

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

Resistencia Térmica y Mecánica de un mortero al sustituir al cemento en un 16% de polvo de cáscara de arroz y polvo de conchas de abanico

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Villalva Martínez, Alex Santos

Asesor:

Cerna Chávez, Rigoberto

Chimbote – Perú

2018

PALABRAS CLAVE

Tema	Resistencia, térmica y mecánica
------	---------------------------------

Especialidad	Tecnología del Mortero
--------------	------------------------

KEYWORDS

Theme	Strength, thermal and mechanical
-------	----------------------------------

Specialty	Mortar technology
-----------	-------------------

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Programa	Ingeniería civil
----------	------------------

Línea de investigación	Construcción y Gestión de la Construcción
------------------------	---

OCDE	2. Ingeniería y tecnología 2.1. Ingeniería civil Ingeniería de la Construcción
------	--

Sub – líneas o Campo de Investigación	Materiales de la Construcción Tecnología de la Construcción y Procesos Constructivos
---------------------------------------	---

TÍTULO:

**RESISTENCIA TÉRMICA Y MECÁNICA DE UN MORTERO AL
SUSTITUIR AL CEMENTO EN UN 16% DE POLVO DE
CÁSCARA DE ARROZ Y POLVO DE CONCHAS DE ABANICO**

RESUMEN

El propósito de la investigación tiene por objetivo determinar la resistencia térmica y mecánica de un mortero con la sustitución de un porcentaje del 16% de cemento por (12% de polvo de cáscara de arroz y 4% polvo de conchas de abanico), estudio que se realizó en la ciudad de Chimbote en el año 2018, utilizando agregado de la cantera de Rubén, la cáscara de arroz del molino Zavaleta del Distrito de Santa - Ancash, concha de abanico de la empresa “Acuapesca” de Casma - Ancash y con cemento portland tipo I, con la finalidad de encontrar alternativas de materiales para ser aplicados en el campo de la ingeniería civil.

Esta investigación trató sobre la sustitución del cemento sobre el mortero de albañilería, lo cual se estudió los materiales que lo componen, la sustitución del cemento utilizando la combinación de cáscara de arroz y concha de abanico, a su vez realizando el ensayo de Fluorescencia de Rayos X para comprobar la composición química que tiene la cascara de arroz y la combinación con la Concha de Abanico, también analizamos el Grado de alcalinidad

Así mismo la combinación del polvo de cáscara de arroz y la concha de abanico se pudo establecer los principales componentes que son Dióxido de Silicio y Óxido de Calcio, 39.179% y 46.443 % respectivamente. Siendo elementos químicos más importantes que también tiene el cemento como parte de su composición.

Se determinó que la combinación cáscara de arroz y concha de abanico en 16%, puede ser usada en obras de construcción, brindándole a la población estructuras de resistencia térmica y mecánica.

ABSTRACT

The purpose of the research is to determine the thermal and mechanical resistance of a mortar with the replacement of a percentage of 16% cement by (12% of rice husk powder and 4% of scallop powder), study that was carried out in the city of Chimbote in 2018, using aggregate from the Ruben quarry, the rice husk of the Zavaleta mill of the District of Santa-Ancash, the Casma-Ancash fan shell and portland type I cement, in order to find alternative materials to be applied in the field of civil engineering.

This investigation dealt with the replacement of the cement on the masonry mortar, which was studied the materials that compose it, the replacement of the cement using the combination of rice husk and fan shell, performing the X-ray Fluorescence test To check the chemical composition of the rice husk and the combination with the Fan Shell, we also analyze the degree of alkalinity.

The combination of the rice husk powder and the fan shell could be established the main components that are Silicon Dioxide and Calcium Oxide, 39.179% and 46.443% respectively. Being more important chemical elements that cement also has as part of its composition.

It was determined that the combination of rice husk and fan shell in 16% can be used in construction sites, providing the population with thermal and mechanical resistance structures.

INDICE

Palabra clave.....	i
Título.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice.....	v
Índice de Tablas.....	vi
Índice de Figuras.....	vii
Índice de Graficos.....	viii
I. Introducción.....	1
II. Metodología.....	46
III. Resultados.....	59
IV. Análisis y Discusión.....	72
V. Conclusiones.....	74
VI. Recomendaciones.....	76
VII. Referencias Bibliográficas.....	77
VIII. Agradecimiento.....	80
IX. Anexo.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Granulometría de la arena.....	14
Tabla 2. Componente químico del cemento	17
Tabla 3. Componente químico del cemento Pacasmayo Tipo I.....	18
Tabla 4. Granulometría del mortero.....	20
Tabla 5. Requisitos para el agua de mezcla.....	22
Tabla 6. Componente químico de la cáscara de arroz.....	30
Tabla 7. Conductividad Térmica de la cáscara de arroz.....	30
Tabla 8. Componente de la concha de abanico.....	38
Tabla 9. Composición química de las conchas de abanico.....	39
Tabla 10. Variable dependiente de la Resistencia Térmica.....	42
Tabla 11. Variable dependiente de la Resistencia Mecánica.....	43
Tabla 12. Variable independiente.....	44
Tabla 13. Técnicas e instrumentos de investigación.....	49
Tabla 14. Estudio y análisis de PH.....	59
Tabla 15. Análisis de Composición química del polvo de cáscara de arroz.....	61
Tabla 16. Composición química de cáscara de arroz y conchas de abanico.....	62
Tabla 17 Propuesta de Arena Manufacturada.....	63
Tabla 18 Fluidez de diseño Patrón y experimental.....	63
Tabla 19 Conductividad Térmica de mortero Patrón a los 60 días.....	64
Tabla 20. Conductividad Térmica de mortero Experimental a los 60 días.....	64
Tabla 21. Resistencia térmica del mortero patrón y experimental.....	65
Tabla 22. Resistencia mecánica ensayo de morteros patrón	67
Tabla 23. Resistencia mecánica ensayo de mortero experimental.....	68
Tabla 24. Análisis Estadísticos de la Resistencia Térmica.....	70
Tabla 25. Análisis Estadístico de la Resistencia mecánica.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Placas compactadas de cáscara de arroz	32
Figura 2. Partes de la concha de abanico	33
Figura 3. Concha de abanico.....	36
Figura 4. Textura de la Concha de abanico.....	37
Figura 5. Escala del potencial de hidrógeno.....	59
Figura 6. Extracción de las conchas de abanico.....	82
Figura 7. Ubicación de la zona de Extracción de las conchas de abanico.....	82
Figura 8. Proceso de lavado y limpiado de las cochas de abanico.....	83
Figura 9. Proceso de secado y llevado al horno.....	83
Figura 10. Material llevado a 800 °C por 4 horas en el horno.....	83
Figura 11. Trituración de las conchas de abanico una vez sacado del horno.....	83
Figura 12. Obtención del polvo pasado por la malla N° 200.....	84
Figura 13. Pasamos por una malla que retenga algunos residuos.....	85
Figura 14. Triturado de la cascara de arroz mediante una maquina manual.....	85
Figura 15. Molido de cascara de arroz	85
Figura 16. Proceso de la obtención del polvo pasando por la malla N° 200.....	86
Figura 17. Obtención del polvo de la cáscara de arroz.....	86
Figura 18. Proceso del cuarteo de la arena.....	87
Figura 19. Proceso de gradación de arena, se tomó 8 Kg para dicho ensayo.....	87
Figura 20. Peso del cemento para 2 especímenes.....	88
Figura 21. Peso del de la arena para 2 especímenes	88
Figura 22. Peso del agua para 2 especímenes.....	88
Figura 23. Proceso de mezclado del material.....	89
Figura 24. Proceso de mezclado del material.....	89
Figura 25. Procedimiento de 25 giros a la manija, en un tiempo de 15 segundos....	89
Figura 26. Peso de Cemento Tipo I.....	90
Figura 27. Peso de la Arena.....	90

Figura 28. Peso del agua.....	90
Figura 29. Proceso de mezclado de diseño patrón.....	91
Figura 30. Proceso de vaciado en el molde.....	91
Figura 31. Proceso de curado a los 60 días.....	91
Figura 32. Peso de mortero M1 después de 60 días de curado.....	91
Figura 33. Peso de mortero M2 después de 60 días de curado.....	92
Figura 34. Peso de mortero M2 después de 60 días de curado.....	92
Figura 35. Peso de mortero EXP-M1 después de 60 días de curado.....	93
Figura 36. Peso de mortero EXP-M2 después de 60 días de curado.....	93
Figura 37. Peso de mortero EXP-M3 después de 60 días de curado.....	93
Figura 38. Obtención de niveles de conductividad térmica de morteros.....	94
Figura 39. Supervisando cada ensayo del mortero.....	94
Figura 40. Proceso de Análisis de Conductividad.....	95
Figura 41. El Dr. Díaz encargado del laboratorio de la facultad de ciencias.....	95
Figura 42. Supervisión por el asesor, el Ing. Rigoberto Cerna.....	96

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Producción Nacional del arroz en cáscara.....	28
Gráfico 2. Principales regiones productoras de arroz en cáscara.....	29
Gráfico 3. Rendimiento de arroz en cáscara por región.....	29
Gráfico 4. Producción de conchas de abanico.....	34
Gráfico 5. Cosecha Nacional de conchas de abanico.....	35
Gráfico 6. Representación de Ph Obtenido	60
Gráfico 7. Resistencia Térmica de mortero patrón los 60 días de curado.....	65
Gráfico 8. Resistencia Térmica de mortero experimental los 60 días de curado.....	66
Gráfico 9. Comparación de la resistencia térmica Patrón y Experimental.....	67
Gráfico 10. Comparación de la resistencia mecánica Patrón y experimental.....	68
Gráfico 11. Resistencia mecánica promedio del Diseño Patrón y experimental.....	69

I. INTRODUCCIÓN

Los antecedentes al estudio de investigación, se realizó la búsqueda bibliográfica determinando aquellas instituciones o investigadores que han efectuado estudios relacionados con el polvo de la cáscara de arroz y polvo de la concha de abanico en la sustitución con el cemento.

Serrano, T. (2012). Realizó una investigación experimental donde los resultados mostraron que se obtuvieron morteros de muy baja densidad y elevada porosidad que los convierten en candidatos para elaborar materiales de construcción para 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. Analizó la posibilidad de utilizar la cascarilla de arroz con y sin pretratamientos, como una adición en la fabricación de morteros ligeros. Se estudiaron diversos pretratamientos de la cascarilla, tales como el lavado con agua destilada y baño en disolución acida durante 24 hrs. Lo cual lego a la conclusión que se han obtenido morteros ligeros con densidades en el intervalo de 1,1–1,3 g/cm³, que presenta resistencia mecánica entre 2 y 4 MPa, en la cual no presentaban las propiedades mecánicas de los morteros tradicionales. Sin embargo son interesantes para ser aplicados en componentes de construcción livianos y de uso no portante (aislamientos térmicos/acústicos o rellenos).

Sierra, J. (2009). En su investigación indica que la cáscara de arroz tiene propiedades altamente abrasivas, 6 en la escala Mohs en estado natural. Su estructura presenta un volumen poroso del 54%, cavidades que permanecerán cerradas en tanto no se someta a un proceso de combustión, su coeficiente de conductividad térmica permite presumir su utilidad como componente principal de sistemas de aislamiento térmico.

Cadena, C & Bula, A. (2002). Desarrolla una investigación experimental, comparando con otros materiales la cascarilla de arroz tiene una conductividad térmica de 0.036 (K (W/m*k)), donde la transformación de las propiedades físico-químicas comienza por encima de los 750 °C, lo cual garantiza un amplio rango de estabilidad térmica. Concluyo que es posible obtener valores competitivos de conductividad térmica para aplicación en el área de aislamientos por medio de aglomeraciones de cascarilla de arroz con elementos naturales y subproductos agrícolas. Tales valores conductivos les permiten competir con materiales de uso difundido en la ingeniería aplicada. Detalló que en aplicaciones de aislamientos de construcciones civiles, los materiales analizados pueden contribuir a disminuir la carga térmica de recintos acondicionados al actuar como barreras térmicas y a su vez como controladores en la prevención y difusión de incendios.

Saavedra, J. (2016). En su investigación concluyó que el reemplazo de concha de abanico triturada (entre los tamaños 4.76 y 1.19 mm) en mezclas elaboradas con agregado grueso triturado tiende a disminuir la resistencia a la compresión a edades tempranas. Sin embargo, su comportamiento a edades tardías (90 días) se aproxima a la de la mezcla patrón, con excepción de las mezclas de mayor reemplazo (40% y 60%). Por otro lado, las mezclas realizadas con agregado redondeado presentan un comportamiento homogéneo a edades tempranas y una ligera disminución en la mezcla de 60% de reemplazo para mayor edad.

Nizama, D. (2014). Concluyó que es posible obtener un concreto con características mecánicas adecuadas al reemplazar el agregado grueso por conchas de abanico trituradas en tamaños menores a 1", en proporciones máximas del 40%. Con más del 40% de reemplazo la trabajabilidad disminuye demasiado y además no se logra la resistencia especificada. Con porcentajes de reemplazo menores al 40% el efecto en la trabajabilidad no es significativo y es posible lograr un concreto con comportamiento en estado fresco y endurecido muy similar a un concreto convencional, aunque con una resistencia hasta un 20% menos de la que se lograría sin reemplazo de agregados. Dado que las conchas de

abanico son partículas chatas, con dos superficies, una muy rugosa y la otra totalmente lisa, la adherencia entre estas partículas y la pasta de cemento es débil en uno de sus planos. Esto produce una falla del concreto por deslizamiento entre la pasta y la superficie de la concha. Lo cual recomendó trabajar las conchas de abanico con la trituración más pequeña con la pasta de cemento para comparar las propiedades térmicas (calor específico, capacidad calorífica).

Linarez, C. (2015). En su investigación “Elaboración de ladrillos ecológicos a partir de residuos agrícolas (cascara y cenizas de arroz), como material sostenible para la construcción”, Utilizando cáscara de arroz y las cenizas del arroz en ladrillos de concreto utilizando 4 porcentajes diferentes de cascara de arroz (10%, 15%, 20 % y 25%) y las cenizas de cascara de arroz (5%, 10 %, 15 % y 20%) someténdolo a pruebas de Humedad, Absorción, Carga y Compresión. Llegando a resultados de la resistencia a la compresión fue del porcentaje realizado de 20% C.A y 15% C.C.A con 20,1250 Kg/cm² y la menos resistencia tuvo el porcentaje de 10% C.A y 5% C.C.A con 17,0750 Kg/cm². Por lo cual recomendó Elaborar ladrillos ecológicos usando como aditivo la cascarilla de arroz molida con ceniza calcinada o, plástico triturado ya que mientras las partículas sean más diminutas la compactación y homogenización en la mezcla, tendrá mejor terminación facilitando el proceso de fabricación de los ladrillos ecológicos.

Sus resultados de investigación los ladrillos elaborados tiene una clasificación Tipo Ladrillo I ya que la compresión en menor a 50 Kg/m², tiene resistencia y durabilidad muy bajas siendo aptas en albañilería con existencias mínimas.

Diestra, E. (2016). En su investigación realizó la calcinación de las conchas de abanico por lo cual realizo un Ensayo Térmico Diferencial lo cual fue sometido a altas temperaturas lo cual detallo que el Análisis Termo Gravitatorio (TG) muestra una estabilidad de la muestra hasta los 800° C y a partir de esta temperatura aparece una caída de la masa. Por lo cual utilizó su material por 4 h en horma a los 900°C. A su vez elaboro

ensayos de morteros de concreto patrón dando resultados a las 3 días con 346.09 kg/cm², a los 7 días con 393.07 kg/cm², y a los 28 días con 404.97 kg/cm².

Por otra parte Analizo su composición química de la concha de abanico dando como resultado un 99.59 % de Oxido de Calcio permitiendo obtener materiales percursores del cemento

Benites, C, Cornelio, C, Montero, L, Conde, M, Staub, L & Iglesias, L. (2011). En su investigación experimental, contiene los resultados de la utilización del polvo proveniente del reciclaje y calcinación a 800° C de los residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus* (conchas de abanico). Este polvo así obtenido fue utilizado para sustituir el cemento comercial tipo Portland I en un porcentaje del 5% en el diseño de mezcla de concreto. Las mezclas de concreto obtenidas con este orden de sustitución se sometieron a la medición de su resistencia en compresión para los periodos de 7, 14 y 28 días de fraguado. Estas resistencias se compararon con las resistencias de una mezcla patrón en la cual el cemento no fue sustituido en absoluto y cuya resistencia de diseño fue $f' = 210 \text{ Kg/cm}^2$. Se concluye que: Los resultados obtenidos fueron los siguientes: a los 7 días la resistencia de la mezcla sustituida superó a la resistencia de la mezcla estándar alcanzando los valores de 167,95 kg/cm² y 159,6 kg/cm² respectivamente. A los 14 días la resistencia de la mezcla estándar supera a la resistencia de la mezcla sustituida alcanzando los valores de 225,36 kg/cm² para la primera y 193,19 kg/cm² para la segunda. A los 28 días la resistencia de la mezcla estándar y de la mezcla sustituida supera la resistencia del diseño 210 kg/cm² y alcanza los valores de 273,37 kg/cm² para la estándar y de 225,83 kg/cm² para la sustituida. Es posible utilizar los materiales de los desechos calcáreos de conchas de abanico en beneficio del 4 sector construcción a través de la reducción de costos y disminución de la contaminación del medio ambiente.

Justificación de la investigación

Entendiéndose como problemática la producción excesiva del cemento y su efecto contaminante a nivel mundial, se buscó determinar la resistencia térmica y mecánica del mortero elaborado con el polvo de las cáscara del arroz y el polvo de las conchas de abanico el que beneficiará al Departamento de Ancash ya que es un sustituto de uno de los materiales más comunes y utilizados en la actualidad de la construcción como es el cemento, en un diseño de mortero. En el caso de la cáscara de arroz que se utilizará en el mortero implicaría la reducción de un gran impacto ambiental, ya que, al no tener ninguna salida comercial hasta el momento, se almacenan al cielo abierto contaminando suelos, agua, etc.

La industria de la construcción representa una de las que generan mayor impacto ambiental, por lo cual se debería utilizar materiales y componentes constructivos de baja energía incorporada y fácil reintegración al medio ambiente al final de su vida útil. Se busca mejorar las características del mortero con materiales que están al alcance de la población andina, uno de las materias primas más utilizadas es el Arroz. En la actualidad se busca muchas alternativas para la sustitución el cemento por materiales porosos de origen natural para llegar a un diseño de mortero con alta Resistencia térmica y mecánica. Se pretende que sea un proyecto sostenible y posible a llevarse a cabo también en poblaciones con menos recursos económicos y tecnológicos.

Problema

Realidad problemática

Nivel Internacional

El mortero, a nivel internacional es el material más utilizado en la construcción, gran parte de la infraestructura de los países está elaborada con él, por lo que su conocimiento y tecnología son básicos para el ingeniero civil encargado de alguna etapa del proceso constructivo. Es un tema con implicaciones socioeconómicas. El

Reino Unido, un país desarrollado, destina 40% de la inversión en construcción a la reparación y al mantenimiento, 4% de su Producto Interno Bruto.

Las temperaturas más bajas, hace unos años, un equipo de científicos precisaba cuál era el lugar más frío del planeta. Las temperaturas más bajas se han registrado en los puntos más septentrionales, la cual se tiene como referencia al Pueblo de Oymyakon , situado en el este de Siberia donde la temperatura media es casi de - 50° C. En el caso de Europa, también sufren esas mínimas temperaturas en los países nórdicos. En Turquía se han llegado a registrar mínimas temperaturas de ese mismo calibre, como en Estados Unidos.

En la edificación el aislamiento térmico apunta a la obtención de varias finalidades: evitar las ganancias de calor, evitar las fugas de calor (para regiones frías), lograr determinadas temperaturas en las superficies de los cerramientos, para confort ambiental, e impedir problemas de condensación; por la disminución del poder de aislación térmica.

Nivel Nacional

El clima del Perú es resultado de una serie de aspectos geográficos de los cuales uno de los más influyentes es la Cordillera de los Andes. Esta cadena de montañas se ubica a todo lo largo de nuestro país y es la que determina las diversas regiones. A su vez, en la sierra, la cordillera genera tres zonas: el Páramo, al norte; la Puna, al centro y sur; y el Altiplano.

Durante los meses de mayo a agosto, las más bajas temperaturas del Perú se registran en esas zonas alto andinas, principalmente en el Altiplano. La temperatura del aire cercano al suelo desciende a algunos grados bajo cero y este fenómeno atmosférico es conocido como helada, presentándose usualmente como granizadas y nevadas. No obstante, las bajas temperaturas y el friaje se presentan todo el año por lo que tomar medidas para atenuar sus efectos debe ser una prioridad.

