

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Resistencia de un mortero con cemento sustituido en 15% por polvo de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz.**

**Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil**

**Autor**

Zapata Cardoso, Walther Junior

**Asesor**

Solar Jara, Miguel Angel

Chimbote – Perú

2019

**PALABRAS CLAVES:**

<b>Tema</b>	Diseño de un Mortero
<b>Especialidad</b>	Tecnología del Concreto

**KEY WORDS:**

<b>Topic</b>	Mortar Design
<b>Specialization</b>	Concrete Technology

**Línea de investigación:** Construcción y gestión de la construcción.

**Diseño de área:** Ingeniería y tecnología.

**Sub área:** Ingeniería civil.

**Disciplina:** Ingeniería civil.

**Campo de investigación:** Materiales de la construcción.

**“Resistencia de un mortero con cemento sustituido en 15% por polvo de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz”**

## RESUMEN

El propósito de la investigación se basó en conocer la implicancia de la sustitución del 15% del cemento en un 6% concha de abanico y 9% cenizas de cáscara de arroz, en la resistencia a la compresión de un mortero ya que son puzolanas artificiales al cemento portland Ordinario, estudio que fue realizado en la ciudad de Chimbote, utilizando agregado fino de la cantera Besique y cemento portland tipo I.

El método de investigación fue llevado a cabo experimentalmente, ya que se tuvo que visitar el mercado minorista “La caleta” ubicado en la ciudad de Chimbote y comprar el crustáceo y a su vez visitar la ciudad de Santa para hacer la compra de la cáscara de arroz para proceder a sustituirlo al cemento portland tipo I.

Mediante la calcinación a cielo abierto en un Pionner (equipo de calcinación artesanal) de la cáscara de arroz en un tiempo de 2 horas, luego fue molido en un mortero de madera, se obtuvo una ceniza que consiste esencialmente en sílice amorfa, y se obtuvo un (87.811%) de  $\text{SiO}_2$ , por lo que fue un material puzolánico.

La concha de abanico fue secada en un horno por 24 horas a una temperatura de  $110^\circ$  y calcinada a una temperatura de ( $890^\circ \text{C}$ ) durante un tiempo de 2 horas y luego fue molido en un mortero de madera, se pudo obtener un (87.53%) de  $\text{CaO}$ .

La sustitución de 15% de cemento por concha de abanico y ceniza de cascará de arroz fue analizada en resultados a comparación del patrón de 3, 7 y 28 días.

Las muestras experimentales de sustitución con 6% de polvo de concha de abanico y 9% de ceniza de cáscara de arroz, en la muestra experimental E1 a los 28 días con una relación a/c 0.525, arrojó una resistencia promedio de 322.00  $\text{kg/cm}^2$ , en la muestra experimental E2 a los 28 días con una relación a/c 0.505, arrojó una resistencia promedio de 235.67  $\text{kg/cm}^2$  y en la muestra experimental E3 a los 28 días con una relación a/c 0.485, arrojó una resistencia promedio de 218.00  $\text{kg/cm}^2$ , estas muestras no llegaron superar al patrón P-3 a los 28 días con una relación a/c 0.485 que nos arrojó una resistencia promedio de 433.67  $\text{kg/cm}^2$ , en sus resultados de resistencia a la compresión de un mortero convencional.

## ABSTRACT

The purpose of the research was based on knowing the implication of the substitution of 15% of the cement in a 6% fan shell and 9% rice husk ashes, in the compressive strength of a mortar since they are artificial pozzolans. Ordinary Portland cement, a study that was carried out in the city of Chimbote, using fine aggregate from the Besique quarry and Portland cement type I.

The research method was carried out experimentally, since it had to visit the retail market "La Caleta" located in the city of Chimbote and buy the crustacean and in turn visit the city of Santa to make the purchase of the rice husk to proceed to replace portland cement type I.

Through the open pit calcining in a Pionner (artisanal calcination equipment) of the rice husk in a time of 2 hours, then it was ground in a wooden mortar, an ash consisting essentially of amorphous silica was obtained, and obtained a (87,811%) of SiO<sub>2</sub>, so it was a pozzolanic material.

The fan shell was dried in an oven for 24 hours at a temperature of 110 ° and calcined at a temperature of (890 ° C) for a time of 2 hours and then ground in a wooden mortar, a (87.53%) of CaO.

The substitution of 15% cement with fan shell and rice husk ash was analyzed in results compared to the 3, 7 and 28 day pattern.

Experimental replacement samples with 6% fan shell powder and 9% rice husk ash, in the experimental sample E1 at 28 days with a ratio of 0.525 a / c, showed an average resistance of 322.00 kg / cm<sup>2</sup>, in the experimental sample E2 at 28 days with a ratio a / c 0.505, it showed an average resistance of 235.67 kg / cm<sup>2</sup> and in the experimental sample E3 at 28 days with a ratio a / c 0.485, it showed an average resistance of 218.00 kg / cm<sup>2</sup>, these samples did not exceed the P-3 pattern at 28 days with a ratio of 0.485 a / c that gave us an average resistance of 433.67 kg / cm<sup>2</sup>, in their results of compressive strength of a conventional mortar .

## Índice

Contenido	
Palabras clave – key words – Línea de investigación	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Índice	v
I). Introducción	1
II). Metodología	31
III). Resultados	38
IV). Análisis y discusión	53
V). Conclusiones y Recomendaciones	55
VI). Referencias bibliográficas	57
VII). Agradecimiento	61
VIII). Anexos y apéndices	62

## Índice de tablas

Tabla 01. Tolerancia y edad del cubo.	7
Tabla 02. Materias primas para la fabricación del cemento.	9
Tabla 03. Componentes químicos del Cemento Pacasmayo.	10
Tabla 04. Requisitos Granulometría ASTM C-33.	12
Tabla 05. Requisitos para agua de mezcla.	14
Tabla 06. Cantidad de ceniza producida por distintos cereales.	14
Tabla 07. Composición química de la cáscara de arroz.	15
Tabla 08. Características físicas de la cáscara de arroz.	16
Tabla 09. Composición de la ceniza de cáscara de arroz.	17
Tabla 10. Pérdidas por calcinación de la cáscara de arroz y porcentaje.	22
Tabla 11. Composición química de la concha de abanico.	24
Tabla 12. Variable dependiente: “resistencia a la compresión del mortero”.	28
Tabla 13. Variable independiente: “dosificaciones en diseño de mezcla de un mortero de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz”.	29
Tabla 14. Técnicas e instrumentos de investigación.	34
Tabla 15. Composición química de la Concha de Abanico.	40
Tabla 16. Composición química de la Ceniza de Cáscara de Arroz.	40
Tabla 17. Requisitos Físicos de Gradación para elaborar los Especímenes.	41
Tabla 18. Módulo de fineza de la arena gruesa.	41
Tabla 19. pH de la Concha de Abanico, la Ceniza de Cáscara de Arroz y combinación.	42
Tabla 20. Peso Específico de la Concha de Abanico.	43
Tabla 21. Peso Específico de la Ceniza de Cáscara de Arroz.	43
Tabla 22. Peso Específico de la Combinación Ceniza de Cáscara de Arroz 9% + Concha de Abanico 6% + Cemento 85%.	43
Tabla 23. Proporciones de material requerido para el mortero patrón.	44
Tabla 24. Proporciones de material requerido para el mortero experimental.	44
Tabla 25. Proporciones de material requerido para el mortero experimental.	45
Tabla 26. Proporciones de material requerido para el mortero experimental.	45
Tabla 27. Pérdidas por calcinación.	45
Tabla 28. Resultados de ensayos a compresión patron.	46
Tabla 29. Resultados de ensayos a compresión experimental 01.	47
Tabla 30. Resultados de ensayos a compresión experimental 02.	48
Tabla 31. Resultados de ensayos a compresión experimental 03.	49
Tabla 32. Resultados de resistencias promedio.	50
Tabla 33. Resistencias a la compresión de un mortero con cemento sustituido en 15% por polvo de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz, según días de curado.	51
Tabla 34. Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de los morteros.	51
Tabla 35. Cálculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de las resistencias medias de los morteros son diferentes.	52

## Índice de gráficos

Gráfico 1. Gradación de arena gruesa.	42
Gráfico 2. Resistencia a la compresión patrón (kg/cm <sup>2</sup> ) - Edad (Días).	46
Gráfico 3. Resistencia a la compresión experimental 01 (kg/cm <sup>2</sup> ) - Edad (Días).	47
Gráfico 4. Resistencia a la compresión experimental 02 (kg/cm <sup>2</sup> ) - Edad (Días).	48
Gráfico 5. Resistencia a la compresión experimental 03 (kg/cm <sup>2</sup> ) - Edad (Días).	49
Gráfico 6. Comparación de resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) - Edad (Días).	50

## Índice de figuras

Figura 1. Medidas del cubo de mortero.	5
Figura 2. Producción de arroz en cáscara.	15
Figura 3. Porcentaje de producción de conchas de abanicos por regiones.	23
Figura 4. Curva de pérdida de masa de la concha de abanico.	38
Figura 5. Curva calorimétrica de la concha de abanico.	38
Figura 6. Curva de pérdida de masa de la cáscara de arroz.	39
Figura 7. Curva calorimétrica de la cáscara de arroz.	39

## I INTRODUCCIÓN

Chur, G. (2010), la presente investigación descriptiva evaluó el aprovechamiento de la cáscara de arroz como agregado orgánico en morteros de mampostería dada las ventajas que ofrece, para lo cual se elaboraron morteros con diferentes contenidos de cáscara de acuerdo con procedimientos y especificaciones de las normas técnicas aplicables, se optó por acercarse a un resultado más converso al evaluar el uso de la cascarilla de arroz como agregado en mortero de mampostería, también se contó con el apoyo del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) y concluyo con éxito y recaudando datos favorables para la presente investigación.

Serrano, T., Borrachero, V., Monzó, J. & Payá, J. (2012), estudiaron diversos pretratamientos de la cascarilla para la investigación experimental, tales como el lavado con agua destilada, baño en disolución ácida durante 24 horas, baño en disolución básica durante 24 h, así como combinaciones y variaciones de los anteriores pretratamientos. Se determinaron propiedades como la densidad, la resistencia a flexión y la resistencia a compresión de los morteros realizados para obtener resultados favorables y a la vez dar un punto de investigación más exacto. Finalmente se sometieron a análisis de microscopia electrónica tres de las muestras más representativas. 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.

Vásquez, R. & Vigil, P. (2005), en la presente investigación experimental por medio de la calcinación controlada de la cáscara de arroz, a baja temperatura (400°C), se ha obtenido una ceniza que consiste esencialmente en sílice amorfa, con un alto contenido de SiO<sub>2</sub> (93%), de gran área superficial (22600 cm<sup>2</sup>/g) y que, en consecuencia, posee gran actividad puzolánica.

Sakoda, S., Watanabe, S., Ishiyama, N. & Saïto, H. (2003), señalan que los volúmenes anuales de conchas de abanico en Japón son del orden de 300 000 toneladas y los correspondientes desperdicios calcáreos del orden de 150 000 toneladas al año. Por lo tanto, estos residuos calcáreos lanzados a la intemperie generan efectos adversos del medio ambiente del suelo sobre los que son lanzados estos desechos. Desde esta perspectiva es que la utilización de estos residuos calcáreos en mezclas de concreto ha comenzado a ser estudiada recientemente en Japón. Sin embargo, las propiedades del concreto conteniendo residuos calcáreos de conchas de abanico no han sido del todo dilucidadas. Los resultados experimentales de este estudio en que se utilizó concreto hecho con cemento aglomerante compensado con residuos calcáreos de conchas de abanico se encontraron que el peso unitario del concreto conteniendo conchas de abanico fue menor que del concreto ordinario. La velocidad de onda longitudinal del concreto conteniendo residuos de conchas de abanico fue menor que el de concreto ordinario. El ratio de la resistencia a la tensión del concreto conteniendo residuos de conchas de abanico fue mayor comparado al del concreto ordinario.

Flores, L. & Mazza, J. (2014), la presente investigación se basa en la utilización del polvo proveniente del reciclaje y calcinación a 800 °C de los residuos calcáreos (conchas de abanico). Este polvo así obtenido es utilizado para adicionar al cemento comercial tipo Portland 1 en diversas dosificaciones en el diseño de mezcla. De los ensayos se pudo afirmar que la adición de residuos calcáreos de 5% a 15% mejora la resistencia de concreto, observando que a mayor adición de residuos calcáreos el asentamiento disminuye en 1".

### **Mortero.**

El mortero es un material compuesto por cemento, arena gruesa y agua, aunque, opcionalmente, puede contener cal hidratada. Las funciones de los componentes del mortero son las siguientes: El cemento brinda la resistencia a la mezcla, la cal proporciona receptividad de agua y por consiguiente provee trabajabilidad, finalmente la arena brinda estabilidad volumétrica al mortero. (San Bartolomé) (2011).

“Este término se refiere a la mezcla de pasta y agregado fino (arena), que es utilizada en la nivelación de pisos, en la estabilización de taludes y especialmente en la construcción de mampostería, en donde se usa como pegante de ladrillos o como recubrimiento de muros, caso en el cual se le conoce como pañete, repello o revoque”. (Asocreto J) (2011).

Características del mortero y sus estados.

Resistencia a la compresión:

Es la medida para observar la capacidad que tiene el mortero de soportar esfuerzos. Como la resistencia a la compresión está influenciada por la hidratación del cemento y esta a su vez determina las propiedades físicas del mortero endurecido, es posible que mediante los resultados de resistencia inferir otras propiedades. (San Bartolomé) (2011).

Adherencia:

La adherencia (adhesión si atendemos a su fundamento físico) se considera tanto en el mortero fresco como en el endurecido, aunque por distintas causas. La adherencia, antes de que el mortero endurezca, se incrementa cuanto mayor es la proporción del conglomerante o la cantidad de finos arcillosos. Sin embargo, el exceso de estos componentes puede perjudicar otras propiedades. (San Bartolomé) (2011).

