUMATORIA TOTAL		1.000				
					PASTA	0.367
					MORTERO	0.623
CANTIDAD DE MATERIALES						
CEMENTO	427	Kg/m ³			CEMENTO	10.0
AGUA	205	Lts./m ³			AGUA	43.4
AGREGADO FINO	664	Kg/m ³			AG. FINO	0.42
AGREGADO GRUESO	985	Kg/m ³			AG. GRUES	0.64
						bol/m ³ c
						gln/m ³ c
						m ³ a/m ³ c
						m ³ a/m ³ c
CORRECCION POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO	710.3	Kg/m ³			CONTRIBUCION DE LOS AGRAGADOS	
AGREGADO GRUESO	992.5	Kg/m ³			AGREGADO FINO :	6.40 42.5 Lts.
					AGREGADO GRUESO :	-0.19 -1.9 Lts.
					VOLUMEN DEL AGUA :	40.6 Lts.
					AGUA DE MEZ. CORRIG. POR HUM.: :	164.4 Lts.
CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDAS POR (m³)						
CEMENTO	427	Kg/m ³			VOLUMEN APARENTE EN PIE CUBICO	
AGUA CORREGIDA	164.4	Lts./m ³			10.0	Bls./m ³
AGREG. FINO HÚMEDO	710.3	Kg/m ³			164.4	Lts./m ³
AGREG. GRUESO HÚMEDO	992.5	Kg/m ³			15.8	Pies/m ³
		Lts./m ³			22.8	Pies/m ³
PROPORCION EN PESO						
CEMENTO :	1.0	Kg.			PROPORCION EN VOLUMEN PIE³	
AGUA :	0.4	Lts.			CEMENTO :	1
ARENA :	1.7	Kg.			AGUA :	16.4
GRAVA :	2.3	Kg.			ARENA :	1.6
					GRAVA :	2.3
						bol
						Lts.
						Pie ³
						Pie ³
						ml.