En la construcción de edificaciones, se emplean diversos materiales para los elementos de contorno, los cuales no necesariamente favorecen al aislamiento térmico de las viviendas. Los mejores aislantes se caracterizan por ser materiales porosos o fibrosos debido a que en su interior cuentan con celdas que al momento de su fabricación atrapan generalmente aire.

Este fluido al poseer un bajo coeficiente de conductividad térmica mejora las propiedades de aislamiento del material del cual forma parte.

Nivel Local

A nivel local por ser una zona cálida los problemas de friaje no se observa a menudo, no obstante la investigación está orientada más en zonas con bajas temperaturas, donde la implementación de un sistema de aislamiento térmico beneficiara a su población, la utilización de un material común entre ellos como es la cascara del arroz y las conchas de abanico contribuirá en el sistema de aislamiento térmico ya mencionado. Por lo que en varias zonas de Ancash el nivel de temperatura son bajas y zonas de la sierra con Sihuas, Cabana, Huaraz, Pomabamba y Yungay

En las viviendas de construcción tradicional el uso de la aislación térmica se realiza en el techo utilizando “lana de vidrio”, “film plástico alveolar”, y “espuma poliuretano”, que, si bien estos últimos son muy efectivos, tienen un alto precio de mercado, y generan un gran impacto ambiental al liberar al gas expándete a la atmósfera.

Otros sistemas constructivos como los de viviendas industrializadas de madera o metal, profundiza este lineamiento, donde todos los paramentos exteriores y el techo de la vivienda se recubre con material aislante térmico.

Esto denota el potencial de demanda de aislantes térmicos a ser suplido por materiales alternativos más ecológicos.

Formulación de Problema

¿En qué medida la sustitución del cemento por el 16% del polvo de cáscara de arroz y polvo de conchas de abanico en el diseño de mezcla de un mortero mejoraría la resistencia térmica y mecánica, en comparación a un diseño convencional?

Conceptuación y Operacionalización de Variables

Tecnología de Materiales

La historia del mortero constituye un capítulo fundamental de la historia de la construcción. Cuando el hombre optó por levantar edificaciones utilizando materiales arcillosos o pétreos, surgió la necesidad de obtener pastas o morteros que permitirán unir dichos mampuestos para poder conformar estructuras estables. Inicialmente se emplearon pastas elaboradas con arcilla, yeso o cal, pero se deterioraban rápidamente ante las inclemencias atmosféricas.

Los primeros morteros utilizados en la historia fueron los morteros de barro, el cual permitió no solo apilar, sino acomodar con mayor facilidad las piedras irregulares

A través del tiempo en México y en el mundo, se ha tenido que lidiar con fenómenos naturales que afectan principalmente a nuestras edificaciones, haciendo que estas sufran diferentes tipos de daños, el más recurrente es la aparición de grietas. Motivo, por lo cual nace la necesidad de la creación de nuevas tecnologías que sean capaces de soportar o reparar dichos problemas ya que después de haber sufrido esto pueda recuperar su resistencia inicial, para lograr evitar el remplazo de elementos estructurales, dando un mantenimiento más económico y sustentable al edificio.

La industria de la construcción ha tenido un notorio crecimiento en todo el mundo, pero los fenómenos naturales (sismos, movimiento de suelos, etc.) que se presentan a diario son cada vez mayores los daños que ocasionan son cada vez más grandes, motivo por el cual es sumamente caro su mantenimiento y sus remediaciones.

Gracias a los conocimientos empíricos, científicos y técnicos a lo largo del tiempo, la producción y fabricación de estos materiales ha experimentado importantes cambios, desde una fabricación artesanal a una industrial en la cual se utilizan nuevos productos así como nuevos procedimientos y tecnología para garantizar una producción de mortero de calidad.(Salamanca, 2011)

Gracias al impulso de las nuevas tecnologías e investigaciones lo llevan al margen de las necesidades. Los diseños de nuevas mezclas de acuerdo con su aplicación, los procesos de elaboración, sistemas de puesta en obra y nuevos aditivos; hacen que las propiedades de los morteros como de los concretos se puedan ver modificadas ampliamente y responder a nuevas limitantes para satisfacer las necesidades en cualquier edificación. Esto refleja que los morteros son tan útiles como necesarios y hoy en día tenemos en este campo una industria moderna.

Morteros

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificación, en la Norma E.070 nos indica, que El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería, se tendrá en cuenta lo indicado en las Normas NTP 399.607 y 399.610.

Componente:

- Cemento Portland tipo I y II, NTP 334.009
- Cemento Adicionado IP, NTP 334.830
- Una mezcla de cemento Portland o cemento adicionado y cal hidratada normalizada de acuerdo a la NTP 339.002.

Pueden definirse como la mezcla de material aglomerante (cemento Portland y/u otros cementantes), un material de relleno (agregado fino o arena), agua y eventualmente

aditivos, con propiedades químicas, físicas y mecánicas similares a las del concreto y son ampliamente utilizados para pegar piezas de mampostería en la construcción de muros, o para recubrirlos, en cuyo caso se le conoce como recubrimiento, repello o revestimiento.

Características del mortero fresco

Morteros en estado fresco: al adicionar agua al cemento, se origina una pasta de cemento, la cual pasa por una etapa inicial, en la que se desarrolla el proceso de hidratación del cemento, durante el cual presenta una consistencia plástica. Luego se inicia su endurecimiento, en el que adquiere progresivamente las características de sólido

- Obtención de la mezcla: Establece el método para obtener morteros de consistencia plástica por mezcla mecánica.
- Tiempo de Utilización: se refiere al tiempo durante el cual el mortero tiene suficiente trabajabilidad, sin la adición posterior de agua para contrarrestar el fraguado.
- Fluidez del Mortero: Es un parámetro de la relación agua/cemento, la cual es un indicador de la trabajabilidad, se determina por medio de la mesa de sacudidas.
- Tiempo de Fraguado: Es el tiempo necesario para el endurecimiento completo del mortero.

El mortero fresco es cuando se adiciona agua al cemento, lo cual se da origen a la pasta de cemento, lo cual pasa por una etapa inicial, en la que se desarrolla el proceso de hidratación del cemento, durante el cual presenta una consistencia plástica, lo cual pasa a un estado de endurecimiento, en el que adquiere progresivamente las características de sólido. (Salamanca, 2001).

Propiedades de los morteros

La evaluación de las propiedades de los morteros puede considerarse como una medida de control de calidad. Por lo regular se toman en cuenta propiedades en estado plástico y en estado endurecido. Si un mortero cumple con dichas características, fraguará y endurecerá dentro del tiempo y resistencia esperados.

Propiedades en estado fresco

Trabajabilidad / Consistencia: se puede definir como el comportamiento de la mezcla (mortero en estado fresco) en relación a todas las propiedades requeridas durante la aplicación de la misma, subsiguiente trabajado y acabado. Es difícil de precisar pues es el resultado de la combinación de un gran número de propiedades directamente relacionadas.

Tiempo de Utilización: También denominado tiempo de uso, se puede definir como el tiempo durante el cual el mortero puede ser utilizado, con la adecuada trabajabilidad, pues todavía no ha comenzado el fraguado. En ese tiempo se deben mantener, obviamente, todas las características que presenta el mortero fresco.

Capacidad de Retención de agua: Esta propiedad es la facultad que tienen los morteros para evitar la pérdida de agua por absorción (succión) de las unidades de albañilería y por el contacto con el aire, en diferentes condiciones de temperatura, humedad, presencia de viento, etc. La retención de agua incide directamente en la trabajabilidad, pues un mortero con una buena capacidad de retención de agua permanece suave y plástico el tiempo suficiente para su utilización

Densidad aparente: La densidad aparente del mortero fresco está en función de los materiales que se utilicen, especialmente los áridos, como es lógico, pues los conglomerantes son siempre los mismos, y de la dosificación de los diferentes

componentes. La principal influencia de la densidad es en la trabajabilidad, pues los morteros ligeros suelen ser más trabajables, sobre todo a largo plazo.

Contenido en Aire: Para que la durabilidad sea la adecuada, el mortero debe presentar un correcto contenido en aire, especialmente en situaciones de hielo-deshielo, pues las burbujas actúan a modo de cámaras de expansión que permiten que el agua se expanda sin la destrucción de la matriz del mortero. Por el contrario, el exceso de aire genera una gradual reducción de las resistencias mecánicas, por lo que, como sucede siempre con estas propiedades, los valores deben mantenerse dentro de unos márgenes satisfactorios, en este caso del orden del 5 al 20%, aunque la normativa actual no establece límites concretos.

Adherencia: es la propiedad que mide la facilidad o resistencia que presenta el mortero al deslizamiento sobre la superficie del soporte en el que se aplica. Se mejora mediante un mayor incremento del cemento y cal y mediante el uso de finos arcillosos a la arena

Propiedades en estado de endurecimiento

Resistencia Mecánica: Los morteros tienen que soportar las cargas mecánicas que sobre ellos actúan de acuerdo con el sistema constructivo establecido. De una u otra forma, todos los morteros están sujetos a estas fuerzas, bien sean de flexión (las que actúan perpendicularmente al eje del cuerpo tendiendo a doblarlo) o de compresión (las que actúan sobre una superficie perpendicular al eje del cuerpo tendiendo a reducirlo)

Adhesión: define la adhesión, o resistencia de unión, como la “adhesión perpendicular, en el lecho del mortero, entre el mortero para albañilería y la pieza (unidad) para albañilería”. Aunque es importante para todo tipo de morteros (una

buena adhesión es esencial para minimizar la entrada de agua y humedad, ya que la interface entre la unidad de albañilería y el mortero es la parte más vulnerable, en ese sentido, de la construcción).

Absorción de Agua: La absorción depende de la estructura capilar del material, por tanto, cuanto más compacto sea un mortero, menor será la red capilar y, en consecuencia, menor absorción presentará. La incorporación de aditivos hidrofugantes, plastificantes y aire antes también contribuye notablemente a disminuir la absorción capilar en los morteros que los incorporan.

Densidad Aparente: La densidad del mortero dependerá fundamentalmente de la que tengan sus componentes: arenas, adiciones, etc. También es determinante la granulometría y volumen que éstos ocupen en su dosificación. Además, incide en la densidad la relación agua/cemento del mortero. A medida que aumenta dicha relación más poroso es el mortero.

Durabilidad: Es la resistencia a los agentes externos como las bajas temperaturas, la penetración del agua, desgaste por abrasión, retracción al secado, eflorescencias, agentes corrosivos, o choques térmicos, entre otros, sin deterioro de sus condiciones físico-químicas con el tiempo. En general, se cree que morteros de alta resistencia a la compresión tienen buena durabilidad, sin embargo, el uso de agentes inclusores de aire es de particular importancia en ambientes húmedos, ambientes marinos y en general en condiciones de ambiente agresivo.

Retracción: Es la pérdida de volumen del mortero, y se debe principalmente a reacciones químicas de hidratación de la pasta, sobre todo en aquellas con una alta relación agua-cemento. El agregado soluciona el problema en parte especialmente si es de textura rugosa, ya que forma un esqueleto que evita los cambios de volumen y el peligro de agrietamiento. En zonas calurosas y de mucho viento el agua de

mezclado tiende a evaporarse produciendo tensiones internas en el mortero, que se expresan en la formación de visibles grietas. Lo mismo ocurre si la base es muy absorbente. Aparentemente la retracción es proporcional al espesor de la capa de mortero y a la composición química del cemento. Para evitar la retracción es conveniente usar cementos de baja retracción al secado (puzolánicos o con adición inerte) y agregados de buena granulometría con pocos finos.

Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:

Cemento Portland o cemento adicionado normalizados.

El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la tabla 1.

Tabla 1: Uso granulométrico de la arena

Granulometría de la arena	
mallas ASTM	% que pasa
Nº 4 (4.75 mm)	100
Nº 8 (2.36 mm)	95 a 100
Nº 16 (1.18 mm)	70 a 100
Nº 30 (0.60 mm)	40 a 75
Nº 50 (0.30 mm)	10 a 35
Nº 100 (0.15 mm)	2 a 15
Nº 200 (0.075 mm)	menos de 2

Fuente: Rivera, G. (2013)

No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.

El módulo de fineza estará comprendido entre 1,6 y 2,5.

El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.

No deberá emplearse arena de mar.

El agua será potable y libre de sustancias deletéreas, ácidos, álcalis y materia Orgánica.

Especificaciones:

La resistencia de la compresión mínima es de 40kg/Cm².

La consistencia del mortero se ajustará tratando de que alcance la mínima fluidez compatible con una fácil colocación.

El tiempo de mezclado, una vez que el agua se agrega, no debe ser menor que 3 min.

(Rivera, G. 2013)

Componentes del mortero

Existe una amplia variedad de componentes para la realización de un mortero el cual debe llevar como mínimo un material aglomerante y un inerte.

Cemento Portland:

El cemento se obtiene de la pulverización del Clinker, el cual es producido por la calcinación hasta la fusión incipiente de materiales calcáreos y arcillosos.

Clinker es un producto artificial obtenido de la calcinación a elevadas temperaturas (1400 – 1450 °C) de la mezcla en proporciones específicas de polvo de rocas arcillosas y calizas, obteniéndose módulos de varios tamaños usualmente ¼” a 1” de diámetro de color negro característico, reluciente y duros al enfriarse.

Composición química

Tacilla, E, Araujo, F & Cardozo, V. (2004). Señala que las principales materias primas para la fabricación del cemento y las propiedades generales que intervienen son:

- Silicato tricálcico (C3S), el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación.
- Silicato dicálcico (C2S), el cual define la resistencia a largo plazo y no tiene tanta incidencia en el calor de hidratación.
- Aluminato tricálcico (C3A), es un catalizador en la reacción de los silicatos y ocasiona un fraguado violento. Para retrasar este fenómeno, es preciso añadirle yeso en el proceso de 3% a 6% y eso durante la fabricación del cemento.
- Aluminio- ferrito tetracálcico (C4AF), influye en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.
- Óxido de magnesio (MgO), tiene importancia para contenidos mayores de 5% por lo que genera problemas de expansión en la pasta hidratada y endurecimiento
- Óxido de potasio y Sodio (K_2O y Na_2O), con importantes estos álcalis cuando entran en contacto con ciertos tipos de agregados produciéndose reacciones químicas generando expansiones en los cementos y morteros.
- Óxido de Manganeso y Titanio (Mn_2O_3 , TiO_2), en primero no tiene significación especial en las propiedades del mortero, solo en su colocación tiende a hacer marrón si se tiene contenidos mayores al 3% y se ha observado que en contenidos mayores de 5% existen disminuciones de la resistencia a largo plazo. El segundo componente influye en la resistencia, endureciéndola para contenidos mayores del 5%.

Tabla N°2. Componente químico del cemento

%	COMPONENTE QUIMICO	PROCEDENCIA USUAL
95%<	Oxido de calcio (CaO) Oxido de Sílice (SiO ₂) Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃) Oxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	Rocas Calizas Areniscas Arcillas Arcillas, Mineral de Hierro, piritita
5%<	Oxido de Magnesio, Sodio, potasio, titanio, azufre, fósforo Y magnesio	Minerales Varios

Fuente: Pasquel, E. (1993)

Tipos de Cementos:

- Tipo I, para uso general que no requiera propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo.
- Tipo II, para uso general y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos.
- Tipo III, para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales.
- Tipo IV, para usar cuando se desea bajo calor de hidratación.
- Tipo V, para usar cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

El cemento empleado para la presente tesis fue el cemento Portland tipo I por condiciones de sulfatos.

TABLA 3. Compuesto químico del cemento Pacasmayo tipo I

Componentes	Cemento Pacasmayo Tipo I
Oxido de Sílice: <i>SiO₂</i>	20.5%
Oxido de Hierro: <i>Fe₂O₃</i>	5.14%
Oxido de Aluminio: <i>Al₂O₃</i>	4.07%
Oxido de Calcio: CaO	62.92%
Oxido de Magnesio: MgO	2.10%
Óxido de Azufre: <i>SO₃</i>	1.83%
Perdida por Calcinación: P.C	1.93%
Residuo Insoluble: R.I	0.68%
Cal Libre: Cao	1.10%
Álcalis: <i>Na₂O</i>	0.22%
Silicato Tricalcico: <i>C₃S</i>	44.70%

Fuente: Riviera, G. (2013)

Agregado fino

Teodoro, E. (2005). El agregado para utilización de morteros de albañilería consiste en arena natural o arena manufacturada. La arena manufacturada es el producto obtenido por molienda de piedra, grava, o escoria de alto horno enfriada al aire, especialmente procesados para asegurar partículas de forma y gradación apropiadas.

Llamados también áridos, son materiales inertes que se combinan con los aglomerantes (cemento, cal, etc.) y el agua formando los concretos y morteros.

Propiedades físicas:

El agregado fino a utilizarse en el concreto debe cumplir ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones técnicas de las normas peruanas NTP.

Peso específico: Es la relación entre el peso del material y su volumen, su diferencia con el peso unitario está en que este no toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material. Es necesario tener este valor para realizar la dosificación de la

mezcla y también para verificar que el agregado corresponda al material de peso normal.

Peso unitario: (N.T.P 400.017 / A.S.T.M C-29) El peso unitario depende de ciertas condiciones intrínsecas de los agregados, tales como su forma, tamaño y granulometría, así como el contenido de humedad; también depende de factores externos como el grado de compactación impuesto, el tamaño máximo del agregado en relación con el volumen del recipiente, la forma de consolidación, etc.

Peso unitario suelto: El agregado se llena continuamente hasta completar un volumen establecido sin ningún tipo de compactación.

Peso Unitario Compactados El agregado se llena en tres partes iguales, aplicando compactación por validación por varillado a cada capa de acuerdo a la especificación de la Norma.

Contenido de humedad: Es la cantidad de agua que contiene el agregado fino. Esta propiedad es importante porque de acuerdo a su valor (en porcentaje), la cantidad de agua en el concreto varía.

Requisitos de uso:

El agregado fino será arena natural. Sus partículas serán limpias, de perfiles preferentemente angulares, duros, compactos y resistentes.

El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones partículas escamosas o blandas, requisitos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias perjudiciales. Debe cumplir las normas sobre su granulometría.

Granulometría (N.T.P 400.012 / A.S.T.M C-33) Esta propiedad caracteriza al agregado en base a la densidad de tamaños de sus partículas que lo conforman. Para esta

caracterización de tamaños debe analizar mediante su separación en 7 fracciones, cribándola a través de las mallas normalizadas como “serie estándar” cuyas aberturas se duplican sucesivamente a partir de la más reducida que es igual a 0.150mm, cuyo procedimiento de ensayo está dado por la norma indicada. La importancia de esta propiedad es que de acuerdo a la forma como están distribuidos sus tamaños tienen influencia directa sobre el comportamiento del cemento fresco y endurecido.

TABLA 4. Especificación granulométrica para Morteros

Arena Manufacturada					
Nº Mallas	Pesos retenido (gr)	% retenido	% Retenido acumulado	% pasa	Arena Manufacturada (%)
Nº4	0.0	0.00	0	100	100
Nº8	33.0	4.80	4.8	95.2	95-100
Nº16	171.88	25	29.8	70.2	70-100
N30	171.88	25	54.8	45.2	40-75
Nº50	141.63	20.60	75.4	24.6	20-40
Nº100	27.50	4	79.4	20.6	oct-25
Nº200	110	16	95.4	4.6	0-10
Plato	31.63	4.6	100		-
Total	687.5	100			-

Fuente: Salamanca, R. (2001)

- ✓ No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.
- ✓ El módulo de fineza estará comprendido entre 1,6 y 2,5.
- ✓ El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.
- ✓ No deberá emplearse arena de mar.

El Agua

El agua empleada en la mezcla debe ser limpia, libre de aceites, ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas. Su función principal es hidratar el cemento, pero también se le usa para mejorar la trabajabilidad de la mezcla usándola como curado en obras de estructuras de concreto pasando los 28 días.

Martínez, I. (2010), sostiene que el agua impotable no debe utilizarse en el concreto a menos que se cumpla las siguientes condiciones:

- La dosificación debe estar basada en mezclas de concreto que utilice agua de la misma fuente.
- El agua es un componente esencial en las mezclas de concreto y morteros, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante.
- Tanto el agua de mezclado como el agua de curado deben estar libres de contaminantes que puedan perjudicar el fraguado o que reaccionen negativamente, en estado fresco o en estado endurecido.
- Para cada cuantía de cemento existe una cantidad de agua del total de la agregada que se requiere para la hidratación del cemento; el resto del agua solo sirve para aumentar la fluidez de la pasta para que cumpla la función de lubricante de los agregados y se pueda obtener la manejabilidad adecuada de las mezclas frescas. El agua adicional es una masa que queda dentro de la mezcla y cuando se fragua el concreto va a crear porosidad, lo que reduce la resistencia, razón por la que cuando se requiera una mezcla bastante fluida no debe lograrse su fluidez con agua, sino agregando aditivos plastificantes.
- El agua utilizada en la elaboración del concreto y mortero debe ser apta para el consumo humano, libre de sustancias como aceites, ácidos, sustancias alcalinas y materias orgánicas.