Retención de agua:

Por lo general, el mortero se coloca entre unidades de mampostería que le absorben agua, tan pronto como el mortero tiene contacto con sus superficies, por lo tanto, se vuelve indispensable que el mortero conserve suficiente cantidad de agua que le permita la hidratación de sus cementantes y alcanzar así su resistencia especificada a pesar de la absorción natural que las unidades de mampostería ejercen sobre él. (Hamlin, and Jeff) (2008).

Manejabilidad:

Está relacionada con la consistencia, la cual se refiere al estado de fluidez del mortero, es decir que tan dura (seca) o blanda (fluida) es la mezcla cuando se encuentra en estado plástico (NTP 334.003).

En general, se acepta como medida de la manejabilidad, el valor de fluidez de la mezcla obteniendo en la mesa de flujo de acuerdo a la norma ASTM C-230 “Standard Specification for Flow for Use in Tests of Hydraulic Cement” (Especificación estándar de la mesa de flujo para el uso de ensayos de cemento hidráulico).

#### Durabilidad:

Es la habilidad para resistir las condiciones de exposición a las cuales es sometido el mortero. Los ciclos de congelamiento y deshielo son considerados el principal efecto de deterioro en los países de estaciones, mientras que las sustancias agresivas tales como sulfato y ácidos son los factores que afectan la durabilidad.

La durabilidad es una característica de combinación particular de materiales que incluye, además de los constituyentes del mortero, la calidad de las unidades de mampostería empleada. (San Bartolomé) (2011).

#### Fluidez:

En las construcciones de mampostería reforzada interiormente se requiere que el mortero o lechada que se coloca en el interior de las celdas de los muros o unidades de mampostería sea capaz de penetrar perfectamente en las cavidades donde se aloja el acero de refuerzo sin que se manifieste una segregación del mortero. El contenido de agua en la mezcla, así como la capacidad del mortero de retenerla son factores que influyen directamente en el comportamiento posterior de la estructura, ya que las superficies de las unidades de mampostería tienden a absorber una cantidad importante del agua de la mezcla, desvirtuando el grado de adherencia del mortero. (NTP 334.051).

#### Resistencia

La resistencia a la compresión de mortero de cemento Portland, se determina llevando a la rotura especímenes de 50mm de lado, preparados con mortero consistente de una parte de cemento y 2,75 partes de arena dosificado en masa.

La cantidad de agua de amasado para otros cementos, debe ser la que produzca una fluidez de 110+- 5% luego de 25golpes en 15 segundos en la mesa de flujo.

Los especímenes cúbicos de 50mm de lado, son compactados en dos capas por apisonado del compactador. Los cubos se curan un día en su molde e inmersos en agua de cal hasta su ensayo. (NTP 334.051).

##### a. Equipo en obra

Moldes cúbicos de bronce, cuyo lado es de 5cm (5cm x 5cm x 5cm).

Barra compactadora de madera lisa, de 15cm de largo, 1.25cm de ancho y 2.5cm de base.

La barra será terminada en forma de plana.

Cuchara para el vaciado y plancha de albañilería.

Cinta transparente para el forrado del molde cubico.

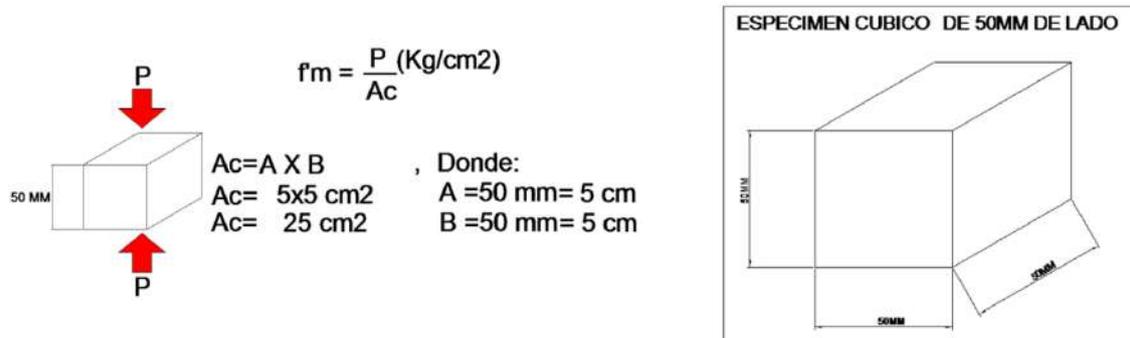


Figura 1. Medidas del cubo de mortero.

Fuente: Tecnología de concreto y mortero

#### b. Procedimiento para obtener Muestra

1° Se vierte concreto a la mezcladora, con la espátula se arrastra hacia el fondo del recipiente el mortero adherido a las paredes y se hace girar la mezcladora durante 15s a la velocidad media, (285±10 revoluciones/min). El mortero adherido en la paleta de mezclado se remueve al final del batido y se deposita en el recipiente.

2° El llenado de los compartimientos debe iniciarse antes de 150s, contados desde la terminación de la mezcla inicial del mortero. Para el ensayo de compresión debe hacerse un mínimo de 3 cubos.

3° El llenado de los compartimientos debe iniciarse antes de 150s, contados desde la terminación de la mezcla inicial del mortero. Para el ensayo de compresión debe hacerse un mínimo de 3 cubos.

En cada compartimiento se coloca una capa de mortero de 25mm y se apisonan con 32 golpes de compactador en unos 10s. Estos golpes se aplican sobre la superficie de la muestra, en 4 capas de 8 golpes adyacentes cada una, como se ilustra en la fig. 1. Los golpes de cada etapa deben darse siguiendo una dirección perpendicular a los de la anterior. La presión del compactador debe ser tal que se asegure el llenado uniforme de los compartimientos.

1	2	3	4
8	7	6	5

1<sup>ra</sup> y 3<sup>ra</sup> Etapa

4	5
3	6
2	7
1	8

2<sup>da</sup> y 4<sup>ta</sup> Etapa

4° Se deben completar las 4 etapas de compactación en cada compartimiento, antes de seguir con el siguiente. Una vez terminada la operación anterior en todos los compartimientos, se llena con una segunda capa y se apisonan como se hizo con la primera.

Durante la compactación de la segunda capa, al completar cada etapa y antes de iniciar la siguiente, se introduce en los compartimientos el mortero que se ha depositado en los bordes del molde, con ayuda de los dedos.

5° Al finalizar la compactación, las caras superiores de los cubos deben quedar un poco más altas que los bordes superiores del molde. El mortero que se ha depositado en los bordes del molde debe verterse a los compartimientos con ayuda del badilejo.

6° La superficie de los cubos debe ser alisada con el lado plano del badilejo una vez en el sentido perpendicular a la longitud del mismo y otra en su sentido longitudinal. El mortero que sobresale de la cara superior del molde se quita con el badilejo sostenido casi perpendicularmente, con un movimiento de corte a lo largo de la longitud del molde.

c. Almacenamiento de los cubos

Terminada la operación de llenado, el conjunto formado por los cubos, el molde y la placa, debe colocarse en la cámara húmeda de 20h a 24h con las caras superiores expuestas al aire, pero protegidas contra la eventual caída de gotas de agua.

Si los cubos se retiran de los moldes antes de 24h, deben dejarse en la cámara húmeda hasta que se complete este tiempo. Los cubos que no van a ser ensayados a las 24h deben sumergirse en agua dentro de tanques de almacenamiento contruidos de material no

corrosivo. El agua de almacenamiento debe cambiarse frecuentemente para que siempre este limpia.

d. Determinación de la resistencia a la compresión

Ensayar los especímenes inmediatamente después de retirarlos de la cámara húmeda, en el caso de ensayarlos a 24h de edad, y del agua de almacenamiento, en los otros casos.

Todos los cubos deben ser probados dentro de las tolerancias especificada.

Tabla 01  
Tolerancia y edad del cubo.

EDAD DEL CUBO	TOLERANCIA PERMISIBLE
24 horas	= ½ hora
3 días	= 1 hora
7 días	= 3 horas
28 días	= 12 horas

Fuente: NTP 334.051.

Si se toma más de un espécimen al mismo tiempo de la cámara húmeda para el ensayo a 24h, estos se mantendrán cubiertos con un paño húmedo, hasta el momento del ensayo. Si se toma más de un espécimen al mismo tiempo del agua de almacenamiento, estos deberán conservarse en agua a 23 °C +- 1.7°C y a una profundidad suficiente para que cada muestra está sumergida hasta el momento el ensayo.

e. Expresión de resultados

Se debe anotar la carga máxima indicada por la máquina de ensayo en el momento de la rotura, y se debe calcular la resistencia a la compresión como sigue:

$$f_m = P/A$$

Donde:

$f_m$  : es la resistencia a la compresion en MPa

$P$ : es la carga maxima total en N

$A$ : es el area de la superficie de carga en mm<sup>2</sup>

#### f. Factores que afectan la Resistencia

La relación agua- cemento (a/c). - Es el factor principal que influye en la resistencia del mortero. La relación a/c, afecta la resistencia a la compresión de los concretos con o sin aire incluido. La resistencia en ambos casos disminuye con el aumento de a/c.

El contenido de cemento. La resistencia disminuye conforme se reduce el contenido de cemento.

El tipo de cemento. La rapidez de desarrollo de resistencia varía para los concretos hechos con diferentes tipos de cemento.

Las condiciones de curado. Dado que las reacciones de hidratación del cemento sólo ocurren en presencia de una cantidad adecuada de agua, se debe mantener la humedad en el concreto durante el periodo de curado, para que pueda incrementarse su resistencia con el tiempo.

#### **Cemento.**

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. (Abanto) (2009)

Componentes químicos:

Silicato tricálcico, el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación.

Silicato dicálcico, el cual define la resistencia a largo plazo y no tiene tanta incidencia en el calor de hidratación.

Aluminato tricálcico, es un catalizador en la reacción de los silicatos y ocasiona un fraguado violento. Para retrasar este fenómeno, es preciso añadirle y eso durante la fabricación del cemento.

Aluminio- ferrito tetracálcico, influye en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.

Componentes menores: óxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio.

Los componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento y las proporciones generales en que intervienen son: (Ruiz, J) (2009).

Tabla 02  
Materias primas para la fabricación del cemento.

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

Fuente: Vasquez, R. & Vigil, P.

#### 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.

Tabla 03

Componentes químicos del Cemento Pacasmayo.

Componentes	Cemento Pacasmayo Tipo I
Cal Combinada: CaO	62.5%
Sílice: SiO <sub>2</sub>	21%
Aluminio: Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.5%
Hierro: Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.5%
Óxido de Azufre: SO <sub>3</sub>	2.0%
Cal Libre: CaO	0.0%
Magnesio: MgO	2.0%
Perdida al Fuego: P.F	2.0%
Residuo Insoluble: R.I	1.0%
Álcalis: Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	0.5%

Fuente: Vasquez, R. & Vigil, P.

### **Agregados.**

Los agregados también llamados áridos son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento Portland en presencia de agua forman un todo compacto (piedra artificial), conocido como mortero o concreto. (Artidoro, P) (2008).

#### **Agregado fino**

El agregado fino es el material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasan el tamiz de 3/8" (9.51mm) y es retenido en el tamiz N°200 (74um). Norma Técnica Peruana 400.011. (Ruiz, J) (2009).

#### **Propiedades físicas del agregado fino**

El agregado fino a utilizarse en el concreto debe cumplir ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones técnicas de las normas peruanas NTP. (Ruiz, J) (2009).

### Peso unitario

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, etc.

### Peso específico

El 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.

### 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.

### Absorción

Es la capacidad del agregado fino de absorber el agua en contacto con él. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto.

### Granulometría

La granulometría se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados.

La norma técnica peruana establece las especificaciones granulométricas.

### Módulo de finura

Es un índice aproximado y representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra de arena, se usa para controlar la uniformidad de los agregados. La norma establece que la arena debe tener un módulo de finura no menos a 2.35 ni mayor que 3.15.

## Superficie específica

Es la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado por unidad de peso, para su determinación se consideran dos hipótesis que son: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las partículas.

Tabla 04

Requisitos Granulometría ASTM C-33.

Requisitos Granulometría / ASTM C-33	
Malla	% que Pasa
3/8 "	100
N° 4	95 - 100
N° 8	80 -100
N° 16	50 -100
N° 30	25 - 60
N° 50	10 - 30
N° 100	0

Fuente: ASTM C-33.

## Agregado grueso

El agregado grueso es el retenido en el tamiz 4.75 mm(N°9) proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca, que cumple con los límites establecidos en la norma técnica peruana 400.037.

El agregado grueso suele clasificarse en grava y piedra triturada o chancada. La grava es el agregado grueso, proveniente de la desintegración natural de materiales pétreos, encontrándoseles corrientemente en canteras y lechos de ríos, depositados en forma natural.

## Propiedades físicas del agregado grueso

Los agregados gruesos para que puedan ser utilizados en la preparación del concreto de alta resistencia deben cumplir, aparte de los requisitos mínimos de las normas, que proceda de rocas ígneas plutónicas de grano fino, que han enfriado en profundidad, con una dureza no menor a 7 y una resistencia en compresión no menor del doble de la resistencia que se desea alcanzar en el concreto.

### Peso unitario

El peso unitario o peso aparente del agregado, es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en Kg/m<sup>3</sup>. Los valores para agregados normales varían entre 1500 y 1700 Kg/m<sup>3</sup>.

### Peso específico

Esta propiedad es un indicador de la calidad del agregado; valores altos entre 2.5 a 2.8, corresponden a agregados de buena calidad, mientras que valores que el menor indicado son de mala calidad (porosos, débiles y absolutamente con mayor cantidad de agua, etc.)

### Contenido de humedad

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

### Absorción

Es la capacidad del agregado grueso de absorber el agua en contacto con él. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto.

### Granulometría

La granulometría se refiere a la distribución por tamaños de las partículas de los agregados. En concretos de alta resistencia no es recomendable utilizar toda la granulometría del agregado grueso, por investigaciones se ha determinado utilizar tamaños máximos de piedra que están en un rango para obtener óptima resistencia en compresión.

### **Agua.**

El agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y del desarrollo de sus propiedades (curado). Por lo tanto, debe cumplir con ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química, sin ocasionar problemas colaterales si tienen ciertas sustancias que puedan dañar al concreto. Debe cumplir con las normas ASTM.