Tabla N°5: Requisitos para agua de mezcla

Descripción	Limite Permisible
Cloruros	300ppm.
Sulfatos	300ppm.
Sales de magnesio	150ppm.
Sales solubles totales	1500ppm.
pH	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm.
Materia Orgánica	10 ppm.

Fuente: Norma Técnica Peruana 399.088

Curado:

Constituye el suministro adicional de agua para hidratar eficientemente el cemento. Este suministro depende de la humedad del ambiente, ya que la evaporación del agua libre de la pasta ocurre con rapidez cuando la humedad relativa es menor. Por otra parte, el agua y el cemento al mezclarse ocupan un espacio inicial que permanece constante y que tiende a ser llenado gradualmente por los productos de hidratación (pasta).

Resistencia térmica de los materiales

Se puede definir como la oposición al paso de calor que presenta un material o elemento de construcción, de espesor “e”, bajo condiciones unitarias de superficie y de diferencia de temperatura.

Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Donde, “e” corresponde al espesor del material y “λ” a la conductividad térmica

de este.

Debe tenerse en cuenta que la resistencia térmica es afectada por los siguientes factores:

- Densidad del material.
- Temperatura.
- Contenido humedad.

La resistencia térmica de una pared o de otro elemento constructivo compuesto, depende en lo esencial de:

- La conductividad térmica de las diversas capas de material que constituyen la pared y de las resistencias térmicas de las capas de aire en cualquier superficie de contacto sólido / aire de la pared.
- La cantidad de materiales y espesores.
- La forma en que se integran estos materiales para conformar el elemento, es decir, el diseño constructivo.

Conductividad Térmica

Los aislantes térmicos son aquellos productos con una conductividad térmica inferior a 0.060 W/mK y cuya resistencia térmica “R” es superior a 0,25 m²K / W.

Cuanto mayor sea su conductividad térmica, un material será mejor conductor del calor. Cuanto menor sea, el material será más aislante.

La conductividad térmica es una magnitud intensiva. Su magnitud inversa es la resistividad térmica, que es la capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor. Para un material isótropo la conductividad térmica es un escalar “ λ ”.

Erazo, R. (2007). Define conductividad térmica como la cantidad de calor que en condiciones estacionarias pasa en una unidad de tiempo a través de la unidad de área

de una muestra de material homogéneo de extensión finita, de caras planas y paralelas y espesor unitario, cuando se establece una diferencia de temperatura unitaria entre sus caras. Se expresa en vatios / (metro × kelvin) (W/ (m·K))

En otras palabras, la conductividad térmica es la capacidad que poseen los materiales para dejar pasar el calor, siendo una propiedad intrínseca de cada material.

Limone, C. (2012), afirman que los materiales aislantes se caracterizan por una baja conductividad térmica.

La conductividad térmica es una propiedad de la materia que en general depende de la temperatura, de la presión y de la composición de la misma. La conductividad térmica de los distintos materiales se determina experimentalmente, y con este propósito se conocen distintos métodos, la mayoría de los cuales se basan en la medida de la densidad de flujo de calor (cantidad de calor transmitido a través de una superficie isoterma por unidad de área y por unidad de tiempo) y en el gradiente de temperatura. De acuerdo con la ley de Fourier, la conductividad térmica se define como:

$$K = \frac{q_{k/A}}{dt/dx} (W/mk)$$

En donde:

K: Conductividad térmica.

q_k : Flujo de calor por conducción.

A: Área de transferencia de calor.

DT/dx: Gradiente de temperatura en la dirección el flujo de calor.

Basándose en este concepto, se deben realizar mediciones experimentales para determinar la conductividad térmica de diferentes materiales incluidos los aislamientos térmicos. La medición de la conductividad térmica de los aislantes térmicos se puede efectuar con dispositivos que utilizan un método primario de medición o con aparatos que emplean un método secundario de medición.

Conductancia térmica (C)

La conductancia térmica de un material es la cantidad de calor o energía transmitida a través de la unidad de área de una muestra o de una estructura de espesor establecida de este material, dividida por la diferencia de temperatura entre las caras caliente y fría, en condiciones estacionarias. Cabe mencionar que la conductividad térmica está directamente relacionada con las dimensiones del material a ensayar, más precisamente con el espesor de éste.

Valor k – Conductividad Térmica

La conductividad térmica es el tiempo que emplea el flujo de calor en estado estable al atravesar una unidad de área de un material homogéneo inducido por una unidad de gradiente de temperatura en una dirección perpendicular a esa unidad de área, W/m·K.

$$K = q \frac{L}{\Delta T}$$

En donde:

L – Grosor del espécimen (m)

T – Temperatura (K)

q – Velocidad del flujo de calor (W/m²)

Valor R – Resistencia térmica

La Resistencia térmica es la diferencia de temperatura, en estado estable, entre dos superficies definidas de un material o construcción que induce una unidad de velocidad de flujo de calor al atravesar una unidad de área, $K \cdot m^2/W$.

El valor de la resistencia térmica puede determinarse dividiendo el grosor entre la conductividad térmica del espécimen.

$$R = \frac{\Delta T}{q} = \frac{L}{K}$$

Factores que afectan la transferencia de calor en el concreto.

El concreto es un material compuesto cuyas propiedades dependen de las características de los constituyentes del mismo. De manera simple el concreto está constituido por cemento y adiciones minerales (7 al 15%), aire (1 al 5%), agua (15-20%) y agregados (60 a 75%), las propiedades del compuesto resultante (concreto) como la densidad, porosidad, resistencia mecánica, propiedades térmicas, entre otras dependen en gran manera del tipo y proporción de estos componentes.

En este apartado se en listan una serie de propiedades del concreto que afectan directamente la transferencia de calor. El estudio de estas propiedades nos conducirá al entendimiento de su relación con el fenómeno de transferencia de calor

Inercia Térmica

Además de la resistencia, todos los componentes de construcción y en especial los utilizados en la envolvente de edificios, poseen una cierta capacidad de

almacenamiento de calor, esto es lo que se entiende por inercia térmica, esto es porque los materiales utilizados son capaces de aceptar energía durante el proceso de calefacción y posteriormente durante el proceso de enfriamiento liberan el calor almacenado paulatinamente. La capacidad de almacenamiento de los materiales, depende de su densidad, volumen y el calor específico de dicho material, es decir que la energía almacenada en estos materiales resulta directamente proporcional a estos factores y a la diferencia de temperatura que existe entre dos ambientes y que produce el flujo térmico.

Cáscara de arroz

Chur, G (2010). La cáscara de arroz constituye un subproducto del proceso agroindustrial con aplicaciones reducidas, que en la práctica puede considerarse como un material de desecho (por término medio, por cada tonelada de arroz se generan 200 kg de corteza o cascarilla).

Sierra, J. (2009). Indica que el 72% del grano está representado por el endospermo almidonoso, el 20% es cascarilla y el restante 8% es el pericarpio o salvado de arroz. Es una fibra corta que recubre naturalmente el grano para protegerlo del ambiente. Su longitud varía entre 5 y 11 mm según la especie considerada, es de estructura ondulada y apariencia superficial irregular.

Tiene propiedades altamente abrasivas, 6 en la escala Mohs en estado natural. Su estructura presenta un volumen poroso del 54%, cavidades que permanecerán cerradas en tanto no se someta a un proceso de combustión, su coeficiente de conductividad térmica permite presumir su utilidad como componente principal de sistemas de aislamiento térmico.

Producción en el Perú

La producción de arroz cáscara creció a un ritmo de 3,1% anual del 2001 al 2016. Es así que, en el 2001 produjeron 2028 miles de toneladas hasta que en el año 2016 alcanzaron los 3166 miles de toneladas. En estos 16 años se observó una tendencia ascendente en la producción nacional. El incremento de la producción entre el 2001 y 2016 fue impulsado por un mayor crecimiento de la superficie cosechada (2,2% por año) y el incremento del rendimiento (0,8% al año)

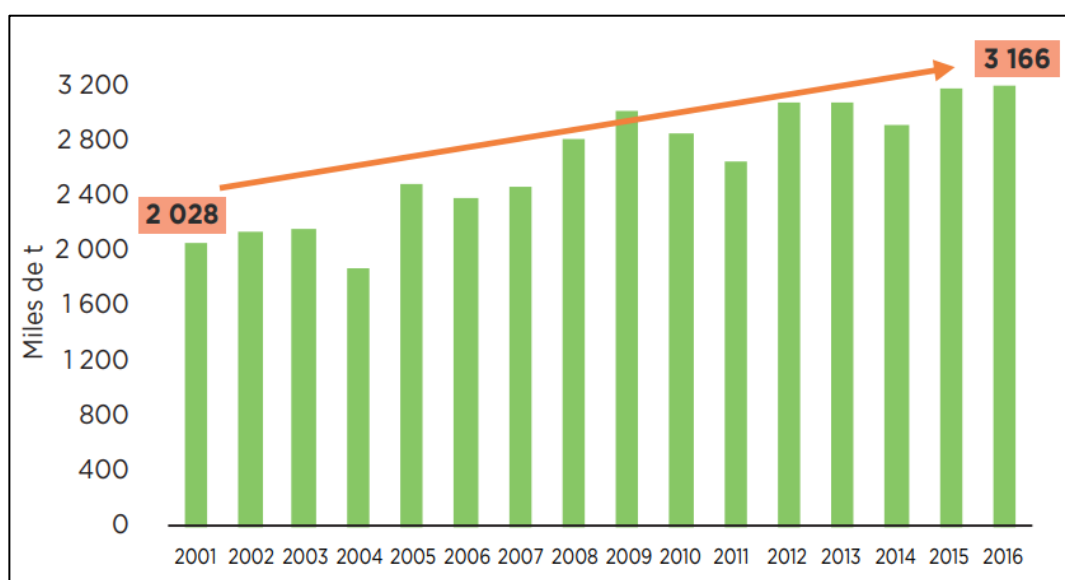


Gráfico 1: Producción Nacional de arroz en cáscara (2001-2016)

Fuente: Minagri, 2018

Las principales regiones productoras de arroz en cáscara en el 2016, fue San Martín con 22% de participación luego Piura (19%), Lambayeque (13%), La Libertad (11%) y Amazonas (10%)

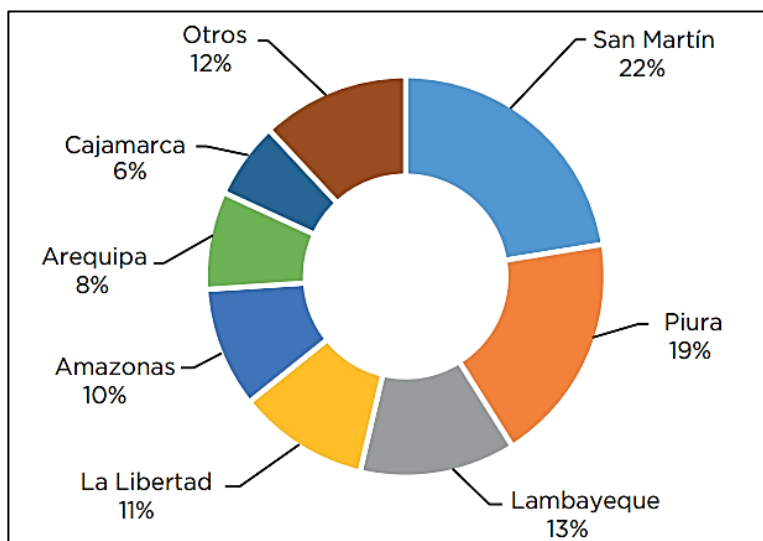


Gráfico 02.: Principales regiones productoras de arroz en cáscara

Fuente: Minagri, 2018

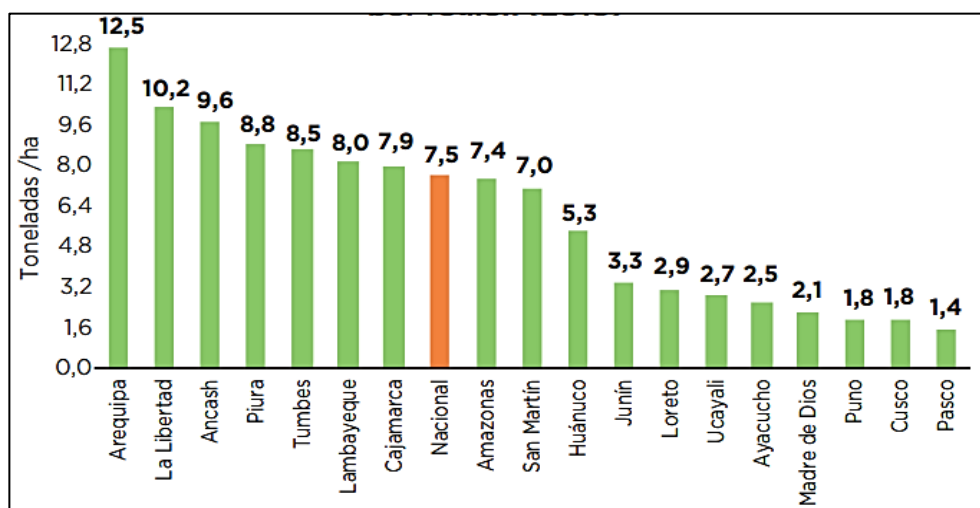


Gráfico 03: Rendimiento de arroz en cáscara por región (2016)

Fuente: Minagri, 2018

Propiedades de la cáscara de arroz

La cáscara del arroz ha demostrado tener la potencialidad máxima por las siguientes razones:

- Es disponible en grandes cantidades en varias partes del mundo
- Cuando es quemada produce bastante ceniza (una tonelada por cinco de cáscara)
- Típicamente contiene un 90 por ciento de sílice que hace que sea una excelente puzolana.

Tabla N°6: Componentes químicos de la cáscara de arroz

Componente	Fórmula	Composición (en porcentaje)
Celulosa: polímero de glucosa	$C_5H_{10}O_5$	50
Lignina: polímero de fenol	$C_7H_{10}O_3$	30
Sílice: Componente primario de ceniza	SiO_2	20

Fuente: Vásquez, R. (2013)

Conductividad térmica de la cáscara de arroz

La cáscara posee una buena capacidad aislante. La conductividad térmica (K) es comparable con la del corcho granulado y con la de la lana mineral que es de 0.0360 W/Mk, gracias a esta propiedad, la cáscara de arroz puede ser tenida en cuenta para la elaboración de materiales aislantes

Tabla 07: Conductividad Térmica de la cáscara de arroz

Material K	(W/m*k)
Lana Mineral	0.0303
Polo estireno expandido	0.0330
Cascarilla de arroz	0.0360
Fibra de Vidrio	0.0380
Corcho aglomerado	0.0450

Fuente: Cadena, C & Bula, A. (2002)

Porosidad de la cáscara de arroz

Cadena, C & Bula, A (2002). El proceso para medir la porosidad consiste en distinguir entre el volumen de aire de un lecho de cascarilla y el volumen de aire o de los poros en sí. El volumen de un lecho en un área transversal alcanza el 85% de aire, el 15% restante lo ocupa la parte sólida (cáscara). El volumen de porosidad de cascarilla es de 54%.

Carrillo, J. (2013). Indica que cuando la temperatura llega a 600°C el material se gasifica lo que resulta la destrucción de los poros y en la disminución de su volumen. Se han encontrado las mejores condiciones para contribuir a la formación de la mayor cantidad de mesoporos, se registran a temperaturas que se acercan a 425°C.

Echevarría, M & López, O. (2010). Afirma que los combustibles biomásico son medios porosos constituidos por:

- ✓ El combustible propiamente dicho o sea la fase sólida.
- ✓ El aire contenido en sus poros interiores y en los espacios intergranulares que se forman en el lecho.

Esta cantidad de aire se conoce como porosidad (E) y se considera del orden del 30% - 40% de la masa total o volumen total del lecho.

La descomposición térmica, reducción de CO₂, reactividad, resquebrajamiento y el potencial de hollín son funciones principalmente de la composición química de la cascarilla de arroz, y el total de espacios disponibles para el oxígeno en el proceso de combustión.

Si se compacta la cascarilla como pellets o briqueta, los espacios vacíos se reducen dificultando el intercambio con el oxígeno suministrado. Esto tiende a generar manchas incandescentes, de esta forma se podría crear una camada densa de

combustible en la zona de reducción, lo cual permite una mejor reducción de CO₂ que la cascarilla suelta.



Figura N° 1. Placas compactadas de cáscara de arroz

Fuente: <https://www.google.com/search?biw=1600&bih=789&tbm=isch&sa=1&ei=iNkjXOmADvGI5wLQqYTYAQ&q=Cascarilla+de+arroz+en+pacas&oq>

La cáscara de arroz como agregado en el Concreto

Serrano, T. (2012). Incorporó la cáscara de arroz sin moler en el mortero demostrando que era inviable por lo que producían demanda de agua muy altas y consecuentemente una segregación de la pasta de cemento

Linares, C (2015). Utilizó 4 porcentajes diferentes de cáscara de arroz (10%, 15%, 20 % y 25%) y las cenizas de cáscara de arroz (5%, 10 %, 15 % y 20%) sometiéndolo a pruebas de Humedad, Absorción, Carga y Compresión. Llegando a resultados de la resistencia a la compresión fue del porcentaje realizado de 20% C.A y 15% C.C.A con 20,1250 Kg/cm² y la menos resistencia tuvo el porcentaje de 10% C.A y 5% C.C.A con 17,0750 Kg/cm². Recomendando elaborar ladrillos ecológicos usando como aditivo la cascarilla de arroz molida con ceniza calcinada ya que mientras las partículas sean más diminutas la compactación y homogenización en la mezcla,

tendrá mejor terminación facilitando el proceso de fabricación de los ladrillos ecológicos

Conchas de Abanico (*Argopecten Purpuratus*)

Según Flores, L & Mazza, J. (2014), señala que la concha de abanico es un molusco cuyas valvas tienen forma de abanico. Se produce en zonas arenosas, algosas y de manglares, sobre fondo de roca, guijarro y grava. Se compone del tallo o callo, que es un músculo de color blanco, y de la gónada, también conocido como coral que es de color rojo

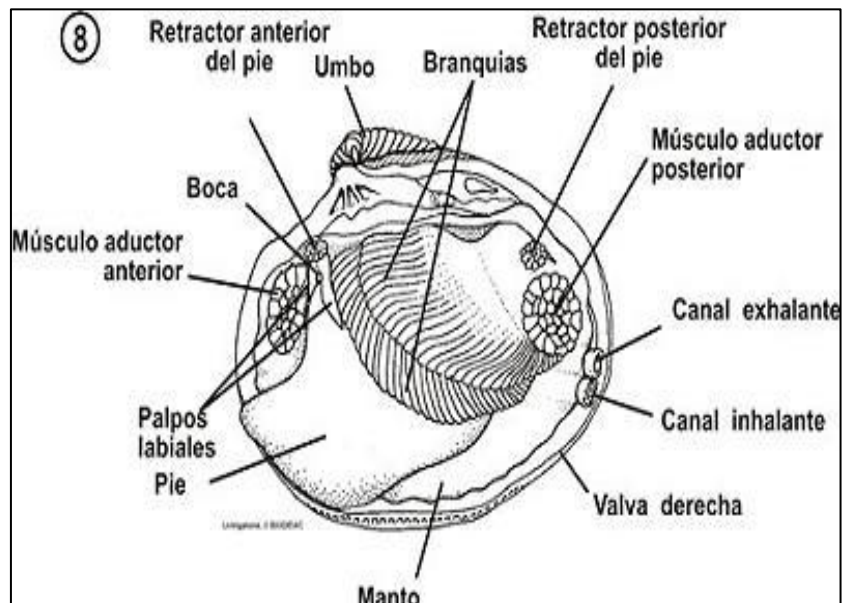


Figura N° 02: Partes de la Concha de Abanico

Fuente: <https://www.google.com/search?q=Partes+de+la+Concha+de+Abanico&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=>

Cultivo de conchas de Abanico

En el Perú existen numerosos bancos naturales de esta especie, tales como los de Bahía de Sechura y lobos de Tierra en Piura, Bahía de Samanco y el Dorado en Chimbote, Bahía de Guaynuna en Casma y Bahía de Independencia y Paracas en Pisco. Se encuentran en aguas costeras entre 3 a 30 m, con fondos variables; fondo blando, arena

endurecida, de conchuela con algas y cascajo, las Conchas de abanico vive normalmente en bahías protegidas del oleaje a temperatura entre 14 a 20°C esta especie requiere de agua bien oxigenada y con una salinidad de 34.4 a 34.9 por mil incluyendo este parámetro en el desarrollo, alimentación y reproducción.

El cultivo de "concha de abanico" (*Argopecten purpuratus*) es una actividad acuícola que viene adquiriendo una gran importancia. En los últimos años, esta especie se ha constituido en el principal producto de exportación de la acuicultura peruana, siendo los destinos tradicionales Francia y USA. La "concha de abanico" se viene cultivando, principalmente mediante la técnica de cultivo suspendido, a lo largo de la costa peruana; siendo las principales regiones en donde se ha desarrollado con mayor intensidad el cultivo de esta especie son Ancash, Piura e Ica. Como toda actividad humana, el cultivo de "concha de abanico" también origina una serie de impactos ambientales (positivos y negativos), los mismos que puede beneficiar o perjudicar al ambiente en el cual se desarrolla la actividad.

Producción en el Perú se pueden encontrar las conchas de abanico desde Paita hasta Ilo, sin embargo, la cosecha de conchas de abanico está fuertemente concentrada en las regiones de Piura y Ancash

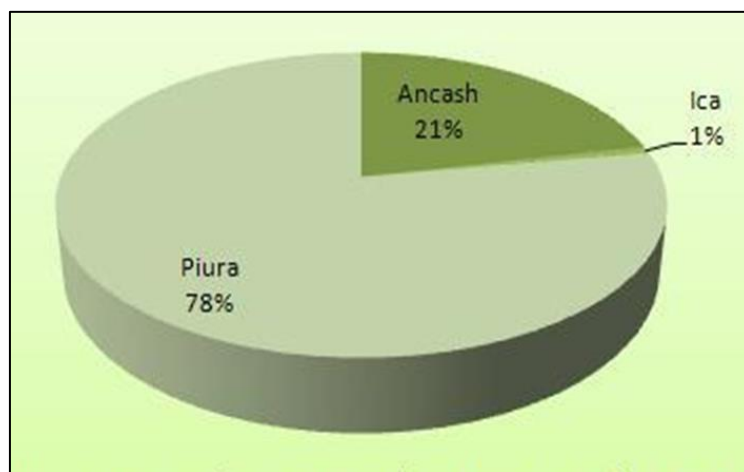


Gráfico 04: Producción de conchas de Abanico por Regiones 2014 (TM)

Fuente: Ministerio de la Producción, 2014

La concesión mínima para que un proyecto de cultivo de conchas de abanico sea rentable esta entre 80 y 100 Has de cultivo. En marzo del 2011, existían aproximadamente 60 empresas dedicadas a la producción de conchas de abanico en unas dos mil hectáreas, quedando disponible aún unas cinco mil hectáreas para el desarrollo de la acuicultura entre Piura y Samanco (Chimbote).



Grafico 05: Cosecha Nacional de Conchas de Abanico (TM)

Fuente: Ministerio de la Producción, 2014

Características

Según Nizama, D. (2014), indica que las conchas de abanico están conformadas por caparazones de carbonato cálcico. Existe la probabilidad de ser usada como agregado por ser un material no nocivo para el concreto, además por ser inorgánico y con características similares a los agregados convencionalmente usados, las cuales se explicarán a detalle en el siguiente capítulo. A continuación, se analizarán según las Normas Técnicas Peruanas, las características comúnmente evaluadas en los agregados del concreto.

- Forma

En cuanto a la forma de los caparazones de concha de abanico, consta de partículas laminares e irregulares, pues el espesor de los caparazones varía entre 1.50mm y 3.00mm



Figura N° 03: La Concha de Abanico.

Fuente: https://www.google.com/search?tbm=isch&sa=1&ei=Rt8jXMejPI_c5gKq-qCAAw&q=+Concha+de+Abanico&oq=+Concha+de+Abanico

La presencia de partículas laminares en el concreto fresco disminuye la trabajabilidad y la resistencia en el concreto endurecido. Por ello, se espera que la presencia de las partículas de concha de abanico disminuya la trabajabilidad, debido a que éstas podrían ubicarse paralelas en un mismo plano, dificultando que la pasta de cemento se acomode entre ellas, para cubrir cada partícula.

- Textura

La textura que presenta cada caparazón es de dos tipos, tiene un lado bastante rugoso y un lado totalmente liso.



Fig. N° 04: Textura de la Concha de Abanico

Fuente: https://es.123rf.com/photo_3071155_ambas-partes-de-una-concha-de-osti%C3%B3n-aisladas-sobre-un-fondo-blanco-.html

- Humedad y capacidad de absorción

La humedad y la capacidad de absorción son dos parámetros que influirán en la trabajabilidad del concreto fresco. En caso la concha triturada absorba mayor cantidad de agua en comparación con los agregados convencionales, la trabajabilidad disminuirá, a lo que se suma la forma de las partículas, por lo que será necesario evaluarlos con ensayos de slump en el laboratorio.

- Resistencia a la abrasión

Una referencia sobre la resistencia al desgaste que presentan los caparazones de conchas de abanico sería interesante, dependiendo de su uso. A priori se puede ver que es un material menos resistente que los agregados convencionales, pero se tendría que realizar este ensayo y analizar los resultados. Si bien es cierto la abrasión no es un factor muy importante en edificaciones, lo es para pavimentos de concreto, canales, entre otros.

- Resistencia a los sulfatos

Para tener una mejor idea del comportamiento del concreto, sería adecuado analizar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones saturadas de

sulfato de sodio o sulfato de magnesio, según lo especificado en la NTP 400.016. El ensayo suministra información útil para juzgar la alterabilidad de los agregados sometidos a la acción de la intemperie, particularmente cuando no se dispone de información adecuada del comportamiento del material expuesto a condiciones atmosféricas reales.

Composición química del polvo de la concha de abanico

➤ COMPONENTES MINERALES

TABLA N° 08: Componente de la concha de abanico

MACROELEMENTO	PROMEDIO (%)
Sodio (mg/100g)	101.7
Potasio (mg/100g)	269.4
Calcio (mg/100g)	11.7
Magnesio (mg/100g)	33.9

MACROELEMENTO	PROMEDIO (%)
Sodio (ppm)	2.9
Cobre (ppm)	0.2
Cadmio (ppm)	0.3
Plomo(ppm)	0

➤ COMPONENTES FISICOS

MACROELEMENTO	PROMEDIO (%)
Valvas	67.2
Carne Cocida	17.8
Parte comestible	14.8

Fuente: Flores, L & Mazza, J. (2014)

Composición química del polvo de la concha de abanico (Provincia de Casma – Ancash)

Diestra, E. (2016), realizó la composición química para analizar los resultados de tu tesis de morteros de concreto, por lo que se obtuvo buenos resultados en el concreto.

Tabla N°9: Composición química de la Concha de Abanico

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)
Oxido de Calcio (CaO)	99.597
Oxido de Estroncio (SrO)	0.334
Trioxido de azufre (So3)	0.059

Fuente: Diestra, E (2016)

Conchas de abanico como agregado para el concreto

Nizama, D. (2014). Reemplazó una fracción del agregado grueso (20%, 40%, y 60% en peso), retenidas en tamicez de 1” y ¾”. La cual concluyó que se logra producir concreto con características mecánicas y durabilidad adecuada, aunque este reemplazo tiene un límite.

Diestra, C. (2016). Realizó una investigación utilizando dos materiales de Cenizas de cáscara de arroz en un 5% y polvo de conchas de abanico 5%. Por lo que sus resultados fueron buenos dando como resultados que a los 28 días de curado del mortero los especímenes experimentales fueron de mayor resistencia dando un promedio de 423.00 kg/cm². Y el patrón con 28 días de curado con 404.97 kg/cm². Lo cual concluyo que esta resistencia el mortero se ubica en la clasificación de tipo M según la ASTM-270, es un mortero de alta resistencia a la compresión, brinda mayor durabilidad en comparación de los otros tipos de morteros, su uso está

destinado a mampostería sometida a grandes fuerzas de compresión, acompañada de congelamiento, grandes cargas laterales de tierra, vientos fuertes y temblores

Operacionalización de las variables

Variable dependiente ‘resistencia térmica y mecánica del mortero’

- Resistencia Térmica

Definición Conceptual

La Resistencia térmica es la diferencia de temperatura, en estado estable, entre dos superficies definidas de un material o construcción que induce una unidad de velocidad de flujo de calor al atravesar una unidad de área, $K \cdot m^2/W$.

Para la definición constructiva de cada tipo de cerramiento se precisarán los datos siguientes: conductividad térmica, densidad, calor específico y factor de resistencia a la difusión del vapor de agua.

Definición Operacional

La resistencia térmica se expresa como la inversa de la conductividad térmica.

Para obtener resultados de la resistencia térmica se realiza el ensayo de conductividad térmica la cual se define como una medida de la rapidez con que fluye la energía o calor a través de un material sometido a un gradiente de temperatura, y que se evalúa mediante el coeficiente de conductividad térmica; por lo que cuando más elevado es el valor de coeficiente de conductividad térmica más baja es la capacidad de este material como aislante térmico.

Por lo que el coeficiente de conductividad térmica de un material: es la cantidad de calor (kcal) que atraviesa por hora, en estado de equilibrio, un cubo de una metro de arista, desde una de sus caras a la opuestas cuando entre estas existe una diferencia de temperatura de $1^{\circ}C$, se expresa en $kcal/m.h.^{\circ}C$.

Dimensiones:

- a) Calor específico
- b) El calor específico “c”, es la cantidad de calor (en cal o Kcal) necesaria para elevar 1 °C la masa de 1gr o 1kg de una sustancia, por lo que la dimensión del calor específico es Kcal/kg. °C.
- c) La Conductividad Térmica

Conductividad térmica λ , es representativo de cada material y depende de la sustancia del cuerpo, se expresa en kcal/m.h.°C o W/m². °C, es una propiedad de los cuerpos y función de su estado físico siendo mayor para los sólidos que para líquidos y menor para gases. Sus valores límites son 360 W/m². °C para la plata y 0,02 W/m². °C para aire en reposo. No existe el material térmico perfecto y λ no puede llegar al valor 0. La transmisión del calor puede disminuirse, pero nunca anularse.

- d) Evaporación y condensación:

Ambos implican un cambio de estado (del líquido al gaseoso y viceversa) produciendo una absorción o una emisión de calor. Además, la presencia de agua en sus diferentes estados sólido, líquido o gaseoso, posee mayor poder de transmisión térmica disminuyendo el poder aislante del material, dado que el aire a 20 °C posee un valor de $\lambda = 0,022$ mientras que el agua $\lambda = 0,50$

Tabla N 10: Variable Dependiente. Resistencia térmica

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador
Resistencia Térmica de mortero.	La capacidad del material de oponerse al flujo del calor. Resistencia es el inverso de la conductancia térmica.	Es la capacidad del material que puede soportar un mortero de concreto bajo un flujo de temperatura.	W/m ² K o en W/m ² °C.

Fuente: Elaboración propia

- Resistencia mecánica (compresión)

Definición conceptual

Rivera, G. (2013), sostiene que la resistencia mecánica del cemento endurecido es la propiedad del material que posiblemente resulte más obvia en cuanto a los requisitos de usos estructurales. Por lo tanto, no es sorprendente que las pruebas de resistencia estén indicadas en todas las especificaciones del cemento.

Definición Operacional

La resistencia a la compresión normalmente, se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm²), mega pascales (MPa) a una edad de 28 días. Se pueden usar otras edades para las pruebas, pero es importante saber la relación entre la resistencia a los 28 días y la resistencia en otras edades. La resistencia a los 7 días normalmente se estima como 75% de la resistencia a los 28 días y las resistencias a

los 56 y 90 días son aproximadamente 10% y 15% mayores que la resistencia a los 28 días.

La relación A/C de la mezcla influirá mucho sobre la resistencia del mortero endurecido. Una mayor relación A/C dará una menor resistencia, esto quiere decir que, a mayor cantidad de agua, menos resistencia.

Dimensiones

a. Área

Superficie de contacto perpendicular a la carga de ruptura

b. Carga de ruptura

Se define carga de ruptura como la carga máxima admitida por un cuerpo antes de la ruptura, generalmente expresada en Kgf.

Tabla N° 11. Variable dependiente. Resistencia mecánica

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador
Resistencia Mecánica del mortero	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (NTP 334.051).	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un dado de mortero bajo una carga admisible.	Kg/cm ² .

Fuente: Elaboración propia

Variable independiente: “Dosificación de 12% del polvo de la cascara de arroz y 4% de polvo de conchas de abanico”

TABLA N° 12: Variable independiente.

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Sustitución del 16% del cemento en un mortero por el polvo de cáscara de arroz y polvo de las conchas de abanico	Es la mezcla de un porcentaje de polvo de cáscara de arroz y polvo de conchas de abanico en remplazo de un 16% de cemento en una unidad de mortero	<ul style="list-style-type: none"> - Polvo de cáscara de arroz (12%) - Polvo de conchas de abanico (4%)

Fuente: Elaboración propia

Hipótesis

Al sustituir al cemento en un 16% (12% de polvo de cascara de arroz y 4% de polvo conchas de abanico) en una mezcla de mortero originaria una resistencia térmica y mecánica similar a la de un patrón sin sustitución.

Objetivos

Objetivo general

Determinar la Resistencia térmica y mecánica de un mortero al sustituir el cemento en 12% de cenizas de cascar de arroz y 4% de polvo de conchas de abanico.

Objetivos específicos

- Determinar la composición química del polvo de la cascara de arroz
- Determinar la composición química de la combinación del polvo cascara de arroz + polvo de la concha de abanico
- Determinar el grado de alcalinidad (PH) del cemento Pacasmayo Tipo I, polvo de la cascara de arroz, el polvo de las conchas de abanico, su combinación de (cemento + P.C.Arroz + P.C.Abanico) y su combinación de (P.C.Arroz + P.C.Abanico)
- Diseño de la relación agua – cemento del mortero patrón y experimental.
- Determinar la resistencia térmica del mortero experimental y compararlo con el mortero convencional.

II. METODOLOGÍA

1. Tipo y diseño de investigación:

a. Tipo de Investigación:

El tipo de investigación es aplicada, explicativa, porque los resultados que se obtuvieron fueron analizados para la solución de problemas relacionados a la construcción, específicamente a las propiedades del mortero, explicando cómo se comporta la resistencia térmica y mecánica del mortero.

El método experimental se apoya en pruebas, ensayos, repetición, laboratorio especializados. La mayor parte del estudio, se realizaron en el laboratorio, observando y debatiendo los resultados obtenidos.

La investigación es de enfoque cuantitativo, porque se estudió las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando sus valores en los instrumentos de recolección de datos (guías de observación).

La hipótesis planteada se comprobó por medios matemáticos y estadísticos, donde constituye la base alrededor de la cual se diseña todo el experimento.

b. Diseño de Investigación:

El tipo de investigación que se realizó es de tipo **Aplicada**, precedentemente los resultados de los mismos son utilizados para la solución de problemas relacionados a los morteros y generando obras alternativas de diseñar viviendas con mayor durabilidad, sirve como una técnica nueva para el proceso constructivo.

Nuestra investigación es **aplicada**, porque buscamos resolver un problema conocido y encontrar respuestas a preguntas específicas. Usando métodos innovadores y sobre todo naturales a bajo costo, ya que teniendo en cuenta los conocimientos previos ya estudiados, comprobamos de manera experimental la resistencia térmica y mecánica de un mortero utilizando polvo de cáscara de arroz y polvo de conchas de abanico, en

comparación a un mortero convencional. Los ensayos se lograron realizar de manera experimental, haciendo del tiempo un factor importante para la deducción de resultados.

2. Población y muestra

La finalidad es estudiar el comportamiento que tiene esta mezcla de elementos al ser utilizado en la elaboración de un mortero. El polvo de la cáscara del arroz y polvo de conchas de abanico fueron utilizados para sustituir al mortero de revestimiento convencional. La manera en que se utilizó la mezcla, fue a base de una sustitución porcentual entre los elementos que la conforman.

Esto nos da a entender que se realizaron dos tipos de diferentes morteros, uno de los cuales fueron elaborados con muestras de los elementos ya mencionados en el proceso de investigación y una más de manera convencional, que sirvieron como parámetro de comparación, la cual se va manejar sin ninguna modificación en sus componentes.

Unidad de Análisis: Probetas de mortero de cemento.

a) Población

Conjunto de probetas de mortero de 50 mm de lado. Elaborados con agregado fino, con agua potable, con cemento portland tipo I Pacasmayo, con el polvo de la cascara de arroz natural y polvo de conchas de abanico activada térmicamente. Para determinar la resistencia térmica y mecánica se empleó el polvo de cascara de arroz y polvo de conchas de abanico como material de sustitución al cemento empleada en la elaboración del mortero la dosificación en peso 1:2.75 según NTP 334.051

La población está constituida:

- Las materias primas renovables que es la cáscara de arroz se obtuvo del molino “Zavaleta” – Santa – Chimbote – Áncash, debido a la abundancia del material en respectivo lugar, el material pasó por un proceso de secado y posteriormente a un molino manual para obtener el polvo

- Las conchas de abanico se extrajeron de la empresa “Acuapesca” – Casma – Ancash por lo cual pasó por un lavado, secado, y posteriormente a una calcinación
- La arena para el diseño de las probetas de mortero se obtuvo de la cantera Rubén y posteriormente gradada como manda la NTP.

N=Tamaño de la muestra

N=6 probetas de mortero

Las cuales están distribuidas de la siguiente manera.

- 3 probetas sin sustitución
- 3 probetas con la sustitución de 16% polvo de cáscara de arroz y polvo de conchas de abanico

b) Muestra

La muestra obtenida a través de nuestro diseño muestral son de 6 morteros, con un diseño de dosificación de 1: 2.75 según NTP 334.051. Con patrones y de sustitución al cemento en un 16% de polvo de cascara de arroz y polvo de conchas de abanico

n= Tamaño de la muestra

n=6 probetas de mortero

El tamaño de muestra es distribuido de la siguiente manera.

- 3 probetas sin sustitución.
- 3 probetas con sustitución de % 16 polvo de cascara de arroz y polvo de conchas de abanico.

Diseño Muestral:

Por lo tanto, el tamaño de la muestra será de 6 morteros.

n₁=6

Tabla N 13: Técnicas e instrumentos de investigación

Técnica de recolección de información	Instrumentos	Ámbito de la investigación
La Observación Científica	<ul style="list-style-type: none"> • Guía De Observación Resumen • Fichas Técnicas De Laboratorio 	<p>Muestreo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grupo Control (Conductividad térmica de mortero de concreto Convencional) • Grupo Experimental (Diseño de probetas de morteros adicionándole el polvo de la cáscara de arroz y polvo de conchas de abanico)

Fuente: Elaboración propia

Para esto se utilizó como instrumento una guía de resumen para registrar las resistencias de los cubos de mortero y fichas de laboratorio para los diversos ensayos.

Para la recolección de datos utilizamos como instrumento la guía de resumen la cual está estructurada y recoge información para ser tratada estadísticamente, desde una perspectiva cuantitativa.

Siendo un proyecto de investigación con un Nivel de Investigación Cuasi-Experimental y realizar ensayos de las muestras de nuestra población en un laboratorio se opta por usar como Técnica de Investigación: La Observación Científica. (Guía de observación como instrumento), en donde se quiere ir comparando la variación de la resistencia a medida que llegue a su fraguado final, y el comportamiento de los agregados que se han utilizado en nuestro diseño de mezcla, ya sea para un mortero convencional o mortero adicionándole el polvo

de la cáscara de arroz y polvo de conchas de abanico, obteniendo los resultados de la resistencia térmica y mecánica del mortero (experimental y convencional). Teniendo en cuenta que el material que se ha utilizado en nuestro diseño de mortero tuvo que ser evaluados por una serie de ensayos.

Ensayo

- ✓ Resistencia mecánica a compresión de diseño convencional y un diseño aplicado con el polvo de la cascara de arroz y polvo de conchas de abanico
- ✓ Resistencia térmica de diseño convencional y un diseño aplicando el polvo de la cascara de arroz y polvo de conchas de abanico

c) Procedimiento

- Diseño de una mezcla de mortero, usando los procedimientos de la norma técnica peruana 334.051.

Se procede a la selección de las cantidades de los materiales usados para la mezcla de mortero, se calculan las cantidades de cada componente que conforman la mezcla de mortero teniendo en cuenta la relación arena/ cemento de 2.75 como indica la NTP; así como la relación agua/cemento de 0.485 según la norma NTP.