Está prohibido el uso de aguas ácidas, calcáreas, minerales ya sea carbonatadas o minerales; aguas provenientes de minas, aguas que contengan residuos industriales, agua con contenido de sulfatos mayores al 1%, aguas que contengan algas, materia orgánica, humus o descargas de desagües, agua que contenga azúcares o sus derivados. Igualmente,

aquellas aguas que contengan porcentajes significativos de sales de sodio o de potasio disueltas, en todos aquellos casos en que la relación álcali – agregado es posible. (Abanto F.) (2009)

Tabla 05

Requisitos para agua de mezcla.

Descripcion	Limite permisible
Cloruros	300 ppm.
Sulfatos	300 ppm.
Sales de Magnesio	150 ppm.
Sales Solubles Totales	1500 ppm.
pH	Mayor de 7
Sólidos en Suspensión	1500 ppm.
Materia Orgánica	10 ppm

Fuente: NTP 339.088.

### Cáscara de arroz

La cáscara de arroz, también denominada "pajilla", se obtiene del proceso de pilado, en el cual la cáscara se separa haciendo pasar el arroz en cáscara entre rodillos de jebe, luego de una operación previa de limpieza. (FAO) (2011),

Tabla 06

Cantidad de ceniza producida por distintos cereales.

Cosecha	Parte de la Planta	Ceniza (% en peso)
Arroz	Cáscara	20
Arroz	Paja	14
Maíz	Hoja	12
Caña de azúcar	Bagazo	15
Trigo	Hoja	10

Fuente: Mehta, P.

La cáscara de arroz posee una superficie áspera y abrasiva, es muy resistente a la degradación natural y debido a su bajo contenido de proteínas no es apropiada para forraje de animales, hechos que dificultan su aprovechamiento económico.

### Producción en el Perú

Producción de arroz en el Perú: La cáscara de arroz constituye un subproducto del proceso agroindustrial, con aplicaciones tan reducidas en la actualidad, que en la práctica se le puede considerar como material de desecho.

La más significativa implantación de la industria arrocera se encuentra en la costa norte, que posee más del 50% de las instalaciones existentes. La producción de arroz se ha incrementado en los últimos años por el aumento de la superficie dedicada a este cultivo, por la acción de nuevas variedades introducidas y el incremento de la productividad. (MINAGRI) (2012)

En el gráfico 1 se muestra la producción de arroz en cáscara y la superficie cosechada en los últimos 10 años.

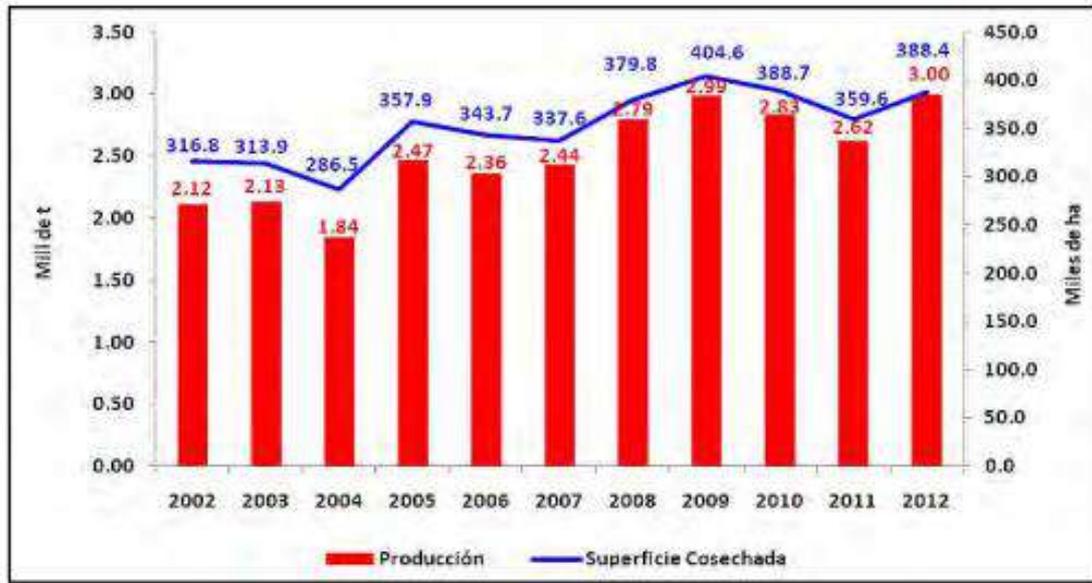


Figura 2. Producción de arroz en cáscara.

Fuente: MINAGRI (2012)

### Propiedades

Mehta, P. (1983), Pozzolanic and Cementitious By – Products as Mineral Admixtures for Concrete”, ACI SP-79: La composición química promedio de la cáscara de arroz es la siguiente:

Tabla 07

Composición química de la cáscara de arroz.

Componente	Formula	Composición
Celulosa: polímero de glucosa	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	50%
Lignina: polímero de fenol	C <sub>7</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	30%
Sílice: componente primario de ceniza	SiO <sub>2</sub>	20%

Fuente: Mehta, P.

El alto contenido de ceniza y lignina presente en la cáscara la descalifica para hacer productos de celulosa. Se cree que la sílice en la cáscara de arroz existe en forma opalina (una forma amorfa e hidratada de sílice). Aparentemente la sílice es tomada del suelo y transportada a la planta de arroz como ácido monosilícico, el cual llega a concentrarse en las cáscaras por evaporación y finalmente polimeriza a la forma de membrana sílico-celulosa.

Tabla 08

Características físicas de la cáscara de arroz.

Características	g/cm <sup>3</sup>
Densidad real	0,780
Densidad global sin compactar	0,108
Densidad global compactado	0,143

Fuente: Gonzáles, M.

#### Cenizas de cáscara de arroz

La (CCA) es una adición mineral que se ha estudiado cada vez más en los últimos años, encontrándose propiedades similares a la sílice activa, pero exigiendo un control de la temperatura y de la duración de quema en su proceso de obtención.

En los reportes del estado del arte sobre la Ceniza de la Cáscara de Arroz (CCA) que fueron publicados por (Mehta, P. 1992) y otros autores destacados que han continuado hasta la actualidad se describe un estudio de las características físicas y químicas, el efecto de las condiciones de incineración sobre las propiedades puzolánicas de la CCA, y un resumen de los estudios realizados en muchos países sobre el uso de la CCA como material cementante suplementario del cual podemos extraer algunas investigaciones realizadas con los procesos de quema que reflejaremos a continuación.

En 1974 fue construida en el área de Sacramento, California una planta piloto de 500 lb/h y después una planta comercial de 7 ½ ton / h en Stuttgart, Arkansas. Posteriormente reportaron el uso de la CCA como una adición altamente activa, para reducir la expansión de la reactividad álcali – agregado y en el Instituto de CCA señalando que a 450° C y 4 horas daba como resultado una ceniza con un 93% de SiO<sub>2</sub>, un 2,3% de K<sub>2</sub>O y un 3,0% de residuos de carbón.

## Composición química de las cenizas de cáscara de arroz

Tabla 09

Composición de la ceniza de cáscara de arroz.

Descripción	Ceniza de cáscara de arroz (%)
SiO	90.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.62
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.50
CaO	1.23
K <sub>2</sub> O	2.07
Na <sub>2</sub> O	0.32
MgO	0.34
TiO <sub>2</sub>	0.03
Pérdida al fuego	0.50

Fuente: Camargo, N. & Higuera, C.

### Análisis de las propiedades de la composición de las cenizas de cáscara de arroz

Silicio:

Propiedades del Silicio:

El silicio forma parte de los elementos denominados metaloides o semimetales. Este tipo de elementos tienen propiedades intermedias entre metales y no metales. En cuanto a su conductividad eléctrica, este tipo de materiales al que pertenece el silicio, son semiconductores.

El estado del silicio en su forma natural es sólido (no magnético). El silicio es un elemento químico de aspecto gris oscuro azulado y pertenece al grupo de los metaloides. El número atómico del silicio es 14. El símbolo químico del silicio es Si. El punto de fusión del silicio es de 1687 grados Kelvin o de 1414,85 grados celsius o grados centígrados. El punto de ebullición del silicio es de 3173 grados Kelvin o de 2900,85 grados celsius o grados centígrados.

Usos del silicio:

El silicio es el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre y es vital para la industria de la construcción. Si alguna vez te has preguntado para qué sirve el silicio, a continuación, tienes una lista de sus posibles usos:

El dióxido de silicio y sílice (en forma de arcilla o arena) son componentes importantes de ladrillos, hormigón y cemento.

El carburo de silicio es un abrasivo muy importante.

Los silicatos se pueden utilizar para hacer tanto cerámica y como esmalte.

La arena, que contiene silicio, es un componente muy importante del vidrio.

La silicona, un polímero derivado del silicio, se utiliza en aceites y ceras, implantes mamarios, lentes de contacto, explosivos y pirotecnia (fuegos artificiales).

En el futuro, el silicio puede sustituir al carbón como la principal fuente de electricidad.

**Aluminio:**

Propiedades del aluminio:

El aluminio pertenece al grupo de elementos metálicos conocido como metales del bloque p que están situados junto a los metaloides o semimetales en la tabla periódica. Este tipo de elementos tienden a ser blandos y presentan puntos de fusión bajos, propiedades que también se pueden atribuir al aluminio, dado que forma parte de este grupo de elementos.

El estado del aluminio en su forma natural es sólido. El aluminio es un elemento químico de aspecto plateado y pertenece al grupo de los metales del bloque p. El número atómico del aluminio es 13. El símbolo químico del aluminio es Al. El punto de fusión del aluminio es de 933,47 grados Kelvin o de 661,32 grados Celsius o grados centígrados. El punto de ebullición del aluminio es de 2792 grados Kelvin o de 2519,85 grados Celsius o grados centígrados.

Usos del Aluminio:

El aluminio es un metal importante para una gran cantidad de industrias. Si alguna vez te has preguntado para qué sirve el hidrógeno, a continuación, tienes una lista de sus posibles usos:

El aluminio metálico es muy útil para el envasado. Se utiliza para fabricar latas y papel de aluminio.

El borohidruro de aluminio se añade al combustible de aviación.

Hierro:

Propiedades del Hierro:

Los metales de transición, también llamados elementos de transición es el grupo al que pertenece el hierro. En este grupo de elementos químicos al que pertenece el hierro, se encuentran aquellos situados en la parte central de la tabla periódica, concretamente en el bloque d. Entre las características que tiene el hierro, así como las del resto de metales de transición se encuentra la de incluir en su configuración electrónica el orbital d, parcialmente lleno de electrones. Propiedades de este tipo de metales, entre los que se encuentra el hierro son su elevada dureza, el tener puntos de ebullición y fusión elevados y ser buenos conductores de la electricidad y el calor.

El estado del hierro en su forma natural es sólido (ferromagnético). El hierro es un elemento químico de aspecto metálico brillante con un tono grisáceo y pertenece al grupo de los metales de transición.

Usos del Hierro:

El hierro es un metal extremadamente útil y el elemento más común del planeta Tierra. Si alguna vez te has preguntado para qué sirve el hierro, a continuación tienes una lista de sus posibles usos:

En el proceso Haber-Bosch se utilizan catalizadores de hierro para producir amoníaco y también se utilizan en el proceso de Fischer-Tropsch para convertir el monóxido de carbono en los hidrocarburos utilizados para combustibles y lubricantes.

El metal de hierro es fuerte, pero también es muy barato. Por lo tanto, es el metal de uso más común hoy en día. La mayoría de los automóviles, máquinas, herramientas, los cascos de los buques de gran tamaño y la mayoría de las piezas de las máquinas están hechas de hierro.

Calcio:

Propiedades del Calcio:

Los metales alcalinotérreos, entre los que se encuentra el calcio, tienen propiedades entre las que está el ser blandos, coloreados y tener una baja densidad. Los elementos como el calcio tienen una baja energía de ionización. Todos los metales alcalinotérreos forman compuestos iónicos a excepción del berilio.

El estado del calcio en su forma natural es sólido (paramagnético). El calcio es un elemento químico de aspecto blanco plateado y pertenece al grupo de los metales alcalinotérreos. El calcio es un mineral que nuestro organismo necesita para su correcto funcionamiento y se puede encontrar en los alimentos.

Usos del Calcio:

El calcio es un elemento químico con el símbolo de Ca y una masa atómica de 40,078. Si alguna vez te has preguntado para qué sirve el calcio, a continuación tienes una lista de sus posibles usos:

El calcio se utiliza como un agente reductor con el fin de extraer metales como el uranio, zirconio y torio.

El queso se hace mediante el uso de iones de calcio que realizan la coagulación de la leche.

El cemento y el mortero, mezclas importantes en la construcción de edificios y otras cosas, se hacen con calcio.

Potasio:

Propiedades del Potasio:

El potasio pertenece al grupo de los metales alcalinos. Este grupo de elementos se caracterizan por tener un solo electrón en su nivel energético más externo y tienen tendencia a perderlo formando así un ion monopositivo. Esta tendencia que tienen los metales alcalinos como el potasio es debida a su baja energía de ionización y su poca afinidad electrónica.

El estado del potasio en su forma natural es sólido. El potasio es un elemento químico de aspecto blanco plateado y pertenece al grupo de los metales alcalinos. El número atómico del potasio es 19. El símbolo químico del potasio es K. El punto de fusión del potasio es de 336,53 grados Kelvin o de 64,38 grados celsius o grados centígrados. El punto de ebullición del potasio es de 1032 grados Kelvin o de 759,85 grados celsius o grados centígrados.

Usos del Potasio:

Los iones de potasio son vitales para la vida animal y vegetal. Las frutas contienen una alta cantidad de iones de potasio. Si alguna vez te has preguntado para qué sirve el potasio, a continuación, tienes una lista de sus posibles usos:

Casi todo el potasio en el mundo se utiliza en fertilizantes. Como los iones de potasio son una parte vital de la nutrición de las plantas, los cultivos y los árboles deben ser cultivados en suelos con altas concentraciones de iones de potasio. El cloruro de potasio, sulfato de potasio y nitrato de potasio se utilizan en la agricultura, horticultura y cultivos hidropónicos.