- Procedimiento para la mezcla de morteros según norma ACTM C 305

Se coloca la paleta mezcladora y el recipiente de mezclado secos en su posición de trabajo en la mezcladora. Luego se introduce los materiales para una amasada en el recipiente y se mezcla en la siguiente forma:

- Se vierte toda el agua de mezclado en el recipiente.
- Se agrega el cemento al agua y se mezcla durante 30s a la velocidad lenta (140 ± 5 r/min)
- Se agrega lentamente la totalidad de la arena en un periodo de 30s, mientras se mezcla a velocidad lenta.

- Se detiene la mezcladora, se cambia a velocidad media (285 ± 10 r/min) y se mezcla durante 30s.
 - Se detiene la mezcladora y se deja reposar el mortero durante 90s. Durante los primeros 15s de este intervalo, se arrastra hacia el fondo con el raspador, el mortero adherido a la pared del recipiente. Durante el resto del intervalo, se tapa el recipiente.
 - Se mezcla durante 60s a velocidad media (285 ± 10 r/min).
- Procedimiento para la fluidez de mortero de cemento hidráulica según norma (ASTM C 230)

Llenado del Molde–Se limpia y se seca la plataforma de la mesa de flujo, se coloca el molde en el centro, se vierte en el molde una capa del mortero que se requiriere ensayar, de unos 25 mm (1") de espesor, y se apisona con 20 golpes del compactador, uniformemente distribuidos. Con una segunda capa de mortero, se llena totalmente el molde y se apisona como la primera capa. Se retira el exceso de mortero de la capa superior y se alisa la superficie por medio de un palustre.

Ensayo–Una vez el molde se encontré lleno, se limpia y se seca la plataforma de la mesa. Después de un (1) minuto de terminada la operación de mezclado, se retira el molde, levantándolo e inmediatamente se deja caer la mesa de flujo 25 veces en 15 segundos. Luego se mide el diámetro de la base de la muestra, por lo menos en cuatro puntos equidistantes y se calcula el diámetro promedio.

Resultados–La fluidez es el aumento del diámetro de la muestra, expresado como un porcentaje del diámetro de la base mayor del molde, determinado según la siguiente fórmula:

$$\% FLUIDEZ = \frac{\text{diámetro promedio}(cm) - 10.16cm}{10.16 cm} * 100$$

- Procedimiento para la realización de los especímenes de ensayo

Se completa la consolidación del mortero en los moldes por un apisonado manual.

Apisonado Manual - Se Comienza a moldear los especímenes dentro de un tiempo total no mayor de 2 min y 30 s después de completar la mezcla inicial de la amasada del mortero.

Se coloca una capa de mortero de alrededor de 25 mm (1pulg) (aproximadamente la mitad de la profundidad del molde) en todos los compartimientos del cubo. Se apisonó el mortero en cada compartimiento cúbico 32 veces en aproximadamente 10 s en 4 rondas, cada ronda en ángulos rectos respecto a las otras y consistió en ocho golpes adjuntos sobre la superficie del espécimen, siendo justo la suficiente para asegurar el llenado uniforme de los moldes. Las 4 rondas de apisonado (32 golpes) del mortero fueron completadas en un cubo antes de seguir con el próximo. Cuando el apisonado de la primera capa en todos los compartimientos cúbicos se ha completo, se llenaron los compartimientos con el mortero restante y luego se apisono como se especificó para la primera capa.

Durante el apisonado de la segunda capa, se introdujo al molde, el mortero forzado hacia fuera sobre la parte superior de los moldes después de cada ronda de apisonado con los dedos usando el apisonador hasta completar cada ronda y antes de comenzar la siguiente ronda de apisonamiento.

Al completar el apisonado, la parte superior de todos los cubos se extiende levemente por encima de las partes superiores de los moldes. Se introdujo el mortero que haya sido forzado hacia fuera por sobre las partes superiores de los moldes. El mortero que haya sido hacia fuera por sobre las partes superiores de los moldes con una llana con hoja de acero y se suavizó los cubos pasando el lado plano de la llana con hoja de acero (con el borde levemente levantado) una vez, a través de la parte superior de cada cubo en ángulos rectos a la longitud del molde. Luego para nivelar el mortero y hacer el mortero que sobresale por encima de la parte superior del molde de un espesor más

uniforme, se pasó el lado plano de la paleta con hoja de acero (con el borde levemente levantado) una vez a lo largo de la longitud del molde. Se cortó el mortero a una superficie plana a nivel con la parte superior del molde, pasando el canto recto de la espátula (sostenida casi perpendicular al molde) con un movimiento de aserrado sobre la longitud del molde.

Luego de cada proceso de apisonado se realiza el vibrado manual de mortero.

Para resistencia mecánica o compresión se tomará la muestra de los morteros la cual tendrá un curado de 60 días y un secado de acuerdo a NTP, el ensayo consistirá la colocación de los morteros en máquina que serán sometidos a una carga de axial hasta el punto de su rotura.

Para resistencia térmica se tomará la muestra de los morteros la cual tendrá un curado de 60 días, el ensayo consistirá en la aplicación de una pasta para la mejor adherencia del mortero al sensor, la cual generará los diferentes valores de conductividad térmica, en el monitor de la computadora.

Los Instrumentos serán tomados con respecto a los siguientes ensayos:

- Ensayo de Gradación.
- Diseño de Mezcla
- Elaboración de Probetas
- Ensayo de compresión
- Ensayo de conductividad térmica.
- La Guía de Registro realizados por nosotros mismos, para ver el avance de nuestras probetas se tomará de acuerdos a los 60 días.
- Para los cálculos y para el análisis de los resultados arrojados en el laboratorio mecánica de suelos nos basaremos con la ayuda de los programas.
- En los ensayos contamos con expertos en laboratorio de suelos.
- Se utilizaron elementos como cámara fotográfica y demás instrumentos que permitirán registrar y evidenciar lo planteado en el presente perfil del proyecto

Proceso y Análisis de Datos

- ✓ Presentamos una solicitud al laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro para facilitar el acceso a dicho establecimiento.
- ✓ Obtener nuestros agregados que se utilizaron en la fabricación de nuestras unidades de albañilería (mortero de concreto).
- ✓ Aplicamos un registro de apuntes, mediante fichas, filmación, acompañadas de un registro fotográfico para ver el desarrollo de nuestras pruebas.
- ✓ Realizamos un diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ concreto con su respectiva desviación estándar.
- ✓ Elaboramos los morteros de concreto con el diseño tradicional.
- ✓ Elaboramos los morteros de concreto adicionándole el polvo de la cáscara de arroz y polvo de conchas de abanico
- ✓ Ejecutamos el curado de las probetas y las pruebas correspondientes a los 60 elaboradas con el diseño tradicional y a las probetas elaboradas con la sustitución proveniente del polvo de la cáscara de arroz y polvo de conchas de abanico y finalmente observamos los resultados obtenidos.
- ✓ Con los datos obtenidos realizamos cuadros que facilitaron el análisis de los resultados.

d) Guía de Resumen

Situación de observación

Registramos los resultados que se han obtenido en la resistencia térmica y mecánica de probetas, así como también se registró la variabilidad dimensional de cada mortero con la finalidad de registrar los resultados obtenidos con respecto a los diseños de concreto elaborados: el diseño convencional y el diseño con la sustitución del polvo de la cáscara de arroz y polvo de conchas de abanico.

- Validación y Confiabilidad de los instrumentos

Validación (Por métodos de expertos)

La validación de nuestra guía de observación se utilizó luego de comprobar su validación el cual fue verificado por expertos en el ámbito de elaboración de concreto. Se aseguró de que la guía de observación sea clara y precisa, y tenga una validez porque se aplicó a una situación en la que se apreció con claridad el trabajo.

Para la validez de la guía de observaciones, se realizó las consultas a personas entendidas, del área o tema de estudio, solicitando una consulta y colaboración. En primera instancia verificaron si la guía de observación es aceptable y permitir considerar las variables que se ha considerado, la cual los ingenieros dieron por aprobada y firmada nuestra guía de observación.

Confiabilidad (Por método Alfa de Cronbach)

En cuanto a la confiabilidad utilizamos el “método de Alfa Conbrach”, el cual sirvió para medir el grado de confiabilidad de cada uno de los instrumentos utilizados en este proyecto.

El Alfa de Cronbach es un coeficiente que sirve para medir la fiabilidad de una escala de medida.

El alfa de Cronbach permite cuantificar el nivel de fiabilidad de una escala de medida para la magnitud inobservable construida a partir de las “n” variables observadas.

Teniendo como conocimiento que este método consiste en obtener un índice de consistencia interna que toma valores entre 0 y 1

Y que sirve para comprobar si el instrumento que se está evaluando recopila información defectuosa y por lo tanto nos llevaría a conclusiones equivocadas o si se trata de un instrumento fiable que hace mediciones estables y consistentes.

Para la interpretación del Coeficiente Alfa de Cronbach se toma:

- Valor mínimo= 0.70; si hay un valor menor a este se considera correlación baja.
- Valor máximo= 0.90; si es mayor a este valor se trata de redundancia o duplicación.

Usualmente los valores están entre 0.70 y 0.90

$$\alpha = \left[\frac{K}{K-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^K S_i^2}{S_t^2} \right]$$

Dónde:

$\sum_{i=1}^K S_i^2$: Es la suma de varianzas de cada ítem.

S_t^2 : Es la varianza del total de filas (puntaje total de los jueces).

K : Es el número de preguntas o ítems.

A partir de las correlaciones entre los ítems, el alfa de Cronbach estandarizado se calcula así:

$$\alpha_{est} = \frac{kp}{1 + p(k-1)},$$

Donde:

k : Es el número de ítems

p : Es el promedio de las correlaciones lineales entre cada uno de los ítems (se tendrán pares de correlacione). $[k(k-1)]/2$

Lo deseable para crear una escala fiable es que los ítems estén muy correlacionados entre sí. El nivel máximo de correlación se alcanza cuando los ítems X_1, \dots, X_k son todos iguales. En tal caso, por las propiedades de la varianza, por lo que el valor es igual a 1.
$$\sum_{i=1}^k S_i^2 = kS_1^2$$

Si los ítems fuesen independientes entre sí (por lo que no podrían constituir conjuntamente una escala fiable), entonces se tendría que $S_t^2 = \sum_{i=1}^k S_i^2$ y el valor de alfa sería 0. Hay que advertir que el alfa de Cronbach puede llegar a alcanzar valores negativos de existir parejas de ítems negativamente correlacionados.

Aplicación:

Al evaluar los datos obtenidos aplicando la fórmula, nos brindará si es confiable la Guía de Observación, lo que debe resultar el alfa de Cronbach un número cerca de 1 ya que es el grado más alto de confiabilidad, pero el alfa de Cronbach se considera aceptable desde 0.80. Lo cual nos indicará el grado de confiabilidad de los resultados que se obtuvo aplicando la Guía de Observación.

e) Proceso y análisis de los datos

Una vez recolectado nuestra información mediante el método de la experimentación procedemos a procesar los datos con los programas Excel.

Calculo de dosificación para el Diseño de Mezcla de morteros con la sustitución del cemento en un 16% por polvo cáscara de arroz y polvo de concha de abanico. Una vez recolectada la información en base a la aplicación de los ensayos descritos anteriormente para procesar, resumir y presentarlos adecuadamente se utilizará los métodos estadísticos tanto descriptivos como inferenciales.

- Métodos Descriptivos

La información recolectada se clasificará sistemáticamente y se presentará en tablas estadísticas de distribución de frecuencias, además para visualizar mejor el comportamiento de variables se construirán gráficos como: grafico de barras, gráfico de sectores circulares, y se calcularan medidas estadísticas como: Media aritmética, Moda, varianza, desviación estándar y para efecto de determinar el grado de relación entre las variables se aplicara el coeficiente de correlación lineal (coeficiente de Pearson).

- Métodos inferenciales

A través de los métodos inferenciales tales como Estimación de Parámetros, Prueba de Hipótesis, se podrá inducir basándose de la información recolectada por la muestra, el comportamiento de la población con un riesgo de error medible en términos de probabilidad.

Para verificar la veracidad de la hipótesis planteada en esta investigación, se usara la Prueba de Hipótesis. Y se usara en Análisis de la Varianza para comparar si los valores de la media de los resultados de la muestra patrón son significativamente distintos a los valores de la muestra experimental.

III. RESULTADOS

Cuadro de resumen de pH obtenidas por el laboratorio LASACI de la Universidad Nacional de Trujillo. Donde se verifica que los porcentajes están en un rango que no afectan en el proceso de concreto.

Tabla N°14. Estudio, y análisis de PH

MUESTRA	PARAMETRO	RESULTADOS
cemento tipo I	pH	12.71
polvo de cáscara de arroz	pH	6.58
polvo de conchas de abanico	pH	6.78
cemento + polvo de cáscara de arroz 12% + polvo de conchas de Abanico 4%	pH	11.52
15gr. polvo de cáscara de arroz 12% + 5gr polvo de conchas de Abanico 4%	pH	12.97

Fuente: LASACI. UNT

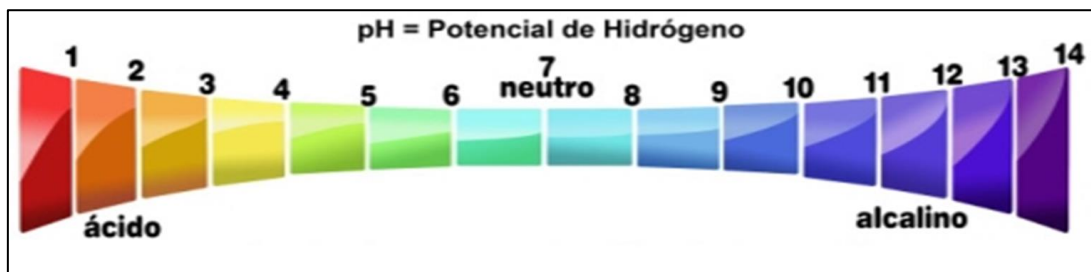


Figura N° 5. Escala del potencial de hidrógeno

Fuente: <https://medicalia.ning.com/profiles/blogs/alcalinidad-la-relaci-n-entre-el-ph-y-el-deporte>

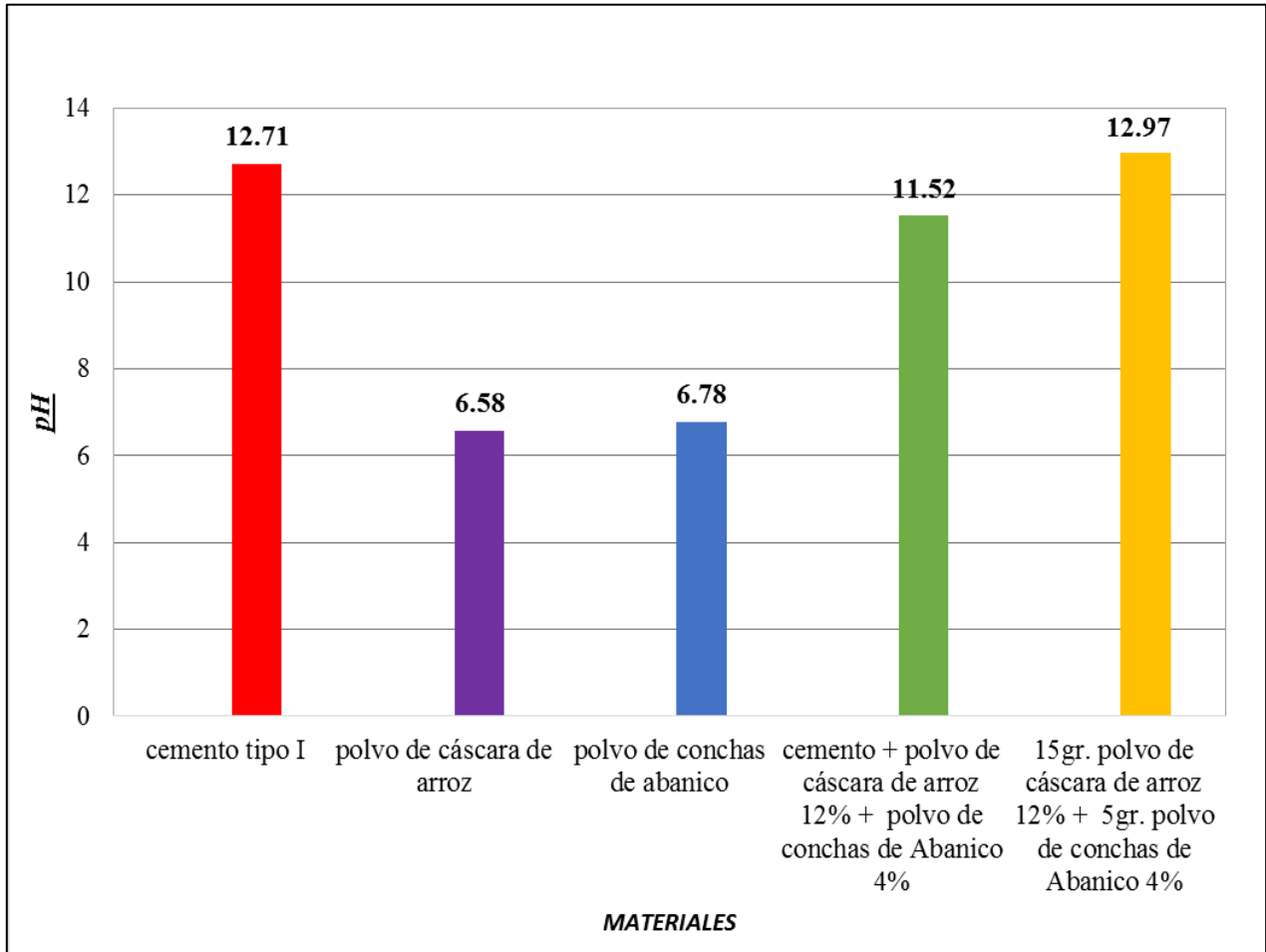


Gráfico N° 6: Representación de Ph Obtenido
Fuente: LASACI. UNT

- Se puede observar en el grafico que el Cemento tipo 1, contiene un contenido de PH de 12.71, lo cual es considerado un material alcalino, cementante.
- También observamos que el polvo de cascara de arroz, contiene un contenido de PH de 6.58, que también es un material que se puede usar como material cementante altamente alcalino
- También observamos la Concha de abanico , contiene un contenido de PH de 6.78, que también es un material que se puede usar como material cementante altamente alcalino

- Asimismo notamos que la combinación del Cemento + cáscara de arroz + Concha de abanico, mostro un contenido de PH de 11.52, lo cual también es una muestra que se puede usar como material cementante, altamente alcalino
- Notamos que la combinación de + cáscara de arroz + Concha de abanico resulto con un contenido de PH de 12.97, un contenido de PH para considerarse un material alcalino.

Composición de la Cáscara de arroz

La composición química del polvo de cáscara de arroz, fue obtenido por el laboratorio de Arqueometría – Universidad Nacional Mayor de San Marcos se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla N°15. Análisis de Composición química del polvo de cáscara de arroz

<i>Oxido</i>	<i>Concentración % masa</i>	<i>Normalizado al 100 %</i>	<i>Método Utilizado</i>
Trióxido de Aluminio (Al_2O_3)	2.176	7.217	Espectrómetro de FRXDE
Dióxido de Silicio (SiO_2)	25.076	83.170	
Dióxido de Azufre (SO_2)	0.357	1.184	
Dióxido de Cloro (ClO_2)	0.295	0.978	
Oxido de Potasio (K_2O)	1.031	3.419	
Oxido de Calcio (CaO)	0.647	2.145	
Dióxido de Titanio (TiO_2)	0.022	0.072	
Oxido de Magnesio (MnO)	0.102	0.338	
Trióxido de hierro (Fe_2O_3)	0.420	1.139	
Óxido de Cobre (CuO)	0.003	0.010	
Óxido de cinc (ZnO)	0.009	0.029	
Óxido de Bromo (BrO)	0.014	0.046	
Total	46.934	100.000	

Fuente: Laboratorio de Arqueometría. UNSM

Composición química de la Combinación de cáscara de arroz y conchas de abanico

La composición química de la combinación de ambos materiales, fue obtenido por el laboratorio de Arqueometría – Universidad Nacional Mayor de San Marcos se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla N16. Composición química de la combinación del polvo de cáscara de arroz 12% y polvo de conchas de abanico 4%

<i>Oxido</i>	<i>Concentración % masa</i>	<i>Normalizado al 100 %</i>	<i>Método Utilizado</i>
Trióxido de Aluminio (Al_2O_3)	2.921	6.223	
Dióxido de Silicio (SiO_2)	18.388	39.179	
Pentóxido De Fosforo (P_2O_5)	1.459	3.108	
Dióxido de Cloro (ClO_2)	0.492	1.047	
Dióxido de Cloro (ClO_2)	0.409	0.871	
Óxido de Potasio (K_2O)	0.978	2.085	
Óxido de Calcio (CaO)	21.793	46.433	Espectrómetro de FRXDE
Dióxido de Titanio (TiO_2)	0.007	0.015	
trióxido de dicromo (Cr_2O_3)	0.004	9.000	
Trióxido de hierro (Fe_2O_3)	0.336	0.715	
Óxido de Cobre (CuO)	0.005	0.010	
Óxido de cinc (ZnO)	0.015	0.032	
trióxido de Arsénico(As_2O_3)	0.005	0.011	
Óxido de estroncio (SrO)	0.043	0.092	
Total	46.934	100.000	

Fuente: Laboratorio de Arqueometría. UNSM

Propuesta de la arena necesaria para que cumpla con la norma técnica peruana

Tabla N17.Propuesta de Arena Manufacturada

ARENA MANUFACTURADA				
N° MALLAS	PESOS RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% PASA	ARENA MANUFACTURADA (%)
# 4	0.00		100.00	100.00
# 8	25.00	5.00	95.00	95 - 100
# 16	125.00	25.00	70.00	70 - 100
# 30	115.00	23.00	47.00	40 - 75
# 50	100.00	20.00	27.00	20 - 40
# 100	25.00	5.00	22.00	10.-25
# 200	90.00	18.00	4.00	0 - 10
PLATO	20.00	4.00	0.00	---
TOTAL	500.00	100.00		

Fuente: Elaboración Propia

Ensayo de Fluidez

Tabla N18. Fluidez patrón y experimental.

Sustituciones de Cemento (%)	Componentes del compuesto				A (g)	Relación A/Sólido	Fluidez (%)
	C (g)	AR (g)	P.CA (g)	P.CA (g)			
0	250	687.5	-	-	121.	0.485(A/C)	29.83
16%(12% PCA y 4%PCA)	210	687.5	30	10	174	0.69 (A/AR-P.CA-P.CA)	29.09

Fuente: Elaboración Propia

Resultados de la resistencia térmica mediante los valores de la conductividad térmica

Tabla 19. Ensayo de Conductividad Térmica de los Morteros Patrones a los 60 Días

Muestra	Conductividad Termica (w/mK)
P-1	1.225
P-2	1.257
P-3	1.235
promedio	1239

Fuente: Facultas de ciencias – UNI

Tabla 20. Ensayo de Conductividad Térmica de los Morteros Experimentales a los 60 Días

Muestra	Conductividad Termica (w/mK)
EX-1	0.271
EX-2	0.295
EX-3	0.496
promedio	0.353

Fuente: Facultas de ciencias – UNI

Tabla 21. Resistencia térmica de morteros a los 60 días

Nº Cubos	Espesor del Mortero (m)	Conductividad Termica (W/mK)	Resistencia Termica (m^2K / W)	Promedio de Res. Termica (m^2K / W)
P1	0.05	1.225	0.0408	
P2	0.05	1.257	0.0398	0.040359801
P3	0.05	1.235	0.0405	
EX1	0.045	0.271	0.1661	
EX2	0.045	0.295	0.1525	0.136439947
EX3	0.045	0.496	0.0907	

Fuente: Facultas de ciencias – UNI

Resistencia térmica promedio de los morteros de diseño Patrón y experimental

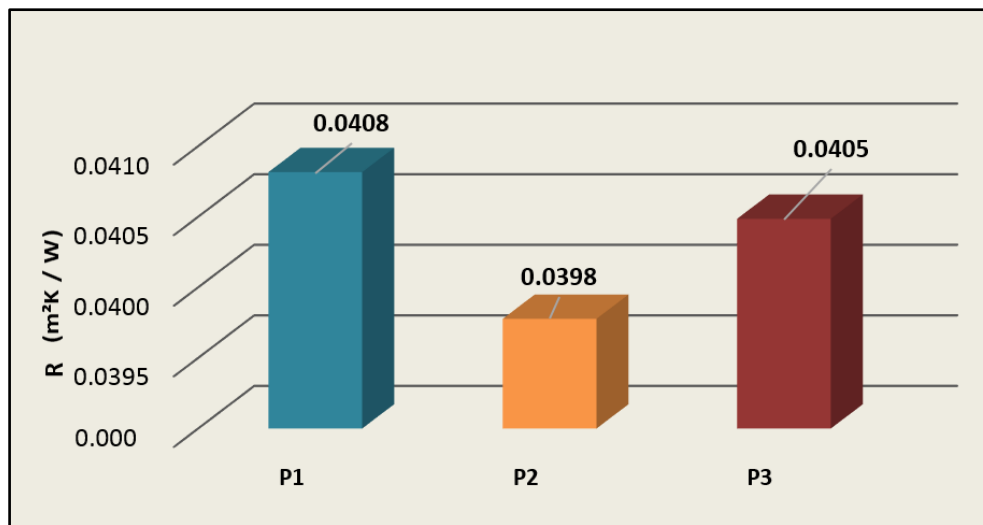


Gráfico 7. Resistencia Térmica de mortero patrón a 60 días de curado

Fuente: Elaboración Propia

Se puede apreciar los resultados de la resistencia térmica patrón por lo que la muestra P1 y P2, hay una diferencia de 0.01, de la misma manera la muestra P2 y P3 tiene un diferencia de 0.007. Con los resultados de Resistencia térmica Patrón se obtuvo en la muestra P1 una resistencia de 0.0408 (m^2K / W) con un porcentaje de 99.99 %, luego en la muestra P2 se obtuvo 0.0398 (m^2K / W) con un porcentaje de 97.54%, y la muestra P3 con 0.0405 (m^2K / W) con un porcentaje de 99.26 %.

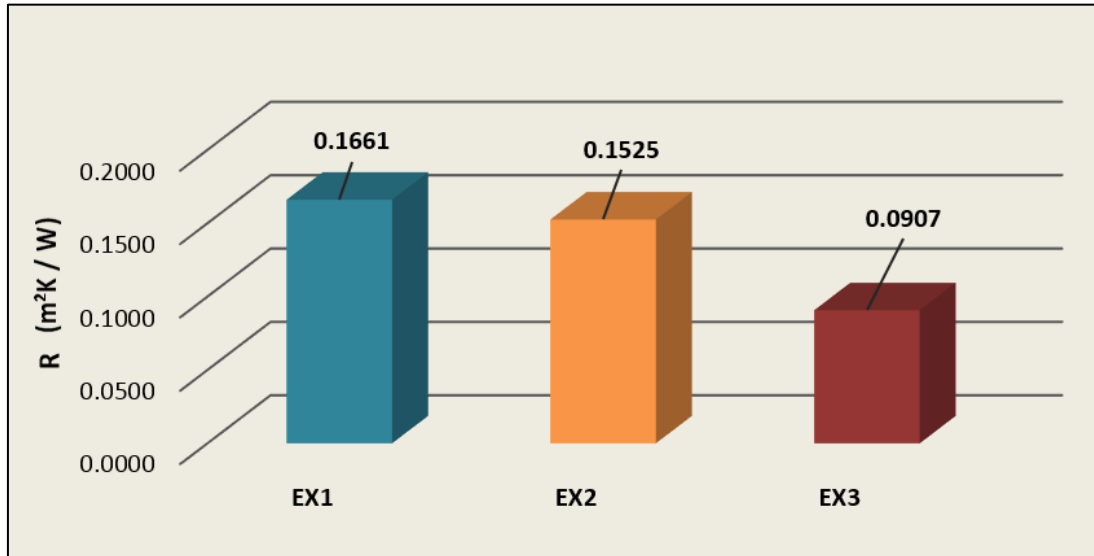


Gráfico 8: Resistencia Térmica de mortero experimental a 60 días de curado
Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la resistencia térmica de los morteros experimentales se tiene que la muestra EX1 y EX2 hay una diferencia de 0.0136, de la misma manera la muestra Ex2 y Ex3 tiene una diferencia de 0.0618.

Con los resultados de Resistencia térmica Experimental se obtuvo en la muestra EX1 una resistencia de 0.1661 (m²K / W) con un porcentaje de 99.99 %, luego en la muestra EX2 se obtuvo 0.1525 (m²K / W) con un porcentaje de 91.81%, y la muestra EX3 con 0.0907 (m²K / W) con un porcentaje de 54.61 %.

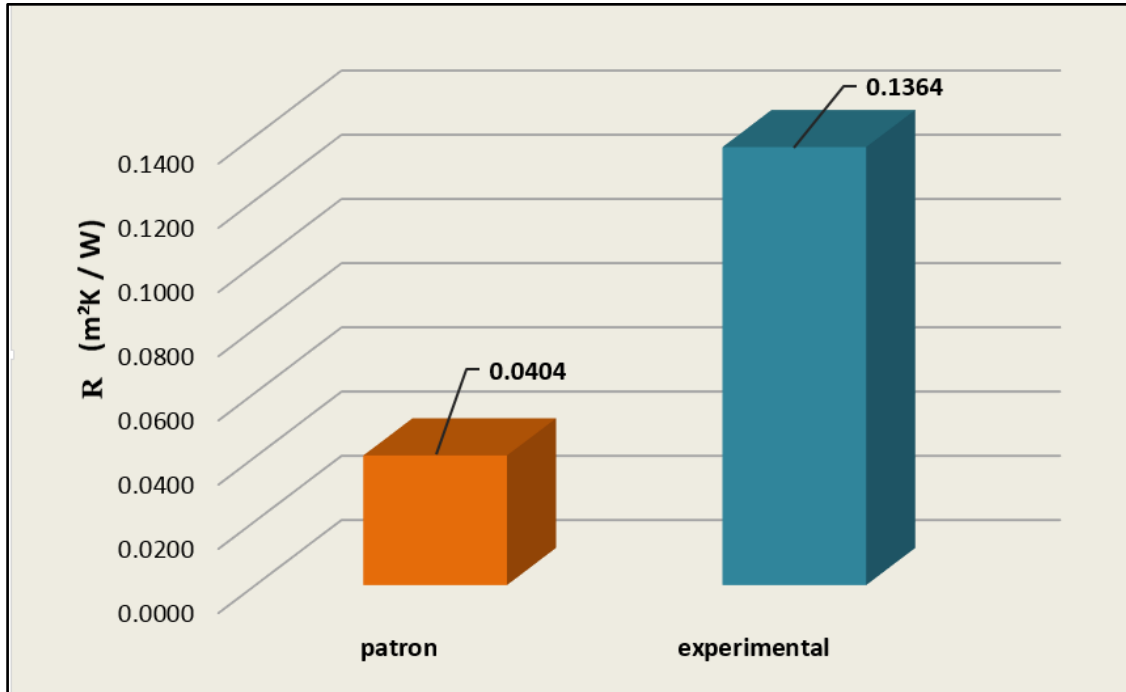


Gráfico 9. Comparación de la resistencia térmica patrón y experimental.
Fuente: Elaboración Propia

Se muestran los promedios de la resistencia térmica Patrón y experimental con una diferencia de 0.096, generando que nuestro mortero Experimental tiene mayor Resistencia térmica.

Obteniendo la Resistencia mecánica de mortero patrón y experimental

Tabla 22. .Resistencia mecánica ensayo de morteros patrón a los 60 días de curado

	<i>ESPECIMEN</i> 1	<i>ESPECIMEN</i> 2	<i>ESPECIMEN</i> 3
N° DIAS	60	60	60
PESO (GR)	297.5	299.5	299.3
CARGA DE ROTURA (KG)	11,872	13,250	12,772
AREA (CM2)	25.3	25.1	25.3
RESISTENCIA (KG/CM2)	470.0	528.0	506.0
RESIS. PROM. (KG/CM2)		501.33	

Fuente: Laboratorio N° 1 de ensayo de Materiales UNI

Tabla 23. Resistencia mecánica de morteros experimental a los 60 días de curado

	ESPECIMEN 1	ESPECIMEN 2	ESPECIMEN 3
N° DIAS	60	60	60
PESO (GR)	267.1	265.0	264.9
CARGA DE ROTURA (KG)	4,489	4,070	3,973
AREA (CM2)	25.2	25.3	25.1
RESISTENCIA (KG/CM2)	178.0	161.0	158.0
RESIS. PROM. (KG/CM2)		165.66	

Fuente: Laboratorio N° 1 de ensayo de Materiales UNI

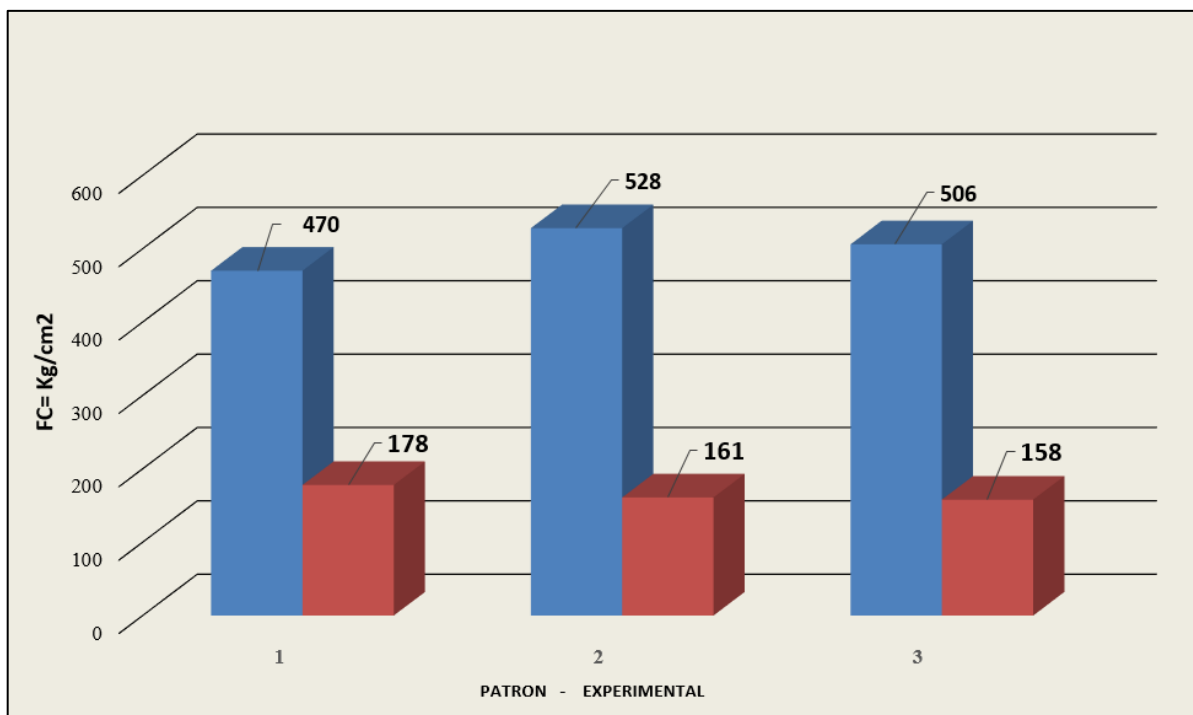


Gráfico 10. Comparación de la resistencia mecánica Patrón y experimental a los 60 días de curado

Fuente: Laboratorio N° 1 de ensayo de Materiales UNI

Comparando la muestra P1 y Exp1 se tiene una diferencia de 292 (kg/cm²). Lo cual muestra que el Patrón P1 tiene una 62.13% más que la muestra Experimental

Con la muestra patrón P1 y P2 se aprecia una diferencia de 58 (kg/cm²). De la misma manera la P2 y P3 se tiene una diferencia de 22 (kg/cm²)

Con la muestra experimental EXP1 y EXP2 se aprecia una diferencia de 17 (kg/cm²). De la misma manera el EXP2 y EXP3 se tiene una diferencia de 3 (kg/cm²).

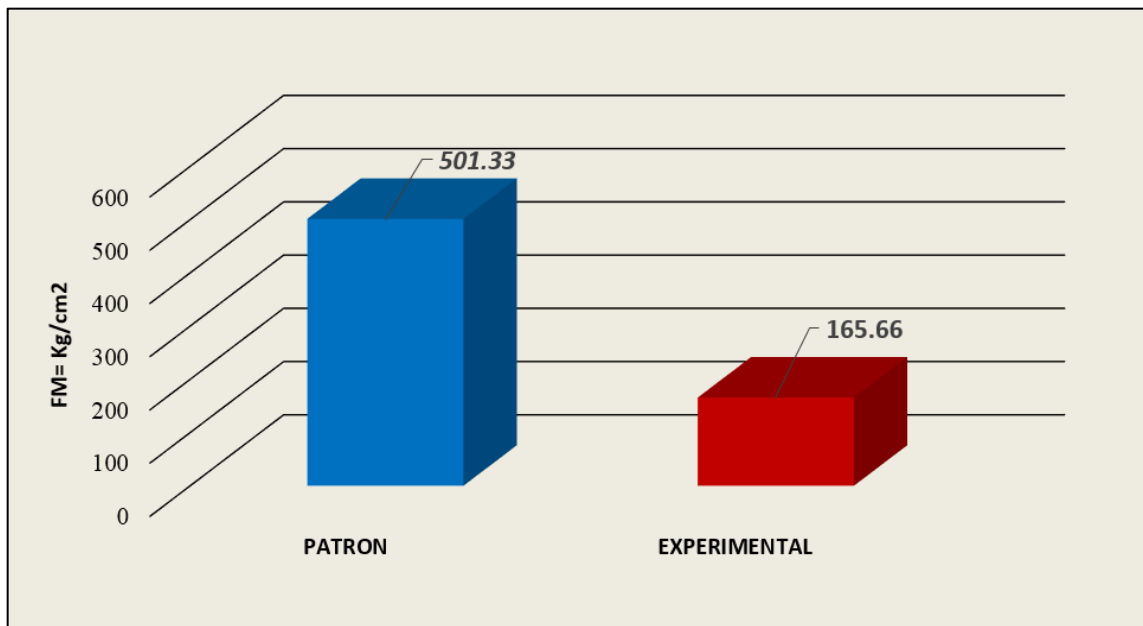


Gráfico 11. Resistencia mecánica promedio del Diseño Patrón y experimental
Fuente: Elaboración Propia

Podemos apreciar en el gráfico, los resultados esta de forma ascendente de acuerdo a las edad (días), se aprecia que a los 60 días de curado, el ensayo a compresión de nuestro mortero, de diseño patrón llega a una resistencia de 501.33 kg/cm², mientras que el experimental tiene 165.66 kg/cm². Con una diferencia de 335.67 kg/cm², lo cual nos indica que el promedio Patrón tiene un 66.96 % más que la muestra Experimental

Resultados de Análisis Estadístico

Tabla 24: Análisis estadístico de la Resistencia térmica

Resistencia térmica de mortero a los 60 días de curado	
0%	16%
0,0408	0,1661
0,0398	0,1525
0,0405	0,0907

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio Facultad Ciencias UNI.

En la tabla 24 y después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro-Wilk (con $p > 0.05$ para las dos muestras) y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene ($p = 0.025$, $p < 0.05$) donde se tiene que las varianzas son significativamente diferentes, procedió al cálculo de la prueba t-Student para poblaciones independientes lográndose resultados de $t = -4.140$, $p = 0.0504$ y $p > 0.05$, podemos concluir que no existe diferencia significativa en las resistencia térmica en los cubos de mortero patrón y con sustitución de un 16% de cemento por una combinación de polvo de cáscara de arroz y polvo de concha de abanico.

Tabla 25: Análisis Estadístico de la Resistencia térmica

Resistencia mecánica de mortero a los 60 días de curado	
0%	16%
470	178
528	161
506	158

Fuente: Resultados de las ensayos de laboratorio N° 1 de ensayo de materiales. UNI.

En la tabla 25 y después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro-Wilk (con $p > 0.05$ para las dos muestras) y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene ($p = 0.211$, $p > 0.05$) donde se tiene que las varianzas son significativamente iguales, procedió al cálculo de la prueba t-Student para poblaciones independientes lográndose resultados de $t = 18.632$, $p = 0.000$ y $p < 0.05$, podemos concluir que existe diferencia significativa en las resistencia mecánica en los cubos de mortero patrón y con sustitución de un 16% de cemento por una combinación de polvo de cáscara de arroz y polvo de concha de abanico.

IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN

En el análisis químico se utilizó un espectrómetro de FRXDE que permitió detectar la presencia de elementos químicos mediante la detección de rayos X característicos que emite los átomos. Lo cual obtuvimos la composición química de la Cáscara de arroz natural los cuales son: 83.17 % de Dióxido de Silicio, 7.212% de Trióxido de aluminio debido al equipo utilizado para poder obtener el polvo de la cascara de arroz, 1.184 % de Dióxido de Azufre, 3.419% de Oxido de Potasio, 2.145% de Oxido de Calcio, 1.139% de Trióxido de hierro, 0.978% Dióxido de Cloro, 0.338% Oxido de Magnesio, 0.072% Dióxido de Titanio , 0.046% de Oxido de Bromo, 0.029% de Óxido de Cinc y 0.010% de Óxido de Cobre .

El análisis químico también realizado mediante un espectrómetro de FRXDE, con la combinación del polvo de la cáscara de arroz y el polvo de conchas de abanico se obtuvieron los elementos químicos más importantes que también tiene el cemento como parte de su composición que es: 39.179% de Dióxido de Silicio y 46.443 % Oxido de Calcio. De acuerdo a Diestra, E (2016), trabajo con en polvo de conchas de abanico extraído de la misma zona, dando como resultado un análisis químico de Oxido de Calcio con un 99.597 %

En la tabla N°15, muestra los resultados de pH de los materiales que se han utilizado en el mortero lo cual obtuvimos 5 muestras de las cuales el polvo de cáscara de arroz 12% + polvo de conchas de Abanico 4%. Se tuvo como resultado un pH de 12.97 más que el cemento que solo tuvo un pH de 12.71 con una diferencia de 0.26. Esto favorece a que sea más resistente al ataque de los ácidos.

En la Tabla N°22 y 23 se observa que:

La dispersión de la resistencia mecánica en el grupo de Especímenes no supera el 10% cumpliendo con lo establecido en NTP 334.051:2006.

Los resultados de la resistencia térmica se obtuvieron los promedio de la muestra Patrón y Experimental que es de 0.0404 y 0.1364 (m^2K/W) donde hay un diferencia de 0.096, generando que nuestra mortero Experimental tiene mayor Resistencia térmica De acuerdo a Serrano, T. (2012), detalla que su investigación de morteros aligerados con cascarilla de arroz era de baja densidad y elevada porosidad en los morteros experimentales que los convierte en candidatos para elaborar materiales de construcción para aislamiento térmico y acústico, pero no para fabricar elementos portantes debido a su baja resistencia mecánica.

Los resultados de la resistencia mecánica, la muestra patrón supera a la muestra experimental en un 66.96% debido a la cantidad de Dióxido de silicio (39.179%) que contiene en la combinación de cáscara de arroz y conchas de abanico. Según Sierra, J. (2009), indica que la cascarilla de arroz contiene propiedades altamente abrasivas, 6 en la escala de Mohs y su estructura presenta un volumen poroso del 54 %. A sí mismo el Óxido de calcio (46.43%) que contiene en la combinación de cáscara de arroz y canchas de abanico, es quien se encarga del proceso de fraguado, es decir comprime al agua, el silicio no absorbe el agua pero si eleva su resistencia cuando pasa más tiempo de curado. En comparación con el Cemento Pacasmayo Tipo I el Dióxido de Silicio tiene un 20.5 % y Oxido de Calcio tiene un 62.92 %.

V. CONCLUSIONES

1. Se logró obtener resultado de la composición química de la cáscara de arroz tales como el de Dióxido de Silicio 83.17%, superando al 21% que tiene el Cemento Pacasmayo Tipo I, mediante un espectrómetro de FRXDE que permitió detectar la presencia de elementos químicos mediante la detección de rayos X característicos que emite los átomos.
2. La composición química de la combinación de la cáscara de arroz y conchas de abanico se logró obtener los siguientes elementos químicos más importantes como: 39.179% de Dióxido de Silicio, 46.433% de Oxido de Calcio, mediante un espectrómetro de FRXDE que permitió detectar la presencia de elementos químicos mediante la detección de rayos X. los cuales son los componentes más importantes por lo que es un material cementante.
3. El Ph de la combinación de las conchas de abanico + la cáscara de arroz nos dio un pH de 12.97, de la misma forma el cemento + polvo de cáscara de arroz 4% + polvo de conchas de Abanico 12% y 5gr nos dio un pH de 11.52 pH y el cemento con un Ph de 12.71. Este resultado nos muestra que es una mezcla activa alcalinamente.
4. Se obtuvo una fluidez de 29.83% en el diseño Patrón, mientras que en el experimental obtuvimos 29.09%, obteniendo una relación Agua/Cemento de 0.69 equivalente al patrón.
5. Según la tabla N° 21, se aprecia los promedios de la resistencia térmica del mortero a los 60 días mostrando que el patrón tiene una baja resistencia de $0.04035 \text{ (m}^2\text{K / W)}$ comparado con la experimental obtuvo una alta resistencia térmica de $0.1364 \text{ (m}^2\text{K / W)}$, lo cual el flujo de calor es más lento en la experimental.

6. Los especímenes patrones en el ensayo de resistencia a la compresión a los 60 días de curado presenta una resistencia promedio de 501.33 kg/cm², superando al experimental que obtuvo 165.66 kg/cm².

VI. RECOMENDACIONES

- Debe seguir trabajando con la combinación del polvo de las conchas de abanico y cáscara de arroz para mantener el Ph similar al cemento con otros porcentajes.
- Según los resultados de Resistencia térmica se debe seguir trabajando con la cáscara de arroz con diferentes porcentajes por influir significativamente en la resistencia térmica del mortero de la presente investigación.
- Se puede utilizar de manera prioritaria para revestimientos de muros donde deberá conserva la temperatura por más tiempo
- Para comprobar que es un material que sigue ganando resistencia térmica, se debe alargar las edades de curado en 90 días.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Society for Testing and Materials ASTM International. (2005). ASTM C29. *Peso Unitario*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/362029309/ASTM-C29-Peso-Unitario>
- American Society for Testing and Materials ASTM International. (2000). ASTM C33. *Granulometría de agregados*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/324574479/Granulometria-de-Agregados-ASTM-C33>
- American Society for Testing and Materials ASTM International. (2005). ASTM C 230 *Fluidez de morteros de cemento hidráulico (mesa de flujo)*. Recuperado de: <https://docplayer.es/44464274-Fluidez-de-morteros-de-cemento-hidraulico-mesa-de-flujo-in-v-e.html>
- American Society for Testing and Materials ASTM International. (1994). ASTM C 305. *Práctica estándar para la mezcla mecánica de pastas de cemento hidráulico y morteros de consistencia plástica*. Recuperado de: <https://conred.gob.gt/site/normas/NRD3/NTG41053.pdf>
- American Society for Testing and Materials ASTM International. (2005). ASTM C127. *Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, la densidad relativa (gravedad específica), y la absorción de agregados gruesos*. Recuperado de: <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C127-04-SP.htm>
- Benites, C, Cornelio, C, Montero, L, Conde, M, Staub, L & Iglesias, L. (2011). *Sustitución parcial del cemento por residuos calcáreos de argopecten purpuratus (conchas de abanico) en mezclas de concreto*. Conocimiento para el desarrollo Chimbote, Perú. Recuperado de: <https://revista.usanpedro.edu.pe/index.php/CPD/article/view/221>
- Cadena, C & Bula, A. (2002). *Estudio de la variación en la conductividad térmica de la cascarilla de arroz aglomerada con fibras vegetales*. Colombia. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/28201148>
- Carrillo, J. (2013). *Producción de carbón activado y sílice a partir de cascarilla de arroz*. Fundación Universitaria de San Gil, Colombia. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/849/84929153019.pdf>
- Chur, G. (2010). *Evaluación del uso de la cascarilla de arroz como agregado orgánico en morteros de mampostería*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3173_C.pdf
- Diestra, E (2016). *Resistencia a la compresión de un mortero sustituyendo el cemento por 5% de cenizas de cáscara de Arroz por 5% de polvo de conchas de abanico*. Chimbote, Perú.

- Echevarría, M & López, O. (2010). *Caracterización energética de la cascarilla de arroz para su aplicación en la generación de energía termoeléctrica*. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador. Recuperado de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2058>
- Erazo, R. (2007). Variación de la Conductividad Térmica de la humedad en materiales de construcción. Universidad de Chile. Recuperado de: http://tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2007/erazo_ra/sources/erazo_ra.pdf
- Flores, L & Mazza, J. (2014). Utilización de residuos de conchas de abanico como mejoramiento en las propiedades resistentes del concreto. Universidad Nacional Del Santa, Chimbote, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/1912/27226.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Limone, C. (2012). *Diseño e Instalación de Aislante térmico en tuberías y equipos*. Universidad Simón Bolívar, Sartenejas. Recuperado de: <http://159.90.80.55/tesis/000155516.pdf>
- Linarez, C. (2015). *Elaboración de Ladrillos ecológicos a partir de residuos agrícolas (cascara y cenizas de arroz), como materiales sostenibles para la construcción*. Iquitos, Loreto, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3253/TESIS%20PARA%20LIBRO%20CLAUDIO%20H.%20LINAREZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez, I. (2010). *Cementos y Morteros*. Universidad Nacional del Comahue, Argentina. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/LennHegg/exposicion-de-kfc>
- Minagri, (2018). *Arroz en el Perú*. Recuperado de: <http://www.minagri.gob.pe/portal/boletin-de-arroz/arroz-2018>
- Ministerio de la Producción, (2014). *Anuario estadístico Pesquero y Acuicola*. Recuperado de: http://proyectosperuanos.com/conchas_de_abanico/
- Nizama, D (2014). *Valoración de Residuos crustáceos para concretos de baja resistencia*. Piura, Universidad de Piura. Recuperado de: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2194/ICI_210.pdf?sequence=1
- Norma Técnica Peruana N.T.P 400.017. (2011). Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/343664826/NTP-400-017-2011-Agregados-Metodo-de-Ensayo-Para-Determinar-El-Peso-Unitario-Del-Agregado>
- Norma Técnica Peruana N.T.P. 400.012. (2001). Granulometría, módulo de fineza, contenido de humedad. Recuperado de: http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/norma_tecnica_peruana_dos.pdf

- Norma Técnica Peruana NTP 334.051 (2001). Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50mm de lado. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/RonaldCoteraBarrios/ntp-334051>
- Norma Técnica Peruana NTP 339.088 (2013). Agua para el concreto. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/325068897/Ntp-339-088-Norma-Agua-Para-El-Concreto>
- Pasquel, E. (1993). *Tópico de tecnología de concreto en le Peru*. Recuperado de: https://es.slideshare.net/cmanuel_locky/
- Rivera, G. (2013). *Concreto Simple*. Universidad del Cauca. Recuperado de: <file:///C:/Users/Villalva%20Martinez/Downloads/Tecnologia-Concreto-y-Mortero-Rivera.pdf>
- Saavedra, J. (2016). *Interacción de la concha de abanico triturada con los agregados triturados y redondeados en mezclas de concreto*. Perú, Universidad de Piura. Recuperado de: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2582>
- Salamanca, R. (2001), *La Tecnología de los Morteros*. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/911/91101107.pdf>
- Serrano, T. (2012). *Morteros aligerados con cascarilla de arroz: diseño de Mezclas y elevación de propiedades*. Universidad Politécnica de Valencia, España. Recuperado de: <http://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/28275/43524>
- Sierra, J. (2009). *Alternativas de Aprovechamiento de la cascara de arroz en Colombia*. Recuperado de: <http://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/211/2/333.794S571.pdf>
- Tacilla, E, Araujo, F & Cardozo, V. (2004). *Composición Química del cemento*. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/24863679/Composicion-Quimica-Del-Cemento>
- Teodoro, E. (2005). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de: [https://books.google.com.pe/books?id=Gr3Ga9__NB4C&printsec=frontcover&dq=Teodoro+E.\(1997\).+Materiales.+En+Dise%C3%B1o+de+Estructuras+de+Concreto+Armado&hl=es](https://books.google.com.pe/books?id=Gr3Ga9__NB4C&printsec=frontcover&dq=Teodoro+E.(1997).+Materiales.+En+Dise%C3%B1o+de+Estructuras+de+Concreto+Armado&hl=es)
- Vásquez, R. (2013). Las cenizas de cascara de arroz, adición puzolánica en cemento y concreto. Universidad de Piura, Perú. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/175634233/Cenizas-Cascara-De-Arroz>

AGRADECIMIENTO

Damos gracias a Dios por ser maravilloso, que me brindó salud, ya que sin él nada es posible, gracias Dios por bendecirnos para llegar hasta donde hemos llegado, por la perseverancia, fortaleza. Damos gracias también a nuestros padres y familiares por darnos la confianza de seguir adelante, a ellos un agradecimiento total.

IX. ANEXOS

ANEXO I.
PANEL FOTOGRAFICO

- ✓ Lugar y coordenadas de extracción de
- ✓ las conchas de abanico



Figura 6. Extracción de las conchas de abanico

UBICACION

País: Perú

Departamento: Ancash

Provincia: Casma

Distrito: Casma

COORDENADAS

Latitud: 9°28'16.67"S

Longitud: 78°18' 40.04"O

Altitud: 806 m.s.n.m

DE CHIMBOTE A CASMA

Tiempo: 1H A 10 MIN

Distancia: 59 KM



Figura 7. Ubicación de la zona de Extracción de las conchas de abanico



Figura 8. Proceso de lavado y limpiado de las cochas de abanico



Figura 9. Proceso de secado y llevado al horno



Figura 10. Material llevado a 800 °C por 4 horas en el horno



Figura 11. Trituración de las cochas de abanico una vez sacado del horno



Figura 12. Obtención del polvo pasado por la malla N° 200

✓ **Proceso de la cascara de arroz**



Figura 13. Pasamos por una malla que retenga algunos residuos



Figura 14. triturado de la cascara de arroz mediante una maquina manual



Figura 15. Molido de cascara de arroz



Figura 16. Proceso de la obtención del polvo pasando por la malla N° 200



Figura 17. Obtención del polvo de la cascara de arroz

✓ Gradación de Arena



Figura 18. Proceso del cuarteo de la arena



Figura 19. Proceso de gradación de arena, se tomó 8 Kg para dicho ensayo

✓ **Gradación de Arena**
Determinación de fluidez de mortero



Figura 20. Peso del cemento para 2 especímenes



Figura 21. Peso del de la arena para 2 especímenes



Figura 22. Peso del agua para 2 especímenes



Figura 23. Proceso de mezclado del material

Mezclado de Materiales

Cemento + Arena + Agua

V1 → A+C++A=30 seg

V2 → A+C+A=30 seg

15 Seg. De Limpiar Bordes Del Tazón de Mezclado

V2 → 1 MIN DE MEZCLADO

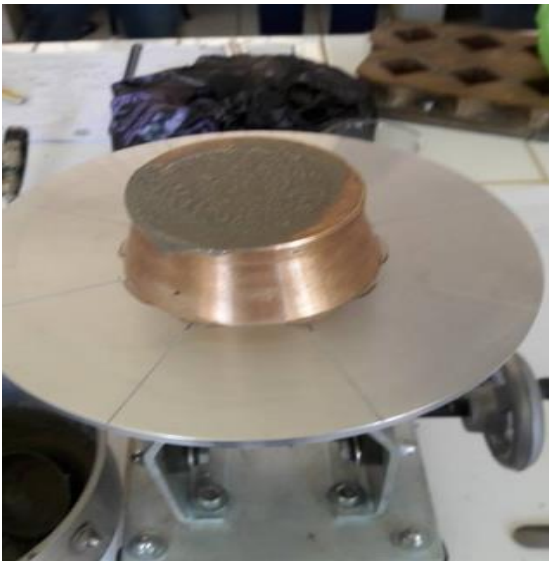


Figura 24. Proceso de mezclado del material



Figura 25. Procedimiento de 25 giros a la manija, en un tiempo de 15 segundos

✓ **Diseño de mezcla Patrón**



Figura 26. Peso de Cemento Tipo I



Figura 27. Peso de la Arena



Figura 28. Peso del agua



Figura 29. Proceso de mezclado de diseño patrón



Figura 30. Proceso de vaciado en el molde

✓ **Ensayo del diseño patrón a los 60 días**



Figura 31. Proceso de curado a los 60 días



Figura 32. Peso de mortero M1 después de 60 días de curado.



Figura 33. Peso de mortero M2 después de 60 días de curado.



Figura 34. Peso de mortero M2 después de 60 días de curado.

✓ DISEÑO EXPERIMENTAL



Figura 35. Peso de mortero EXP-M1 después de 60 días de curado.



Figura 36. Peso de mortero EXP-M2 después de 60 días de curado.



Figura 37. Peso de mortero EXP-M3 después de 60 días de curado.

- ✓ Ensayo de la conductividad térmica del diseño Patrón y Experimental a los 60 días de curado

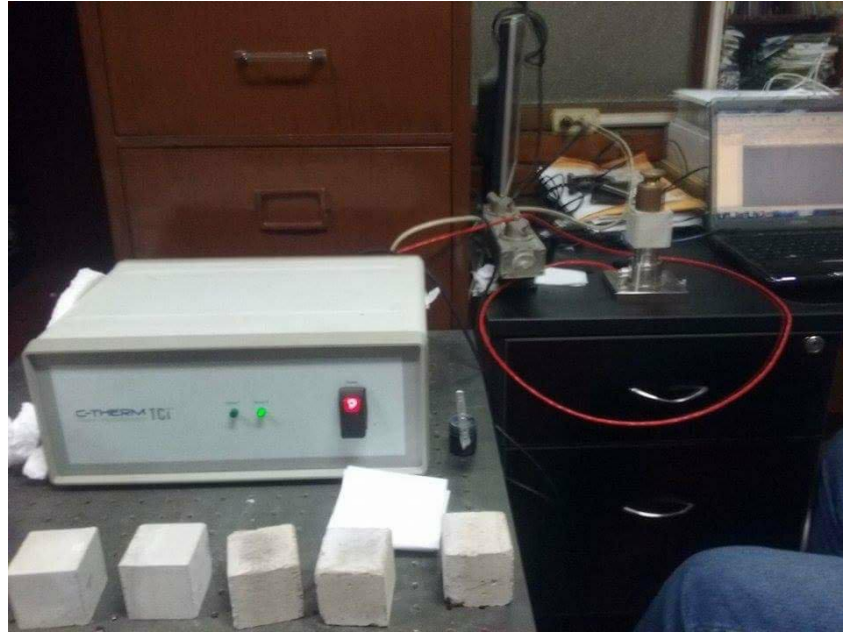


Figura 38. Obtención de niveles de conductividad térmica de morteros



Figura 39. Supervisando cada ensayo del mortero



Figura 40. Proceso de Análisis de Conductividad



Figura 41. El Dr. Díaz Rosado José encargado del laboratorio de la facultad de ciencias de la UNI, que ha procedido a obtener la conductividad térmica



Figura 42. El procedimiento de la elaboración de los morteros fue supervisado por el asesor el Ing., Rigoberto Cerna

ANEXO II.

COMPOSICIÓN QUÍMICA



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°65-LAQ/2018

Análisis de cáscara de arroz y concha de abanico por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de cáscara de arroz (natural) y concha de caracol a pedido del Sr. **Villalva Martínez, Alex Santos**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia Térmica y Mecánica de un Mortero al Sustituir al Cemento en un 16% de Polvo de Cáscara de Arroz y Polvo de Conchas de Abanico.”

La muestra es una combinación de 75% de polvo de cáscara de arroz (natural) y 25% de de conchas de abanico y está en forma de grano fino de color crema.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 3630 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos.. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene..