El cloruro de potasio se utiliza para detener el corazón. Esto se utiliza para una cirugía de corazón (cuando el corazón se detiene y se vuelve a reactivar) y en las inyecciones letales.

La sal de Rochelle, que contiene potasio, es el principal componente en polvo de hornear.

El bromato de potasio se añade a la harina para hacerla más fuerte y aumentando su densidad.

Otro compuesto de potasio, bisulfato de potasio, se utiliza para conservar los alimentos (excepto carnes), vino y cerveza. También se puede utilizar para limpiar y decolorar telas y teñir el cuero.

#### Métodos de elaboración

La ceniza de cáscara de arroz puede ser obtenida a través de diferentes técnicas de calcinación, entre las cuales tenemos:

Calcinación a campo abierto (o en pilas).

Calcinación en hornos (circulares o cuadrados).

Calcinación en lecho fluido.

#### Descomposición de la cáscara de arroz

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

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

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

- D. Cristalización de la sílice (amorfa) de la ceniza a temperaturas superiores a 700 °C, con formación de cristobalita y tridimita.
- E. Mediante la calcinación controlada de la cáscara de arroz, a baja temperatura (400°C), se ha obtenido una ceniza que consiste esencialmente en sílice amorfa, con un alto contenido de SiO<sub>2</sub> (91.20%), de gran área superficial (22600cm<sup>2</sup>/g) y que, en consecuencia, posee gran actividad puzolánica.

Tabla 10

Pérdidas por calcinación de la cáscara de arroz y porcentaje.

Temperatura	Tiempo (h)	Perdida por calcinación (%)	Carbón (%)
350.00	4.00	76.68	5.70
400.00	2.00	77.13	4.73
450.00	2.00	77.35	4.31
500.00	2.00	77.41	2.55
600.00	1.50	77.42	2.30
700.00	1.50	77.57	1.78
800.00	1.00	77.74	0.75
900.00	1.00	77.76	0.39

Fuente: Vasquez, R. & Vigil, P.

### Concha de abanico

Es un molusco filtrado, conocido científicamente como "Argopecten Purpuratus", pertenece a la familia Pectinidae, la misma que engloba un gran número de especies conocidas internacionalmente como "vieiras". Habita en zonas costeras que se extiende desde Panamá hasta Coquimbo (Chile), en profundidades que van desde los 5m hasta los 30m, y bajo temperatura que oscilan entre los 13° y 28°. Actualmente las principales áreas de cultivo se encuentran en las costas de Ancash, en zonas como Samanco y Guaynamá entre otros; mientras que en Lima, sobresale la zona de Pucusana. (Mariluz A.) (2011)

### Proceso de cultivo

Durante este proceso podemos determinar o definir 5 etapas fundamentales:

Selección y acondicionamiento de reproductores

Desove y fecundación

Metamorfosis y asentamiento larval

Cultivo de post-larva Una vez fijadas las larvas en los colectores son llevados al mar para su crecimiento. Dicho periodo dura aprox. 3 a 4 meses. La talla de recolección de las semillas es de 5 a 10 mm. La densidad obtenida procedente de los colectores varía entre 500 a 1000 semillas de conchas de abanico. (Mariluz A.) (2011)

Producción en el Perú

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 los Chimús 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. Esta especie tiene dos valvas en forma orbicular, siendo una de ellas más convexa que la otra, las valvas presentan expansiones laterales denominadas orejas que poseen además de 23 a 25 estrías y presentan anillos de crecimiento representado por líneas concéntricas. Esta especie es Hermafrodita, es decir posee los dos sexos masculino y femenino en una misma especie, pero funcionalmente son insuficientes, siendo la producción de gametos (óvulos y espermatozoides) en forma alternada, su ciclo reproductivo es continuo.



Figura 3. Porcentaje de producción de conchas de abanicos por regiones.

Fuente: Salas, D.

## Producción en la región de Ancash

En el Perú, la zona de Casma donde actualmente concentra las mayores áreas marinas otorgadas en concesión para el cultivo de esta especie se ha convertido en una de las zonas más importantes en la producción de concha de abanico en Latinoamérica. En esta zona al igual que en otras se combina el cultivo suspendido y de fondo solo en la etapa de engorde de adultos. El engorde de juveniles se realiza usando los “pearl nets” donde los individuos crecen hasta aproximadamente los 30mm para luego pasar a las linternas para su engorde hasta la talla comercial.

## Concentración de calcio

La concentración de carbonato de calcio en la valva es de 99.14 % este resultado da mayor confianza al proyecto ya que el producto final (Carbonato de Calcio) tiene una alta pureza.

Tabla 11

Composición química de la concha de abanico.

Composición Química	%
Oxido de Calcio (CaO)	73.010
Óxido de Estroncio (SrO)	0.314
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	1.020

Fuente: Vega G.

Procedimiento de los ensayos a aplicarse.

## Análisis Térmico Diferencial

En un Análisis Térmico Diferencial (ATD) se somete a una variación de temperatura tanto a la muestra como a un material de referencia, que es inerte desde el punto de vista térmico, físico y químico. El ATD mide la diferencia de temperatura entre la muestra y el material de referencia, en función del tiempo (temperatura constante) o de la temperatura alcanzada en cada momento. Estas medidas se pueden realizar en condiciones ambientales o bajo una atmósfera controlada. En principio, se trata de una técnica cualitativa que permite detectar si se dan procesos endotérmicos o exotérmicos en nuestra muestra, e indica la temperatura a la cual tienen lugar estos cambios energéticos. Con un adecuado calibrado del equipamiento es posible convertir el ATD en una técnica semicuantitativa para poder obtener información sobre la cantidad de calor involucrado en los procesos. Esquema que representa un dispositivo simple para realizar análisis térmico diferencial.

## Ensayo de fluorescencia

La técnica de fluorescencia de rayos X (XRF) se utiliza para determinar concentraciones de elementos químicos en diversos tipos de muestras. El análisis de la composición de la muestra mediante la medición de un espectro de XRF se lleva a cabo en diversas áreas de investigación como biología, medicina, control ambiental, geología, arte por nombrar algunas. Es un método analítico de alta precisión, con la ventaja de ser no destructivo en la mayoría de las aplicaciones y de poder preparar la muestra de manera simple.

La ceniza en polvo (0,5000 g) se funde con 6,0000 g tetraborato de litio (Spectromelt A1000), para destruir su composición de partículas y mineralógica, a 1200°C durante 11 minutos en una máquina de fusión (PERL X3 - Philipps).

El fundido resultante se somete a una colada en forma de perla de vidrio que posteriormente se introduce en el espectrómetro de FRX (SRS 3000 Bruker). En la perla se miden las intensidades de fluorescencia de los rayos x de los elementos requeridos y se analiza la composición química de las cenizas en relación a unas gráficas o ecuaciones de calibrado determinadas previamente y aplicando correcciones para los efectos interelementales. Las ecuaciones de calibrado y las correcciones interelementales se establecen a partir de perlas elaboradas con materiales de referencia certificados.

La justificación de este proyecto de investigación se enfoca en la posibilidad de reducir el excesivo costo del cemento portland, y a su vez encontrar nuevos materiales para la eficacia de las estructuras en construcción. La asociación de estos elementos se basa en obtener una mayor resistencia y sustituir un porcentaje del cemento obteniendo así una mayor resistencia a la compresión del mortero. La selección de las puzolanas como adición se basa en que se trata de un componente utilizado desde la antigüedad, por lo que se tiene un punto de partida sólido, pero del que no se conoce aún todo su potencial como material no convencional para prefabricados de bajo costo, por lo que resulta susceptible de investigación.

La concha de abanico que podemos encontrarlo en el mercado de peces de la Caleta – Chimbote, es sencillo obtener la accesibilidad ya que lo venden en dicho mercado, podría tener uso en el campo de la construcción y a la vez reducir costos en obra, entre los cuales seleccionamos su alto volumen de calcio como una sustitución al cemento y podría ser eficaz a la comprensibilidad.

Por otra parte, tenemos la ceniza de cáscara de arroz con su producción de silicio que encontramos en la provincia de Santa, se puede obtener con gran facilidad por ser un desecho de las empresas, se observó la necesidad de solucionar el problema de esta cáscara de arroz que es desaprovechada en su totalidad y queda desechada en los terrenos agrícolas y sacar la máxima productividad y evitando así el desperdicio.

Estas son algunas adiciones que contienen los principales componentes del cemento (Si., Ca., Al), es por eso que se pretende sustituir un porcentaje de ello por materiales orgánicos para así comprobar que el rendimiento de las estructuras sea mayor o igual al uso del concreto convencional, y a la vez buscamos la alternativa de reducir gastos para las zonas más pobres tanto a nivel local, nacional e internacional, dar a conocer la utilización de estos materiales de origen natural.

Este nuevo diseño de mezcla con adiciones y diferentes relaciones agua/cemento aportara en un mortero con mayores propiedades en resistencia y así tener una infraestructura más segura en caso a un movimiento telúrico.

A nivel social, la presente investigación es bastante novedosa en nuestro país, además esta investigación beneficiará a los habitantes de Chimbote y servirá a los estudiantes de Ingeniería Civil para incursionar y realizar investigaciones posteriores a este trabajo de investigación, ya que, hay una serie de materiales reciclados en la espera de un buen uso constructivo.

Esta investigación aporta mucho a nivel científico ya que las propiedades a elaborar es la sustitución de calcio y el silicio que tiene el cemento, sustituir un porcentaje adecuado y ver la reacción que obtiene la resistencia a la compresión de mortero con esta nueva sustitución, y así aportar nuevos implementos en el campo científico.

## **Problema**

### Realidad problemática

A nivel internacional, los morteros han sido utilizados desde los albores de la civilización en la construcción, donde han cumplido importantes funciones ya sean decorativas o estructurales. Su surgimiento está ligado al descubrimiento y perfeccionamiento de agentes aglomerantes naturales o artificiales, así surgen los morteros de yeso, cal, puzolánicos, de cemento portland y los de limo.

El desarrollo de los mismos se ha visto influenciado por los avances tecnológicos y la aparición de nuevos materiales para la construcción, ejemplo de ello son los morteros restauradores de estructuras, empleados en la restauración y rehabilitación los que

presentan elevada resistencia mecánica y expansión controlada evitando así el problema de la fisuración.

En algunos casos el mal manejo de dosificación y el exceso de cemento traen problemas en las estructuras y se ven afectadas a largo plazo, por tal problema se realiza la sustitución del cemento tratando de hallar un compuesto más eficaz y que brinde seguridad.

Al analizar la problemática a nivel nacional que existe en las obras de construcción en nuestro país, observamos que las estructuras se encuentran en deterioro, se observan asentamientos, no llegan a la vida útil a la que están diseñadas, observamos que se está tratando de buscar estudios como una alternativa de solución para mejorar la construcción con fines estructurales.

Las realizaciones de estudios pueden llegar a mejorar la calidad de las estructuras y a su vez dar seguridad y mejoría a nuestros ciudadanos de esta manera habrá una mejora en la capacidad de resistencias estructuras, contará con una mayor durabilidad y de mayor alcance para las zonas pobres de nuestro país.

A nivel local, nuestra investigación parte buscando innovar un nuevo conocimiento y método para el diseño, debido que en nuestra región no se fomenta este tipo de método experimental, siguiendo unos estudios previos se puede comprobar que mejoran las construcciones de esta forma buscamos mejorar estructuras sustituyendo un porcentaje del cemento, con lo cual buscamos obtener un mejoramiento en las construcciones, el aumento de la resistencia estructural, mayor durabilidad y mejorar la vida útil de la estructura de la construcción.

Esta investigación innovadora estaría al alcanzable de las personas de bajos recursos económicos, también mejoraría el estado de la estructura ya que el mortero sería más consistente y la estructura más rígida para los problemas que abarcan en nuestra localidad, hasta ahora se han hecho tipos de investigaciones con diferentes componentes algunas con resultado apropiado y otras con resultados no favorables, en esta investigación se tratara de dar con el objetivo exacto y tener buenos resultados.

La formulación del problema es planteada: ¿Cuál sería la resistencia a la compresión del mortero que se obtendría al sustituir el cemento al 15% por polvo de conchas de abanico y cenizas de cascarás de arroz?

## Conceptualización y operacionalización de variables:

Tabla 12

Variable dependiente: “resistencia a la compresión del mortero”.

Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
La resistencia a la compresión se define como la capacidad de soporte de un área de contacto al recibir cargas de compresión, normal mente se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm <sup>2</sup> ). (San Bartolomé, 2011)	La resistencia a la compresión será evaluada mediante el ensayo de rotura a los especímenes patrón de 50 mm de lado según la norma NTP 334.051	Promedios Varianza Desviación Estándar

### Dimensiones

La resistencia a la compresión es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm<sup>2</sup>, MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi).

### Edad del concreto

Se ha demostrado que la resistencia a la compresión aumenta con el envejecimiento, hasta por 50 años, si existe humedad.

En la tabla (a) se muestra el desarrollo de las resistencias a la compresión, tracción y flexión, en condiciones de curado en húmedo, para hormigón hecho con diferencias tipos de agregado y con una relación A/C de 0.532, en peso. Los valores a los 28 días se toman como el 100% y los valores de todos los demás envejecimientos se basan en los de 28 días.

### Carga axial

Fuerza que actúa a lo largo del eje longitudinal de un miembro estructural aplicada al centroide de la sección transversal del mismo produciendo un esfuerzo uniforme. También llamada fuerza axial.

Tabla 13

Variable independiente: “dosificaciones en diseño de mezcla de un mortero de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz”.

<b>Definicion conceptual</b>	<b>Definicion operacional</b>	<b>Indicador</b>
<p>Es un proceso en la cual consiste en determinar la cantidad de materiales (cemento, agua, agregados y/o aditivos) que deben emplearse para constituir un volumen unitario de mortero fresco tal que la calidad se cumpla con los requisitos especificados.</p> <p>El proporcionamiento de mezclas de mortero, más comúnmente llamado diseño de mezclas es un proceso que consiste de pasos dependientes entre sí: -</p> <p>Selección de los ingredientes convenientes (cemento, agregados y agua).</p> <p>-Determinación de sus cantidades relativas “proporcionamiento” para producir un, tan económico como sea posible, un concreto de trabajabilidad, resistencia a compresión y durabilidad apropiada. (Rivera, G. 2005).</p>	<p>Se desarrollarán todas las pautas ya establecidas por la Norma Técnica de Edificaciones en cuanto a los requerimientos para una buena dosificación de mortero el cual presente una determinada proporción de los materiales a usar en la elaboración como: cemento, Concha de abanico, Ceniza de cáscara de arroz, agua y agregado fino.</p>	<p>Dosificaciones en diseño de mezcla de un mortero de 15% de cemento por 6% de polvo de concha de abanico y 9% cenizas de cáscara de arroz.</p>

## Dimensiones

### Relación agua/cemento (a/c)

Las relaciones A/C de la mezcla influirá mucho sobre la resistencia del hormigón endurecido con un envejecimiento dado. Una mezcla dada puede tener una resistencia relativamente buena o mala, dependiendo de la cantidad de agua que se quiere decir que, a mayor cantidad de agua, menos resistencia.

### Dosificación

Las dosificaciones de mezclas de concreto son las cantidades de cemento y de otros materiales que se necesitan para obtener las resistencias. Estas proporciones dependerán de cada ingrediente en particular los cuales a su vez dependerán de la aplicación particular del mortero. También podrían ser considerados otros criterios, tales como minimizar la contracción y el asentamiento o ambientes químicos especiales.

Aunque se han realizado gran cantidad de trabajos relacionados con los aspectos teóricos del diseño de mezclas, en buena parte permanece como un procedimiento empírico. Y aunque hay muchas propiedades importantes del concreto, la mayor parte de

procedimientos de diseño, están basados principalmente en lograr una resistencia a compresión para una edad especificada, así como una trabajabilidad apropiada. Además, es asumido que si se logran estas dos propiedades las otras propiedades del concreto también serán satisfactorias (excepto la resistencia al congelamiento y deshielo u otros problemas de durabilidad tales como resistencia al ataque químico).

Dosificación al 15% de polvo de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz:

En estas dosificaciones se observará que la sustitución del cemento en un 15% será distribuida en 6% de concha de abanico con alto porcentaje de (CaO) y 9% de ceniza de cascará de arroz con alto porcentaje de (SiO<sub>2</sub>).

La hipótesis se plantea: al sustituir el cemento por un 15% de polvo de Concha de abanico (6%) y ceniza de cascará de arroz (9%) mejoraría la resistencia a la compresión, ya que activando térmicamente se obtiene altos porcentajes de Óxido de calcio y dióxido de silicio lo cual permitirá obtener un material puzolánico.

El objetivo general es determinar la resistencia a la compresión de un mortero sustituyendo el 15% de cemento por 6% de Concha de abanico y 9% de cenizas de cáscara de arroz.

Y como objetivos específicos tenemos:

Determinar la activación térmica de la Concha de abanico y la ceniza de la cáscara de arroz mediante el Análisis Térmica Diferencial.

Determinar la composición química mediante el ensayo de fluorescencia de rayos x de la Concha de Abanico y la Ceniza de Cáscara de Arroz.

Determinar la gradación del agregado para determinar el % del tamaño de partículas.

Determinar el pH de la Concha de Abanico, Ceniza de Cáscara de Arroz y de la mezcla + cemento.

Determinar el peso específico de la Concha de Abanico, Ceniza de Cáscara de Arroz y de la mezcla + cemento.

Determinar las relaciones a/c que serán utilizados en los especímenes experimentales.

Determinar la resistencia a la compresión de 3, 7 y 28 días, patrón y experimental; y comparar resultados.

## II METOLOGIA

El Método de investigación es Experimental, por lo que se requiere descubrir nuevos conocimientos aplicando los ensayos a las 2 muestras de materiales orgánicos. Comparando el mortero convencional (muestra control) y un mortero sustituyendo 6 % polvo de conchas de abanico y 9 % cenizas de cáscara de arroz al cemento. (muestra experimental).

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

Por lo que se diría que nuestra investigación está orientada al nivel “Experimental”. Ya que trataremos de buscar una relación que actúe con el material y ofrezca mayor resistencia al mortero elaborado aplicando el polvo de conchas de abanico y cenizas de cáscara de arroz, y que a su vez reduzca costos.

El tipo de investigación es aplicada, porque la investigación está orientada a lograr un nuevo conocimiento destinado a procurar soluciones en las estructuras de edificación a fin de conocer el efecto de la sustitución del cemento en un 15% por polvo de Concha de abanico y cenizas de cáscara de arroz, en la resistencia a la compresión de un mortero.

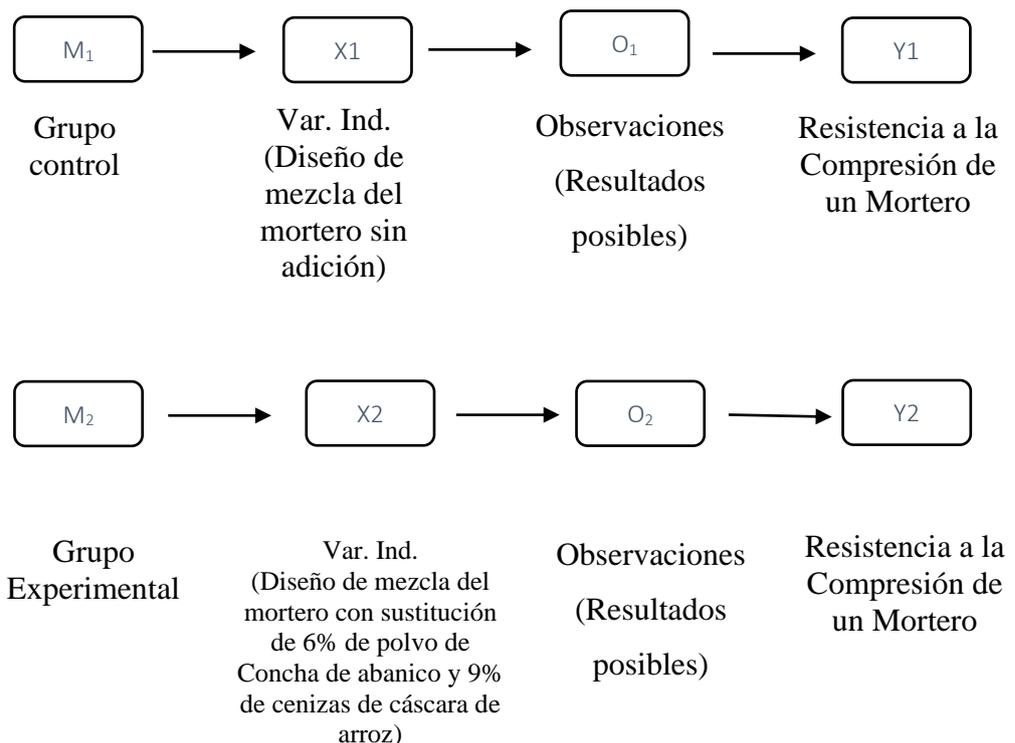
Explicativa porque los datos de la investigación han sido obtenidos por observación de fenómenos condicionados como los movimientos sísmicos o algún fenómeno natural que pueda frecuentarse como lluvias, esto se tomó en cuenta por el investigador. Se utiliza la experimentación.

Es un diseño de investigación es experimental de nivel “Cuasi-Experimental”; porque es un proceso en el cual estudiaremos el diseño convencional del mortero en comparación con el nuevo diseño elaborado con el remplazo o sustitución de un porcentaje de cemento por polvo de Concha de abanico y cenizas de cáscara de arroz, el estudio en su mayor parte se concentró en las pruebas realizadas en el laboratorio de Mecánica de suelos, donde el investigador estuvo en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos.

## Esquema: Diseño Experimental De Nivel Cuasi-Experimental

Objetivo: Determinar la resistencia a la compresión de un mortero sustituyendo el cemento por 6% de polvo de Concha de abanico, y 9% de ceniza de cáscara de arroz.

El estudio en su mayor parte se concentrará en el laboratorio de Ingeniería Civil de nuestra Universidad San Pedro, donde como investigador realizaré los ensayos necesarios obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en los objetivos formulados.



Donde:

M1: Muestra 1 de Diseño de mezcla del mortero convencional.

M2: Muestra 2 de Diseño de mezcla del mortero, con sustitución de 6% de polvo de Concha de abanico y 9% de cenizas de cáscara de arroz.

X1: Variable Independiente: Diseño de mezcla del mortero sin adición.

X2: Variable Independiente: Diseño de mezcla del mortero con sustitución de 6% de polvo de Concha de abanico y 9% de cenizas de cáscara de arroz.

O1: Observaciones Obtenidas por dicha muestra del Grupo Control.

O2: Observaciones Obtenidas por dicha muestra del Grupo Experimental, con sustitución de 6% de polvo de Concha de abanico y 9% de cenizas de cáscara de arroz.

Y1: Variable Dependiente (Resistencia a la compresión de un mortero elaborado de manera convencional).

Y2: Variable Dependiente (Resistencia a la compresión de un mortero elaborado sustituyendo el cemento por 6% de polvo de Concha de abanico y 9% de cenizas de cáscara de arroz).

En el enfoque de investigaciones tenemos un enfoque Cuantitativo, porque para desarrollar el proceso de la investigación nos apoyamos en la metodología estadística en diferentes fases del proceso de investigación como, por ejemplo: recolección de datos, procesamiento, mención de variables, análisis de resultados. Así mismo para determinar la información se han aplicado ensayos de laboratorio, tales como:

Análisis térmico diferencial (DTA)

Ensayo de Fluorescencia

En donde apoyado el método experimental, dichos ensayos tiene que repetirse más de una vez.

### **Población y muestra**

La población está conformada por cubos de mortero que fueron elaboradas en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro, cubos de mortero cuya resistencia a la compresión fue determinada y analizada entre los especímenes experimentales y el patrón. Para este estudio se trabajó según la norma NTP 334.051 en la cual se especifica que se debe trabajar con una muestra de 36 cubos de mortero.

En la muestra los morteros se repartieron de la siguiente forma los cubos: 9 sin sustitución que representaron la muestra patrón a los 3, 7 y 28 días; y 27 con sustituyendo el 15% por polvo de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz, los cuales tuvieron diferentes relaciones a/c, 9 morteros con sustitución del cemento por polvo de concha de abanico y cenizas de cascará de arroz en un 15% con 0.485 de relación a/c, 9 morteros con sustitución del cemento por polvo de concha de abanico y cenizas de cascará de arroz en un 15% con 0.505 de relación a/c y 9 morteros con sustitución del cemento por polvo de concha de abanico y cenizas de cascará de arroz en un 15% con 0.525 de relación a/c, que representaron a las muestras experimentales.

En la muestra experimental del 15% estuvo conformado por un 6% de polvo de concha de abanico y 9% de cenizas de cascará de arroz.

Para la elaboración de las unidades de estudio (morteros) se utilizaron las siguientes referencias:

Concha de abanico del mercado de peces “La Caleta” – Chimbote.

Cáscara de arroz de las productoras de arroz de la ciudad de Santa – Provincia del Santa.

La arena para el diseño de morteros se compró en la cantera “Besique” (Agregado Fino).

El material será llevado en sacos de polietileno al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

Cemento portland Tipo I marca “PACASMAYO”

En esta investigación se trabajó con 36 cubos de mortero.

9 sin sustitución de cemento.

9 con sustitución de cemento al 6% de polvo de Concha de abanico y 9% de cenizas de cáscara de arroz con 0.485 de relación a/c.

9 con sustitución de cemento al 6% de polvo de Concha de abanico y 9% de cenizas de cáscara de arroz con 0.505 de relación a/c.

9 con sustitución de cemento al 6% de polvo de Concha de abanico y 9% de cenizas de cáscara de arroz con 0.525 de relación a/c.

Tabla 14  
Técnicas e instrumentos de investigación.

Técnicas de recolección de información	Instrumento	Ámbito de la investigación
Observación Científica	Guía de observación	<u>Grupo de control</u>
	Resumen	Diseño de mortero sin sustitución de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz.
	Fichas Técnicas del laboratorio de las pruebas a realizar.	<u>Grupo Experimental</u>
		Diseño de mortero con sustitución de 6% de concha de abanico y 9% de ceniza de cáscara de arroz.

Para esto utilizamos como instrumento una guía de observación para registrar las resistencias de Los cubos de mortero y fichas de laboratorio para los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión.

Por ser un proyecto de investigación con un Nivel de Investigación Cuasi-Experimental y ensayar en un laboratorio las muestras de nuestra población se opta por usar como Técnica de Investigación: “LA OBSERVACION CIENTIFICA”, porque queremos mediante este instrumento (Fichas técnicas de pruebas de laboratorio) en una primera

instancia reconocer, apreciar y comparar las principales características del ámbito de la investigación de la resistencia a la compresión de un mortero sustituyendo el cemento por polvo de concha de abanico al 6%, y ceniza de cáscara de arroz al 9%.

#### Procedimiento de la recolección de datos

Se pidió permiso y coordino con los técnicos de laboratorio de Mecánica de Suelos para facilitar el acceso a dicho establecimiento.

Se contactó con los productores Molinera del Santa para que nos proporcionen cáscaras de arroz para realizar nuestros ensayos.

Se recolecto la concha de abanico en el mercado “la caleta” donde son votados como basura.

Se aplicó un registro de apuntes, mediante fotografía, filmadora y fichas de registro para ver el desarrollo de nuestros morteros en sus diferentes días de análisis.

Se elaboró los morteros con las cenizas de la cáscara de arroz y concha de abanico.

Con los datos obtenidos realizamos cuadros que nos ayudaron a ver nuestros resultados.