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta combinación de cáscara de arroz y concha de abanico. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico del elemento y la energía del rayo-X.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en un proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es mucho menor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de Na y Mg. que esta técnica no puede detectar, y/o diferentes de óxidos, por tratarse de cáscara de arroz en forma natural, y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de 75% de cáscara de arroz y 25% de concha de abanico en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	2.921	6.223
SiO ₂	18.388	39.179
P ₂ O ₅	1.459	3.108
SO ₂	0.492	1.047
ClO ₂	0.409	0.871
K ₂ O	0.978	2.085
CaO	21.793	46.433
TiO ₂	0.007	0.015
Cr ₂ O ₃	0.004	0.009
Fe ₂ O ₃	0.336	0.715
CuO	0.005	0.010
ZnO	0.015	0.032
As ₂ O ₃	0.005	0.011
SrO	0.043	0.092
Total	46.934	100.00



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

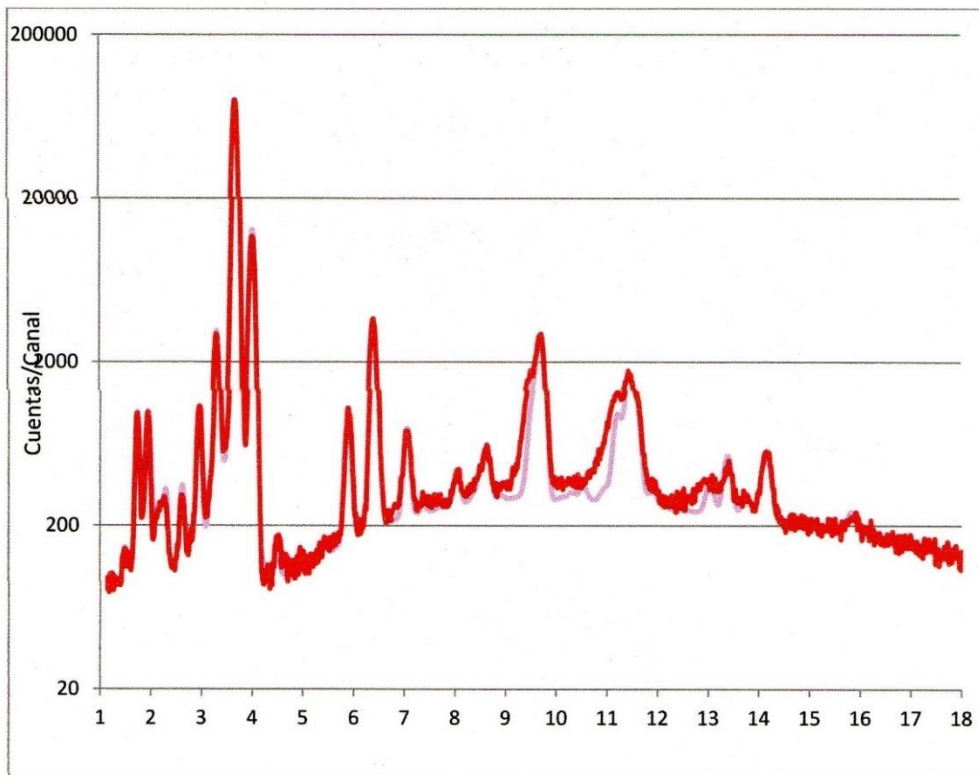


Figura 1. Espectro de FRXDE de una combinación de 75% cáscara de arroz y 25% concha de abanico en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 06 de junio del 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°66-LAQ/2018

Análisis de cáscara de arroz natural por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de cáscara de arroz natural a pedido del Sr. **Villalva Martínez, Alex Santos**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia Térmica y Mecánica de un Mortero al Sustituir al Cemento en un 16% de Polvo de Cáscara de Arroz y Polvo de Conchas de Abanico.”

La muestra está en estado natural y en forma de grano fino de color crema.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 3830 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg ($Z=12$) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos.. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene..

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada “Suelo de San Joaquín” adquirida de la NIST.

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de cáscara de arroz natural. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico del elemento y la energía del rayo-X.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en un proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es mucho



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

menor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de Na y Mg. que esta técnica no puede detectar, y/o diferentes de óxidos, por tratarse de cáscara de arroz en forma natural, y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de cáscara de arroz natural en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	2.176	7.217
SiO ₂	25.076	83.170
SO ₂	0.357	1.184
ClO ₂	0.295	0.978
K ₂ O	1.031	3,419
CaO	0.647	2.145
TiO ₂	0.022	0.072
MnO	0.102	0.338
Fe ₂ O ₃	0.420	1.392
CuO	0.003	0.010
ZnO	0.009	0.029
BrO	0.014	0.046
Total	46.934	100.00



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

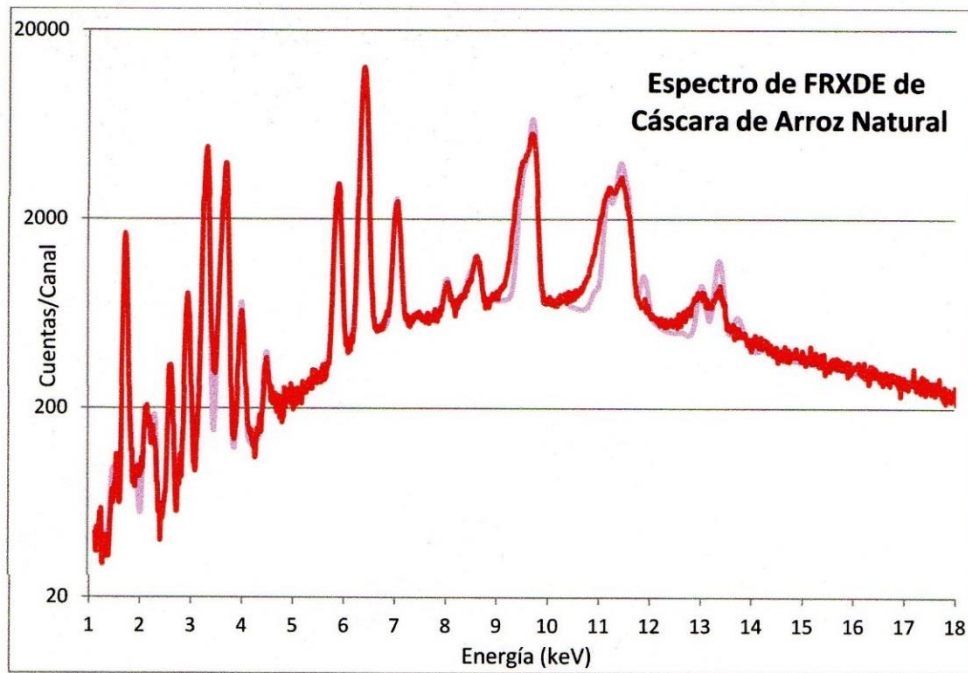


Figura 1. Espectro de FRXDE de cáscara de arroz natural en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 06 de junio del 2018

ANEXO III.

ANÁLISIS DE PH



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



LASACI

INFORME DE ANÁLISIS

SOLICITANTE	: VILLALVA MARTINEZ ALEX SANTOS
MUESTRA	: Cemento, polvo de cascara de arroz, polvo de concha de abanico
FECHA DE INGRESO	: 07 DE JUNIO DEL 2018
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

CEMENTO

DETERMINACIONES	Unidades	Resultados
pH	-	12.71

POLVO DE CASCARA DE ARROZ

DETERMINACIONES	Unidades	Resultados
Ph	-	6.58

Polvo de concha de abanico

DETERMINACIONES	Unidades	Resultados
pH	-	6.78

cimento+ polvo de cascara de arroz 12%+polvo de concha de abanico 4%

DETERMINACIONES	Unidades	Resultados
pH	-	11.52

15 gr polvo de cascara de arroz 12%+ 5gr polvo de concha de abanico 4%

DETERMINACIONES	Unidades	Resultados
pH	-	12.97

TRUJILLO 13 DE JUNIO DEL 2018



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

949959632 / 933623974

ANEXO IV.

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

p1	Sensor	Valid	Effusivity (Ws ² /m ³ K)	k (W/mk)	1/m	R2	Start	V0 (mV)	VMax (mV)	DeltaV (mV)	Ambient (°C)	T0 (°C)	DeltaT (°C)
1	T136	True	1546.626167	1.310141766	112.025635	0.999679301	09/08/2018 07:42	2576.515	2581.67	5.158488	21.78951454	22.82671738	0.591272295
2	T136	True	1504.365411	1.248490837	119.8298011	0.999711114	09/08/2018 07:43	2571.873	2577.16	5.287647	21.78951454	22.29423904	0.606506348
3	T136	True	1493.93977	1.233553546	119.2880934	0.999763558	09/08/2018 07:44	2568.974	2574.301	5.326271	21.78951454	21.96178055	0.610935569
4	T136	True	1484.95097	1.220731074	118.8200036	0.999732315	09/08/2018 07:45	2567.116	2572.445	5.329132	21.78951454	21.74860954	0.611263573
5	T136	True	1473.572459	1.204675143	118.2298248	0.999681397	09/08/2018 07:46	2565.86	2571.209	5.349159	21.78951454	21.6045723	0.613560438
6	T136	True	1474.618984	1.206149326	118.2842014	0.999744696	09/08/2018 07:47	2564.846	2570.2	5.353689	21.78951454	21.48826408	0.614080787
7	T136	True	1472.160189	1.202687401	118.1564444	0.999756933	09/08/2018 07:48	2564.499	2569.848	5.34398	21.78951454	21.44841957	0.613588214
8	T136	True	1475.97839	1.208065801	118.3548349	0.999744863	09/08/2018 07:49	2563.003	2568.347	5.343391	21.78951454	21.27684402	0.613013327
9	T136	True	1475.638131	1.207585943	118.3371554	0.999671017	09/08/2018 07:50	2562.511	2567.857	5.345883	21.78951454	21.22045326	0.613150954
10	T136	True	1478.955292	1.212268749	118.5095123	0.999639319	09/08/2018 07:51	2560.659	2566.003	5.344391	21.78951454	21.0079937	0.613013685

p2	Sensor	Valid	Effusivity (Ws ² /m ³ K)	k (W/mk)	1/m	R2	Start	V0 (mV)	VMax (mV)	DeltaV (mV)	Ambient (°C)	T0 (°C)	DeltaT (°C)
1	T136	True	1572.868457	1.37082821	122.1154283	0.99975297	09/08/2018 07:53	2570.517	2576.293	5.727822	21.05188751	21.8905201	0.662066539
2	T136	True	1565.141053	1.287359896	120.6897758	0.999680033	09/08/2018 07:54	2567.647	2573.43	5.182127	21.05188751	21.56170082	0.662665188
3	T136	True	1532.569815	1.274704531	119.812901	0.999829546	09/08/2018 07:55	2566.458	2572.232	5.37426	21.05188751	21.425354	0.661762774
4	T136	True	1503.698147	1.242349059	119.4104871	0.999636634	09/08/2018 07:56	2564.948	2570.7	5.15161	21.05188751	21.2523365	0.659168005
5	T136	True	1484.569815	1.216521858	118.5954178	0.999784244	09/08/2018 07:57	2564.669	2570.389	5.220377	21.05188751	21.22034073	0.655587733
6	T136	True	1481.120534	1.221606114	118.7533725	0.999622086	09/08/2018 07:58	2563.92	2569.645	5.224907	21.05188751	21.13454247	0.656107306
7	T136	True	1506.201058	1.253483433	119.5339864	0.999709651	09/08/2018 07:59	2563.363	2569.058	5.395343	21.05188751	21.07065773	0.652719975
8	T136	True	1504.210547	1.245971151	119.5771131	0.99984982	09/08/2018 08:00	2563.248	2568.939	5.390575	21.05188751	21.0575428	0.652172863
9	T136	True	1496.985624	1.239504397	119.0918058	0.999711914	09/08/2018 08:01	2562.029	2567.723	5.394628	21.05188751	20.91775322	0.652636588
10	T136	True	1485.258714	1.225253262	119.3155272	0.999718006	09/08/2018 08:02	2560.5	2566.15	5.250043	21.05188751	20.74252319	0.647527218

p3	Sensor	Valid	Effusivity (Ws ² /m ³ K)	k (W/mk)	1/m	R2	Start	V0 (mV)	VMax (mV)	DeltaV (mV)	Ambient (°C)	T0 (°C)	DeltaT (°C)
1	T136	True	1562.093568	1.284493122	119.6497622	0.999661151	09/08/2018 08:05	2572.871	2563.276	5.225824	21.42218399	22.76701738	0.636273324
2	T136	True	1543.135454	1.264543518	119.6239448	0.999625459	09/08/2018 08:06	2571.084	2562.453	5.063233	21.42218399	22.5564642	0.633043587
3	T136	True	1518.561487	1.251840277	119.6980122	0.999526485	09/08/2018 08:07	2569.536	2563.247	5.132364	21.42218399	22.2442185	0.627895772
4	T136	True	1492.356979	1.230851244	119.5905495	0.999632426	09/08/2018 08:08	2568.054	2562.729	5.141186	21.42218399	22.1574586	0.64147073
5	T136	True	1494.368526	1.231817223	119.8997682	0.999596679	09/08/2018 08:09	2567.874	2561.57	5.145716	21.42218399	21.96545155	0.639528453
6	T136	True	1484.658715	1.222907393	119.1741029	0.999659643	09/08/2018 08:10	2566.276	2562.136	5.163359	21.42218399	21.85825678	0.637349665
7	T136	True	1485.326785	1.229785926	119.0530625	0.999649243	09/08/2018 08:11	2565.648	2562.942	5.176472	21.42218399	21.84557506	0.644181967
8	T136	True	1483.968575	1.215066998	119.824103	0.999632541	09/08/2018 08:12	2563.389	2562.548	5.146431	21.42218399	21.68547525	0.637641668
9	T136	True	1475.985782	1.208271839	119.728941	0.999537583	09/08/2018 08:13	2562.313	2561.869	5.134033	21.42218399	21.44885848	0.638126969
10	T136	True	1489.658448	1.213918024	119.7050697	0.999639785	09/08/2018 08:14	2560.541	2564.296	5.142855	21.42218399	21.30277786	0.636320353

Exp.01	Sensor	Valid	Effusivity (Ws ^{1/2} /m ² K)	k (W/mK)	1/m	RZ	Start	V0 (mV)	VMax (mV)	DeltaV (mV)	Ambient (°C)	T0 (°C)	DeltaT (°C)
1	T136	True	625.2295644	0.275641846	73.88711782	0.999295655	09/08/2018 08:17	2562.75	2570.948	8.198023	19.75680733	20.56374359	0.938144445
2	T136	True	620.6389727	0.271736878	73.64859447	0.999369592	09/08/2018 08:18	2561.925	2570.137	8.21209	19.75680733	20.4694252	0.939753413
3	T136	True	620.4569648	0.271582247	73.63913749	0.999276643	09/08/2018 08:19	2561.279	2569.487	8.20756	19.75680733	20.39545822	0.992366403
4	T136	True	616.1514141	0.267928614	73.41542464	0.999302618	09/08/2018 08:20	2562.493	2570.718	8.225441	19.75680733	20.53483228	0.941281736
5	T136	True	617.7865802	0.269315055	73.50037613	0.999384127	09/08/2018 08:21	2561.514	2569.733	8.219481	19.75680733	20.42230606	0.94059968
6	T136	True	619.6776384	0.270920311	73.59864433	0.999294889	09/08/2018 08:22	2560.762	2568.99	8.228064	19.75680733	20.33633614	0.941581428
7	T136	True	617.7201616	0.269258879	73.49693546	0.999397569	09/08/2018 08:23	2561.358	2569.59	8.231878	19.75680733	20.40448952	0.942018867
8	T136	True	617.6525854	0.269201554	73.49342426	0.999422661	09/08/2018 08:24	2561.023	2569.243	8.220196	19.75680733	20.36615753	0.940680563
9	T136	True	618.1295205	0.269606187	73.51820541	0.999325904	09/08/2018 08:25	2560.462	2568.688	8.225918	19.75680733	20.30195808	0.9413336691
10	T136	True	618.9363287	0.270290915	73.5601265	0.999376919	09/08/2018 08:26	2560.371	2568.604	8.22594	19.75680733	20.29153633	0.942100108

Exp.02	Sensor	Valid	Effusivity (Ws ^{1/2} /m ² K)	k (W/mK)	1/m	RZ	Start	V0 (mV)	VMax (mV)	DeltaV (mV)	Ambient (°C)	T0 (°C)	DeltaT (°C)
1	T136	True	633.8564754	0.314785426	73.88711782	0.999208458	09/08/2018 08:28	2559.635	2565.861	8.098984	19.65827271	20.79457664	0.912301587
2	T136	True	633.1258746	0.31185644	73.64859447	0.999221149	09/08/2018 08:29	2564.965	2571.028	8.098657	19.65827271	20.91927147	0.912015479
3	T136	True	631.9857425	0.308725894	73.63913749	0.999176441	09/08/2018 08:30	2561.721	2567.854	8.107015	19.65827271	20.51983643	0.923597258
4	T136	True	631.1254153	0.304317456	73.41542464	0.999258642	09/08/2018 08:31	2561.247	2567.388	8.106587	19.65827271	20.50694084	0.923547844
5	T136	True	630.257451	0.296845414	73.50037613	0.999242931	09/08/2018 08:32	2560.987	2567.133	8.09874	19.65827271	20.46460479	0.922347854
6	T136	True	627.325444	0.276318951	73.59864433	0.999281245	09/08/2018 08:33	2560.294	2566.458	8.170245	19.65827271	20.29899216	0.932546714
7	T136	True	628.6212587	0.279548475	73.49693546	0.999361559	09/08/2018 08:34	2560.685	2566.861	8.242568	19.65827271	20.28538704	0.943112255
8	T136	True	627.9857121	0.27798558	73.49342426	0.999269789	09/08/2018 08:35	2558.478	2564.624	8.163877	19.65827271	20.22786713	0.933254114
9	T136	True	628.235488	0.278685471	73.51820541	0.999260546	09/08/2018 08:36	2559.39	2565.524	8.167895	19.65827271	20.19703293	0.933247749
10	T136	True	631.254825	0.29825441	73.5601265	0.999242012	09/08/2018 08:37	2557.997	2564.14	8.168745	19.65827271	20.19305642	0.932358875

Exp.02	Sensor	Valid	Effusivity (Ws ^{1/2} /m ² K)	k (W/mK)	1/m	RZ	Start	V0 (mV)	VMax (mV)	DeltaV (mV)	Ambient (°C)	T0 (°C)	DeltaT (°C)
1	T136	True	873.7640818	0.502056656	86.54265382	0.998759983	09/08/2018 08:39	2558.1	2564.856	6.756783	18.94178963	19.79457664	0.772589445
2	T136	True	885.4553435	0.513486814	87.14645005	0.99876462	09/08/2018 08:40	2559.19	2565.939	6.748915	18.94178963	19.91927147	0.771688819
3	T136	True	873.1215432	0.501430639	86.50946986	0.998813668	09/08/2018 08:41	2555.697	2562.49	6.793261	18.94178963	19.51983643	0.776759923
4	T136	True	868.9035538	0.497326696	86.29163142	0.998715525	09/08/2018 08:42	2555.584	2562.403	6.819248	18.94178963	19.50694084	0.779732347
5	T136	True	865.4936353	0.494016053	86.11552588	0.998809958	09/08/2018 08:43	2555.216	2562.073	6.856918	18.94178963	19.46460479	0.784038603
6	T136	True	868.5119862	0.496946207	86.27140888	0.998789851	09/08/2018 08:44	2553.765	2560.583	6.817818	18.94178963	19.29899216	0.779567242
7	T136	True	861.7400774	0.490382939	85.92187964	0.998673991	09/08/2018 08:45	2553.646	2560.491	6.844521	18.94178963	19.28538704	0.782622159
8	T136	True	862.184999	0.490809772	85.94465107	0.998795738	09/08/2018 08:46	2553.143	2559.996	6.852627	18.94178963	19.22786713	0.783547342
9	T136	True	858.7721369	0.487508696	85.76639351	0.998733368	09/08/2018 08:47	2552.874	2559.71	6.836176	18.94178963	19.19703293	0.781667829
10	T136	True	860.4817748	0.489161549	85.85668791	0.998808666	09/08/2018 08:48	2552.839	2559.703	6.864548	18.94178963	19.19305642	0.7849105

ANEXO V.

RESISTENCIA MECÁNICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : VILLALVA MARTINEZ ALEX SANTOS
 Obra : UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 Ubicación : " CHIMBOTE "
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
 Expediente N° : 18-2802
 Recibo N° : 61676
 Fecha de emisión : 09/08/2018

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 03 especímenes cúbicos de mortero.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK
 Certificado de Calibración LFP-274-2018

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 334.051:2013.

4.0. RESULTADOS

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
1	P. M-I (60 DIAS)	11/06/2018	09/08/2018	25.3	11,872	470
2	P. M-II (60 DIAS)	11/06/2018	09/08/2018	25.1	13,250	528
3	P. M-III (60 DIAS)	11/06/2018	09/08/2018	25.3	12,772	506

5.0. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.G



Mónica Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

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



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



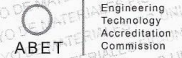


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : VILLALVA MARTINEZ ALEX SANTOS
 Obra : UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 Ubicación : " CHIMBOTE "
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
 Expediente N° : 18-2803
 Recibo N° : 61677
 Fecha de emisión : 09/08/2018

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 03 especímenes cúbicos de mortero.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK
 Certificado de Calibración LFP-274-2018

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 334.051:2013.

4.0. RESULTADOS

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
1	EXP. M-I	11/06/2018	09/08/2018	25.2	4.489	178
2	EXP. M-II	11/06/2018	09/08/2018	25.3	4.070	161
3	EXP. M-III	11/06/2018	09/08/2018	25.1	3.973	158

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.G

NOTAS:

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



Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