#### Validación:

Para la validación en este proyecto de tesis hemos aplicado el “Método de los Expertos”, donde un grupo de expertos en la materia de ingeniería civil evaluaron el contenido de nuestra tesis, en primera instancia verificaron si nuestra tesis podrá llegar al objetivo planteado y nos sugirieron seguir con el proyecto para que así pueda tener consistencia nuestro proyecto de investigación, elaboramos nuestros instrumentos a emplear en este proyecto (guía de observación), los cuales fueron validados por los mismos y firmados con sus respectivos sellos.

#### Procesamiento y análisis de la información

Se aplicaron los métodos estadísticos, tanto descriptivos como inferenciales.

#### Métodos estadísticos descriptivos

Dentro de los métodos descriptivos, la recolección se clasifico sistemáticamente y se presentó en tablas estadísticas de distribución de frecuencias, además para visualizar mejor el comportamiento de variables se construyeron y se calcularon medidas estadísticas como: Media aritmética, Moda, varianza, desviación estándar, coeficiente de correlación lineal.

Es un método descriptivo porque se encarga de describir, evaluar, explicando los motivos de los resultados obtenidos en la experimentación realizada en el laboratorio de química.

#### Métodos estadísticos inferenciales

Se aplicó la prueba de hipótesis: diferencia de medias, para comprobar científicamente la hipótesis de trabajo formulada.

Así mismo se aplicó un análisis de varianza para evaluar y comparar la variabilidad de la información en los grupos de estudios respectivos.

Para proyectar e inferir los resultados obtenidos en la muestra hacia la población, se aplicó la estimación de parámetros, en este caso de la media poblacional y varianza poblacional, de acuerdo al método estadístico ANOVA.

## Matriz de consistencia

Problema	Hipótesis	Objetivos	Variables	Definición	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<p>La formulación del problema es planteada:</p> <p>¿Cuál sería la resistencia a la compresión del mortero que se obtendría al sustituir el cemento al 15% por polvo de conchas de abanico y cenizas de cascarás de arroz?</p>	<p>La hipótesis se plantea: al sustituir el cemento por un 15% de polvo de Concha de abanico (6%) y ceniza de cascará de arroz (9%) mejoraría la resistencia a la compresión, ya que activando térmicamente se obtiene altos porcentajes de Óxido de calcio y dióxido de silicio lo cual permitirá obtener un material puzolánico.</p>	<p>El objetivo general es determinar la resistencia a la compresión de un mortero sustituyendo el 15% de cemento por 6% de polvo de concha de abanico y 9% de cenizas de cáscara de arroz.</p> <p>Y como objetivos específicos tenemos:</p> <p>Determinar la activación térmica de la concha de abanico y la ceniza de la cáscara de arroz mediante el Análisis Térmica Diferencial.</p> <p>Determinar la composición química mediante el ensayo de fluorescencia de rayos x de la concha de abanico y la ceniza de cáscara de arroz.</p> <p>Determinar la relación a/c en los especímenes experimentales.</p> <p>Determinar la resistencia a la compresión de 3, 7 y 28 días, patrón y experimental; y comparar resultados.</p>	<p>V. DEP.</p> <p>Resistencia a la compresión del mortero</p> <p>V. INDEP.</p> <p>Dosificaciones en diseño de mezcla de un mortero de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz.</p>	<p>V. DEP.</p> <p><u>DEF. CONCEPTUAL</u> La resistencia a la compresión se define como la capacidad de soporte de un área de contacto al recibir cargas de compresión, normal mente se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm<sup>2</sup>). (San Bartolomé, 2011).</p> <p><u>DEF. OPERACIONAL</u> La resistencia a la compresión será evaluada mediante el ensayo de rotura a los especímenes patrón de 50 mm de lado según la norma NTP 334.051.</p> <p>V. INDEP.</p> <p><u>DEF. CONCEPTUAL</u> Es un proceso en la cual consiste en determinar la cantidad de materiales (cemento, agua, agregados y/o aditivos) que deben emplearse para constituir un volumen unitario de mortero fresco tal que la calidad se cumpla con los requisitos especificados. El proporcionamiento de mezclas de mortero, más comúnmente llamado diseño de mezclas es un proceso que consiste de pasos dependientes entre sí: - Selección de los ingredientes convenientes (cemento, agregados y agua). Determinación de sus cantidades relativas “proporcionamiento” para producir un, tan económico como sea posible, un concreto de trabajabilidad, resistencia a compresión y durabilidad apropiada. (Rivera, G. 2005).</p> <p><u>DEF. OPERACIONAL</u> Se desarrollarán todas las pautas ya establecidas por la Norma Técnica de Edificaciones en cuanto a los requerimientos para una buena dosificación de mortero el cual presente una determinada proporción de los materiales a usar en la elaboración como: cemento, Concha de abanico, Ceniza de cáscara de arroz, agua y agregado fino.</p>	<p>La resistencia a la compresión es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm<sup>2</sup>, MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi).</p> <p>Edad del concreto: Se ha demostrado que la resistencia a la compresión aumenta con el envejecimiento, hasta por 50 años, si existe humedad.</p> <p>En la tabla (a) se muestra el desarrollo de las resistencias a la compresión, tracción y flexión, en condiciones de curado en húmedo, para hormigón hecho con diferencias tipos de agregado y con una relación A/C de 0.532, en peso. Los valores a los 28 días se toman como el 100% y los valores de todos los demás envejecimientos se basan en los de 28 días.</p> <p>Carga axial: Fuerza que actúa a lo largo del eje longitudinal de un miembro estructural aplicada al centroide de la sección transversal del mismo produciendo un esfuerzo uniforme. También llamada fuerza axial.</p> <p><u>Relación agua/cemento (a/c):</u> La relación A/C de la mezcla influirá mucho sobre la resistencia del hormigón endurecido con un envejecimiento dado. Una mezcla dada puede tener una resistencia relativamente buena o mala, dependiendo de la cantidad de agua que se quiere decir que a mayor cantidad de agua, menos resistencia.</p> <p><u>Dosificación:</u> Las dosificaciones de mezclas de concreto son las cantidades de cemento y de otros materiales que se necesitan para obtener las resistencias. Estas proporciones dependerán de cada ingrediente en particular los cuales a su vez dependerán de la aplicación particular del mortero. También podrían ser considerados otros criterios, tales como minimizar la contracción y el asentamiento o ambientes químicos especiales. Aunque se han realizado gran cantidad de trabajos relacionados con los aspectos teóricos del diseño de mezclas, en buena parte permanece como un procedimiento empírico. Y aunque hay muchas propiedades importantes del concreto, la mayor parte de procedimientos de diseño, están basados principalmente en lograr una resistencia a compresión para una edad especificada, así como una trabajabilidad apropiada. Además, es asumido que si se logran estas dos propiedades las otras propiedades del concreto también serán satisfactorias (excepto la resistencia al congelamiento y deshielo u otros problemas de durabilidad tales como resistencia al ataque químico).</p>	<p>Promedios Varianza Desviación Estándar</p> <p>Dosificaciones en diseño de mezcla de un mortero de 15% de cemento por 6% de polvo de concha de abanico y 9% cenizas de cáscara de arroz.</p>	<p>Por La Naturaleza De Sus Valores Diseño de mezcla de un mortero (V. Cuantitativa Continua) Resistencia a la compresión del mortero (V. Cuantitativa Continua)</p> <p>Por Su Escala De Medición Diseño de mezcla un mortero con la sustitución de Concha de abanico y Ceniza de cáscara de arroz y diferentes relaciones a/c (V. Cuantitativa Ordinal)</p>

### III RESULTADOS

#### CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL.

Análisis Térmico Diferencial (ATD) de la Concha de Abanico y la Ceniza de Cáscara de Arroz.

Concha de abanico.

Análisis Termo Gravimétrico de Concha de Abanico.

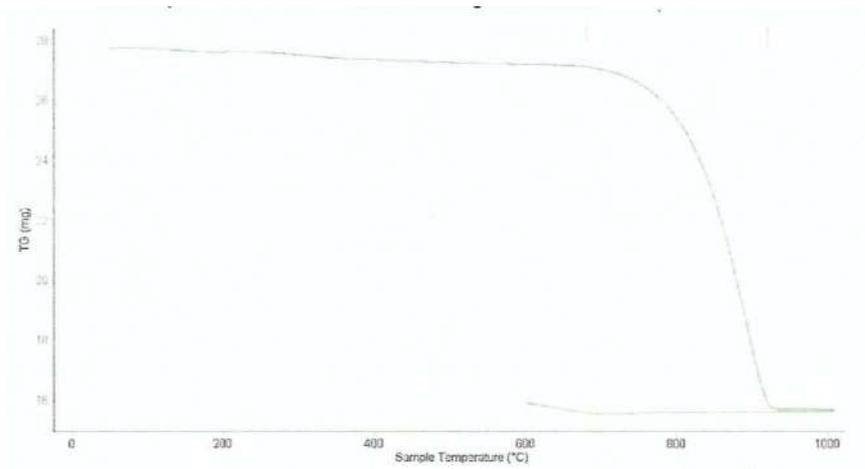


Figura 4. Curva de pérdida de masa de la concha de abanico.  
Fuente: Laboratorio de Polímeros de la UNT

#### Curva Calorimétricas DSC de Concha de Abanico

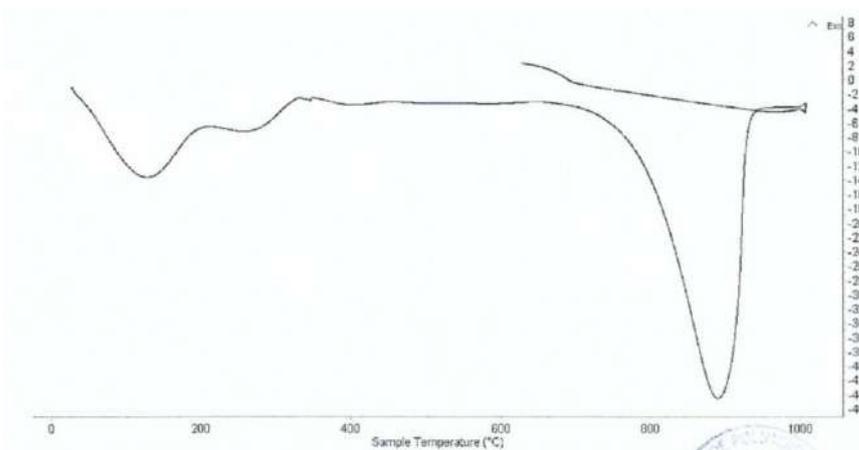


Figura 5. Curva calorimétrica de la concha de abanico.  
Fuente: Laboratorio de Polímeros de la UNT

## Ceniza de cáscara de arroz

### Análisis Termo Gravimétrico de Cascara de Arroz

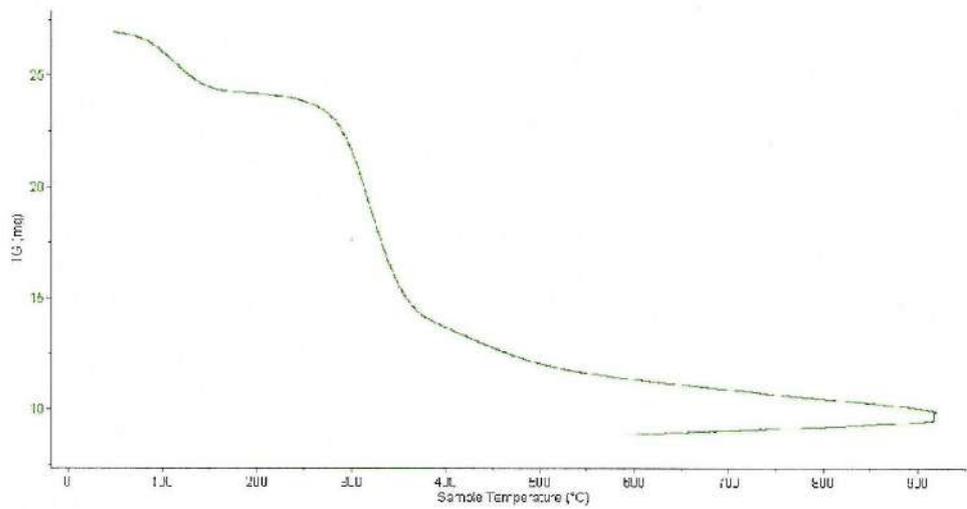


Figura 6. Curva de pérdida de masa de la cáscara de arroz.

Fuente: Laboratorio de Polímeros de la UNT

### Curva Calorimétricas DSC de Cascara de Arroz

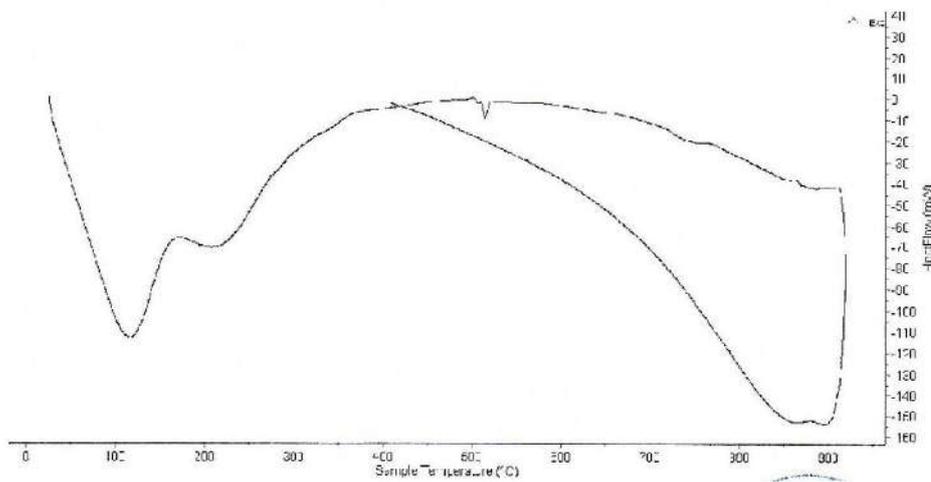


Figura 7. Curva calorimétrica de la cáscara de arroz.

Fuente: Laboratorio de Polímeros de la UNT

Análisis Químico de Fluorescencia de Rayos X de la Concha de Abanico y la Ceniza de Cáscara de Arroz.

Tabla 15

Composición química de la Concha de Abanico.

Óxido	(% Óxidos)	(% Normalizado)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.228	11.922
SiO <sub>2</sub>	2.491	2.429
K <sub>2</sub> O	0.075	0.073
CaO	87.532	85.342
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.018	0.017
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.007	0.007
CuO	0.005	0.005
ZnO	0.009	0.009
Rb <sub>3</sub> O	0.008	0.008
SrO	0.181	0.177
ZrO	0.013	0.013
Total	102.567	100.000

Fuente: Laboratorio de Arqueometría de la UNMSM.

Tabla 16

Composición química de la Ceniza de Cáscara de Arroz.

Óxido	(% Óxidos)	(% Normalizado)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.764	2.759
SiO <sub>2</sub>	87.811	87.672
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.262	0.251
SO <sub>2</sub>	0.573	0.573
ClO <sub>2</sub>	1.122	1.121
K <sub>2</sub> O	5.294	5.285
CaO	1.292	1.292
TiO <sub>2</sub>	0.037	0.037
MnO	0.351	0.350
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.465	0.464
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.003	0.003
CuO	0.016	0.016
ZnO	0.178	0.178
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.001	0.001
Total	100.158	100.000

Fuente: Laboratorio de Arqueometría de la UNMSM.

## Caracterización de agregado

Tabla 17

Requisitos Físicos de Gradación para elaborar los Especímenes.

No	Tamiz Abert. (mm.)	Peso ret. (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
		0.000	0.000	0.000	100.000
2"	50.800	0.000	0.000	0.000	100.000
1 1/2"	38.100	0.000	0.000	0.000	100.000
1"	25.400	0.000	0.000	0.000	100.000
3/4"	19.100	0.000	0.000	0.000	100.000
1/2"	12.500	0.000	0.000	0.000	100.000
3/8"	9.520	0.000	0.000	0.000	100.000
N° 04	4.760	0.000	0.000	0.000	100.000
N° 08	2.360	25.200	3.670	3.670	96.330
N° 16	1.180	174.800	25.410	29.080	70.920
N° 30	0.600	139.700	20.320	49.400	50.600
N° 50	0.300	120.400	17.510	66.910	33.090
N° 100	0.150	110.200	16.030	82.940	17.060
N° 200	0.076	75.400	10.970	93.910	6.090
PLATO		41.900	6.090	100.000	0.000
TOTAL		687.500			

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

Tabla 18

Módulo de fineza de la arena gruesa.

ASTM C - 33	
% q Pasa Inferior	% q Pasa Superior
100.00	100.00
100.00	100.00
100.00	100.00
100.00	100.00
100.00	100.00
100.00	100.00
100.00	100.00
100.00	100.00
95.00	100.00
80.00	100.00
50.00	85.00
25.00	60.00
10.00	30.00
2.00	10.00
Grupo	C

Módulo de fineza 2.32

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

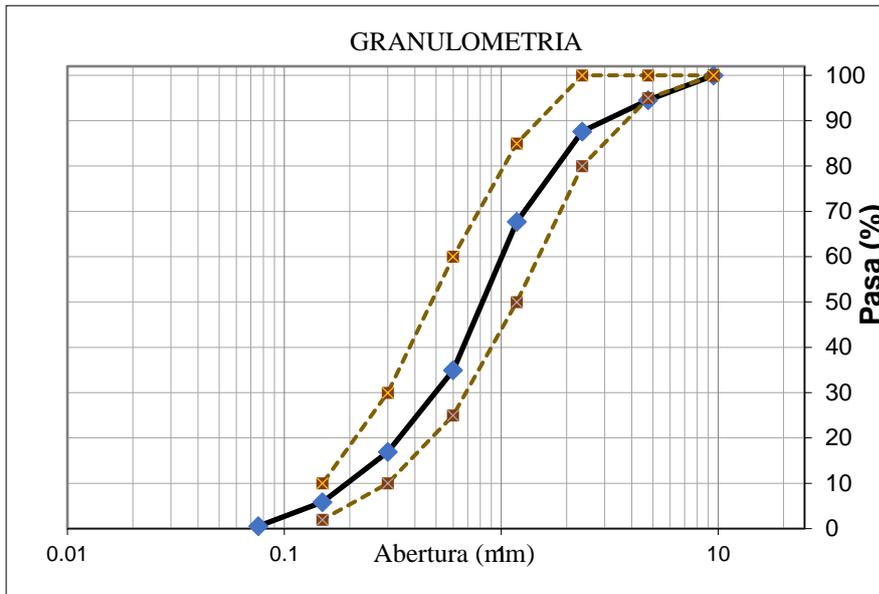


Gráfico 1. Gradación de arena gruesa.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

Para elaborar los especímenes de mortero patrón y experimentales se realizarán en tres tandas para obtener las 9 muestras de mortero para ser ensayadas a 3, 7 y 28 días.

Análisis de Potencial de Hidrogeno (pH) de la Concha de Abanico, la Ceniza de Cáscara de Arroz, Cemento y Combinación.

Tabla 19

pH de la Concha de Abanico, la Ceniza de Cáscara de Arroz y combinación.

Muestras	Resultados	Método Utilizado
Cemento Portland Tipo I: 10gr	14.00	
Polvo de Concha de Abanico: 10gr	13.88	
Cáscara de Arroz: 10gr	11.11	Reacción Química
85% Cemento + 6% de Polvo de Concha de Abanico y 9% de Ceniza de Cáscara de Arroz: 10gr	13.88	

Fuente: Laboratorio de Ensayos químicos COLECBI

## Análisis de Determinación del Peso Específico

### Peso Específico de la Concha de Abanico.

Tabla 20

#### Peso Específico del Polvo de Concha de Abanico.

Ensayo		
	01	02
Prueba n°		
Frasco n°		
Lectura inicial (ml)	0.000	0.000
Lectura final (ml)	21.600	21.600
Peso muestra (gr)	64.000	64.000
Volumen desplazado (ml)	21.600	21.600
Peso específico	2.963	2.963
Peso específico promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	2.963	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

### Peso Específico de la Ceniza de Cáscara de Arroz.

Tabla 21

#### Peso Específico de la Ceniza de Cáscara de Arroz.

Ensayo		
	01	02
Prueba n°		
Frasco n°		
Lectura inicial (ml)	0.000	0.000
Lectura final (ml)	22.650	22.650
Peso muestra (gr)	64.000	64.000
Volumen desplazado (ml)	22.650	22.650
Peso específico	2.826	2.826
Peso específico promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	2.826	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

### Peso Específico de la Combinación Ceniza de Cáscara de Arroz 9% + Concha de Abanico 6% + Cemento 85%.

Tabla 22

#### Peso Específico de la Combinación Polvo de Concha de Abanico 6% + Ceniza de Cáscara de Arroz 9% + Cemento 85%.

Ensayo		
	01	02
Prueba n°		
Frasco n°		
Lectura inicial (ml)	0.000	0.000
Lectura final (ml)	19.600	19.600
Peso muestra (gr)	64.000	64.000
Volumen desplazado (ml)	19.600	19.600
Peso específico	3.265	3.265
Peso específico promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	3.265	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

## Relación Agua/Cemento

Relación A/C del mortero patrón.

La relación agua cemento para el mortero patrón utilizado es A/C: 0.485.

Tabla 23

Proporciones de material requerido para el mortero patrón.

Materiales	N° de especímenes		
	3 cubos	6 cubos	9 cubos
Cemento (gr)	250.0	500.0	740.0
Arena (gr)	687.5	1375.0	2035.0
Agua (ml)	121.0	242.0	359.0

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 334.051

La relación a/c para el patrón es 0.485 para obtener una trabajabilidad óptima según N.P.T 334.051.

## Relación A/C del mortero Experimental 01.

La relación agua cemento para el mortero experimental utilizado es A/C: 0.485.

Tabla 24

Proporciones de material requerido para el mortero experimental.

Materiales	N° de especímenes		
	3 cubos	6 cubos	9 cubos
Cemento (gr)	212.5	425.0	637.5
Arena (gr)	687.5	1375.0	2035.0
Agua (ml)	121.0	242.0	359.0
Concha de Abanico (gr)	15.0	30.0	45.0
Ceniza de Cáscara de Arroz (gr)	22.5	45.0	67.5

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

La relación a/c para el experimental es 0.485 para obtener una trabajabilidad óptima y esta se acerque a la del patrón.

### Relación A/C del mortero Experimental 02.

La relación agua cemento para el mortero experimental utilizado es A/C: 0.505.

Tabla 25

Proporciones de material requerido para el mortero experimental.

Materiales	N° de especímenes		
	3 cubos	6 cubos	9 cubos
Cemento (gr)	212.50	425.00	637.50
Arena (gr)	687.50	1375.00	2035.00
Agua (ml)	126.25	252.50	378.75
Concha de Abanico (gr)	15.00	30.00	45.00
Ceniza de Cáscara de Arroz (gr)	22.50	45.00	67.50

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

La relación a/c para el experimental es 0.505 para obtener una trabajabilidad óptima y esta se acerque a la del patrón.

### Relación A/C del mortero Experimental 03.

La relación agua cemento para el mortero experimental utilizado es A/C: 0.525.

Tabla 26

Proporciones de material requerido para el mortero experimental.

Materiales	N° de especímenes		
	3 cubos	6 cubos	9 cubos
Cemento (gr)	212.50	425.00	637.50
Arena (gr)	687.50	1375.00	2035.00
Agua (ml)	131.25	262.50	393.75
Concha de Abanico (gr)	15.00	30.00	45.00
Ceniza de Cáscara de Arroz (gr)	22.50	45.00	67.50

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

La relación a/c para el experimental es 0.525 para obtener una trabajabilidad óptima y esta se acerque a la del patrón.

### Control de calidad de la puzolana artificial.

En la Tabla, se presentan el porcentaje de las pérdidas por calcinación de la cáscara de arroz al aire libre y la concha de abanico a temperatura controlada

Tabla 27

Pérdidas por calcinación.

Material	Temperatura	Tiempo (h)	Perdida por calcinación (%)	Obtenido (%)
C.C.A.	Aire libre	2	82.64	17.36
C.A	(890°C)	2	24.92	75.08

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP

Control de calidad de los morteros.

Ensayos de comprensión a los morteros Patrón y Experimental

Ensayo a la resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>) obtenidas según morteros patrones.

Tabla 28

Resultados de ensayos a compresión patrón.

Patrón	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	Resist. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promed. Resist.	Edades
P-1 3D	26.100	9.303	357.000		
P-2 3D	25.800	8.958	348.000	344.670	3Días
P-3 3D	26.300	8.647	329.000		
P-1 7D	25.900	9.513	368.000		
P-2 7D	26.400	10.796	409.000	383.330	7 Días
P-3 7D	26.300	9.804	373.000		
P-1 28D	26.000	11.204	431.000		
P-2 28D	26.000	11.311	435.000	433.670	28 Días
P-3 28D	25.800	11.214	435.000		

Fuente: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

Resistencia mortero patrón

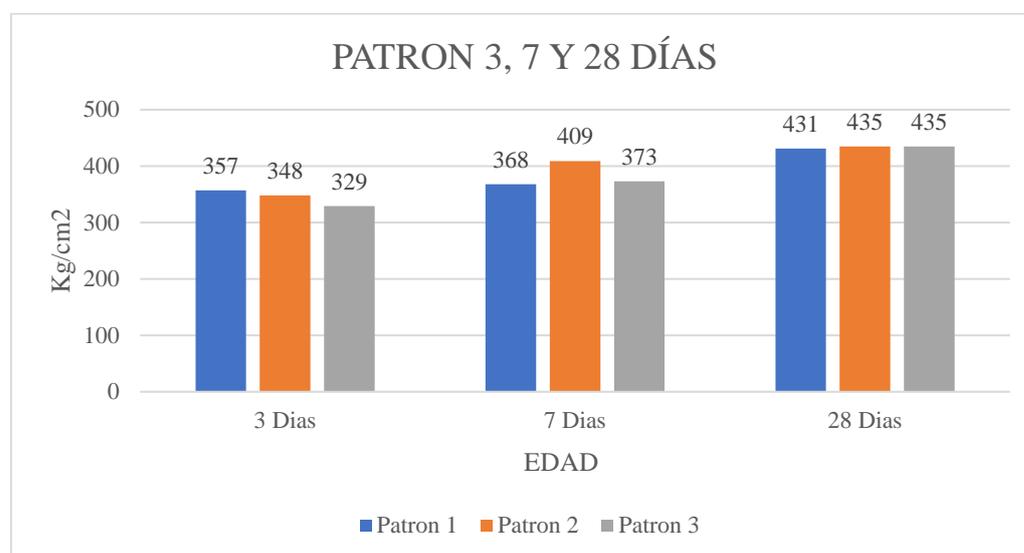


Gráfico 2. Resistencia a la compresión patrón (kg/cm<sup>2</sup>) - Edad (Días).

Fuente: Prueba de compresión laboratorio de ensayo de materiales (UNI)

Ensayo a la resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>) obtenidas según morteros experimentales con relación a/c 0.525.

Tabla 29

Resultados de ensayos a compresión experimental 01.

Patrón	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	Resist. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promed. Resist.	Edades
E1-1 3D	26.600	4.407	166.000		
E1-2 3D	25.800	4.952	192.000	176.670	3 Días
E1-3 3D	25.800	4.432	172.000		
E1-1 7D	26.100	6.571	252.000		
E1-2 7D	25.800	5.829	226.000	237.000	7 Días
E1-3 7D	25.800	5.998	233.000		
E1-1 28D	25.900	9.311	360.000		
E1-2 28D	26.100	7.658	293.000	322.000	28 Días
E1-3 28D	26.100	8.013	307.000		

Fuente: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

### Resistencia mortero experimental 01

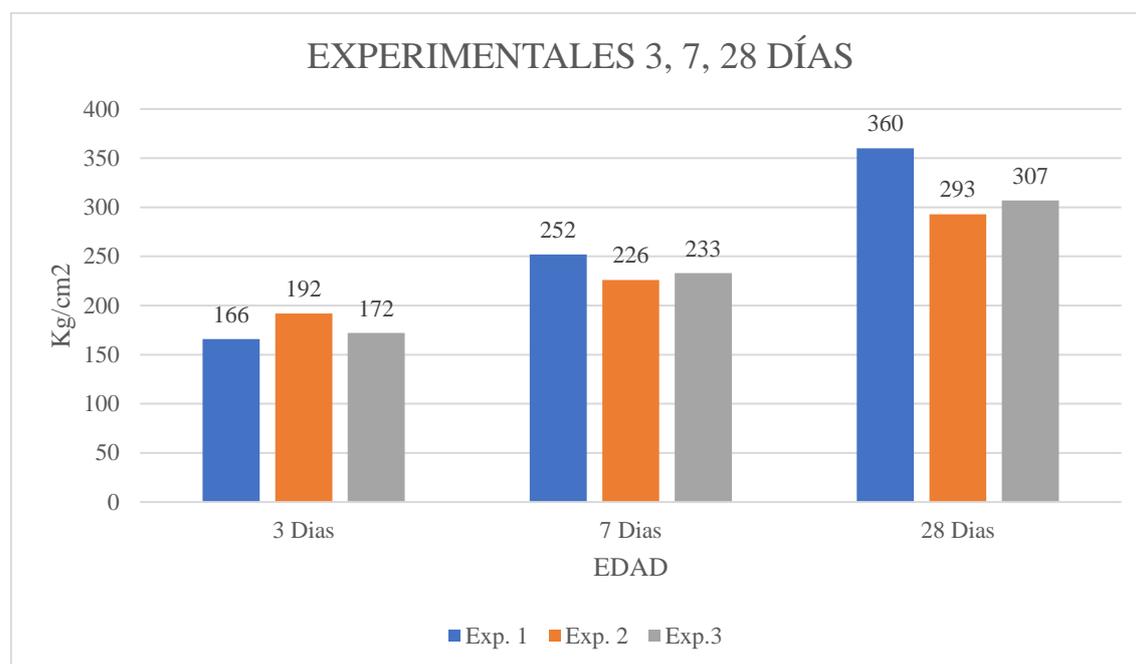


Gráfico 3. Resistencia a la compresión experimental 01 (kg/cm<sup>2</sup>) - Edad (Días).

Fuente: Prueba de compresión laboratorio de ensayo de materiales (UNI)

Ensayo a la resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>) obtenidas según morteros experimentales con relación a/c 0.505.

Tabla 30

Resultados de ensayos a compresión experimental 02.

Patrón	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	Resist. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promed. Resist.	Edades
E2-1 3D	25.700	4.849	189.000		
E2-2 3D	26.300	3.075	117.000	135.330	3Días
E2-3 3D	26.000	2.610	100.000		
E2-1 7D	26.300	5.884	259.000		
E2-2 7D	25.800	5.647	219.000	240.330	7 Días
E2-3 7D	26.000	5.916	243.000		
E2-1 28D	25.900	6.598	255.000		
E2-2 28D	25.800	6.675	224.000	235.670	28 Días
E2-3 28D	25.700	6.245	228.000		

Fuente: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

#### Resistencia mortero experimental 02

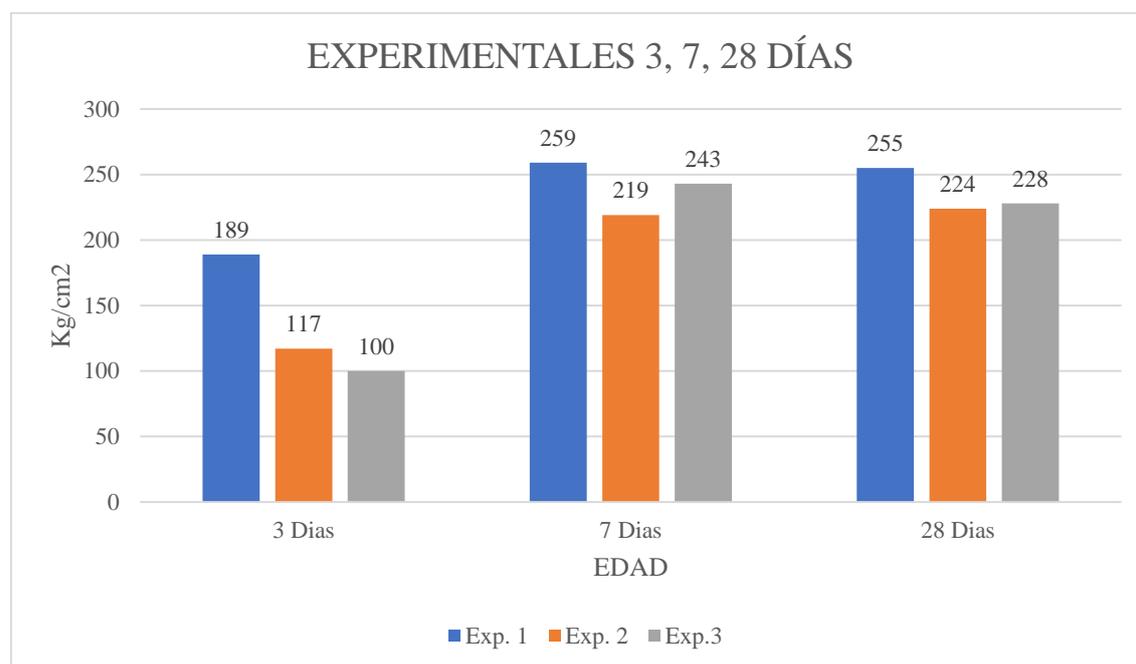


Gráfico 4. Resistencia a la compresión experimental 02 (kg/cm<sup>2</sup>) - Edad (Días).

Fuente: Prueba de compresión laboratorio de ensayo de materiales (UNI)

Ensayo a la resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>) obtenidas según morteros experimentales con relación a/c 0.485.

Tabla 31

Resultados de ensayos a compresión experimental 03.

Patrón	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	Resist. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promed. Resist.	Edades
E3-1 3D	25.800	3.434	133.000		
E3-2 3D	25.700	3.929	153.000	132.000	3Días
E3-3 3D	25.400	2.779	110.000		
E3-1 7D	25.600	4.955	194.000		
E3-2 7D	26.500	5.069	191.000	190.670	7 Días
E3-3 7D	25.700	4.806	187.000		
E3-1 28D	25.900	4.046	156.000		
E3-2 28D	25.800	4.992	193.000	218.000	28 Días
E3-3 28D	25.700	7.837	305.000		

Fuente: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

### Resistencia mortero experimental 03

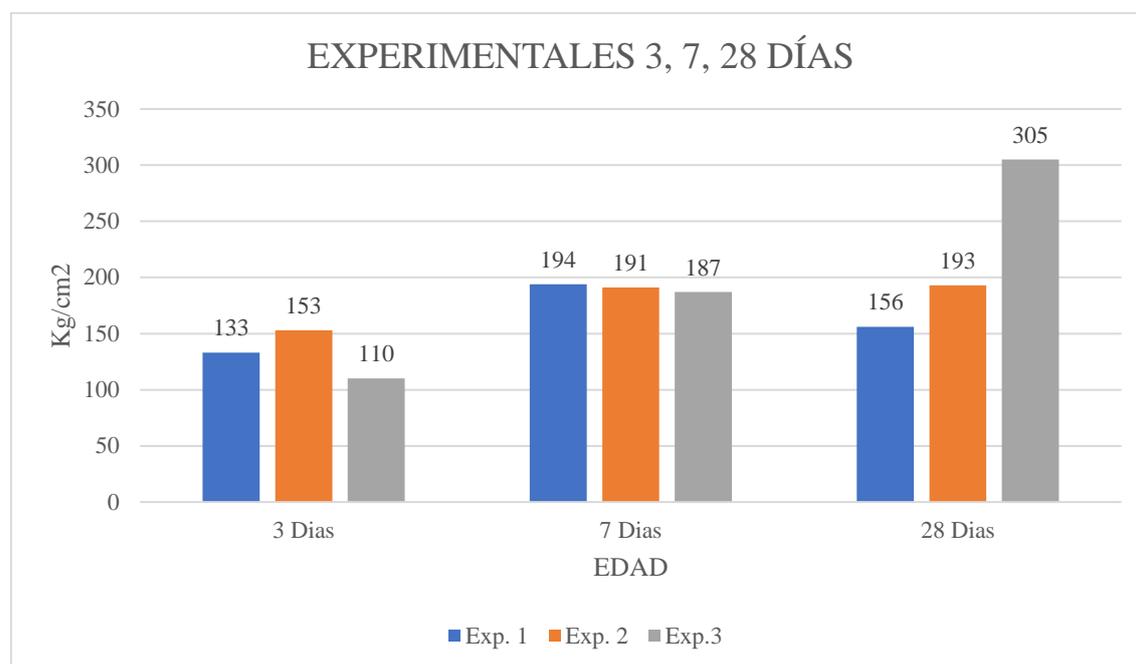


Gráfico 5. Resistencia a la compresión experimental 03 (kg/cm<sup>2</sup>) - Edad (Días).

Fuente: Prueba de compresión laboratorio de ensayo de materiales (UNI)

Ensayo a la resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>) obtenidas según promedios.

Tabla 32

Resultados de resistencias promedio.

P/E	Resist. Promed. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Edades
PATRON	344.670	3 Días
EXPERIMENTAL 01.	176.670	
EXPERIMENTAL 02.	135.330	
EXPERIMENTAL 03.	132.000	
PATRON	383.330	7 Días
EXPERIMENTAL 01.	237.000	
EXPERIMENTAL 02.	240.330	
EXPERIMENTAL 03.	190.670	
PATRON	433.670	28 Días
EXPERIMENTAL 01.	322.000	
EXPERIMENTAL 02.	235.670	
EXPERIMENTAL 03.	218.000	

Fuente: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

### Comparación de resistencia entre morteros patrón y experimentales

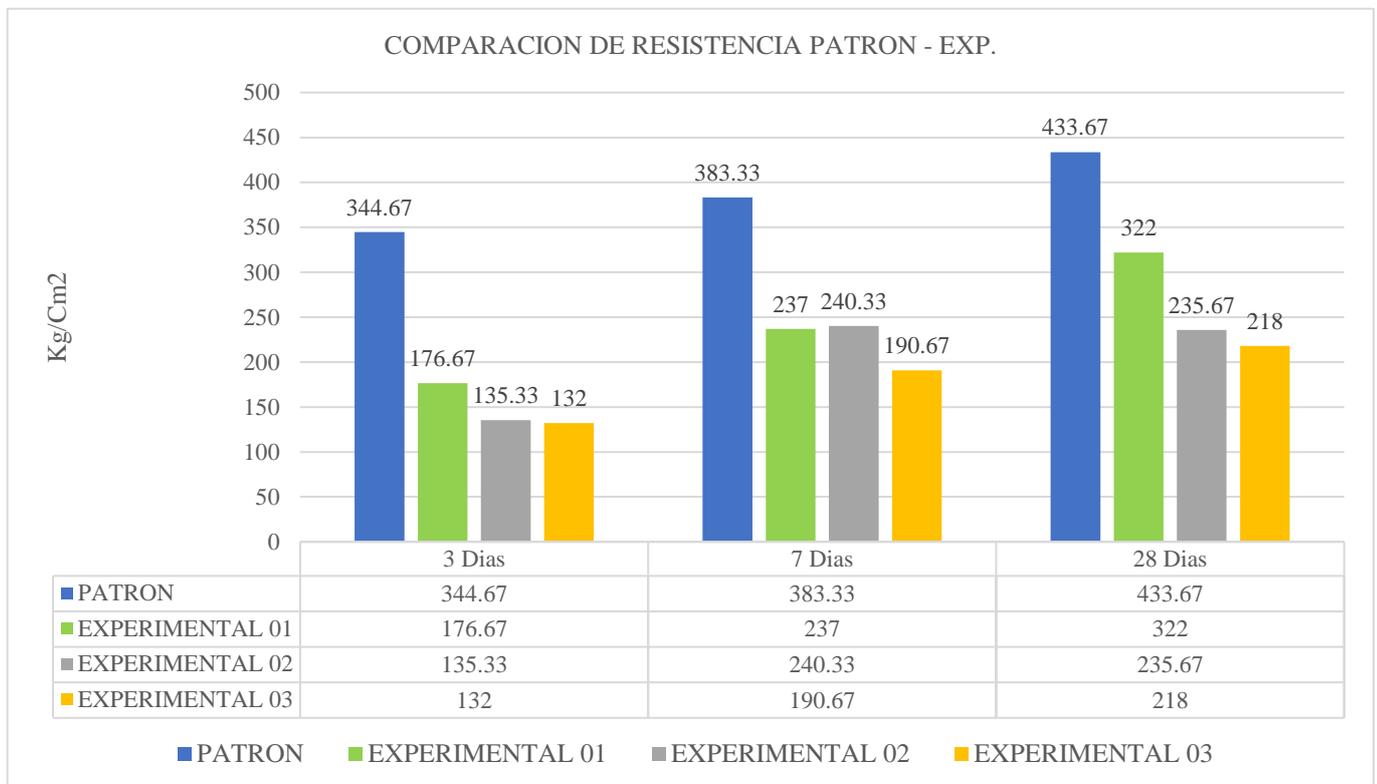


Gráfico 6. Comparación de resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>) - Edad (Días).

Fuente: Prueba de compresión laboratorio de ensayo de materiales (UNI)

Tabla 33

Resistencias a la compresión de un mortero con cemento sustituido en 15% por polvo de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz, según días de curado.

Días de curado	Resistencia de cubos de mortero con tratamiento			
	Patrón	Polvo de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz. R A/C 0.485	Polvo de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz. R A/C 0.505	Polvo de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz. R A/C 0.525
3	344,67	132,00	135,33	176,67
7	383,33	190,67	240,33	237,00
28	433,67	218,00	235,67	322,00

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, LEM-UNI.

En la tabla 33 se puede apreciar que las resistencias a la compresión de los cubos de mortero son mayores a los 28 días de curado y menores resistencias de presenta a los 3 días de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk (con un  $p > 0.05$  para cada tratamiento) y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene ( $p = 0.751$  y  $p > 0.05$ ) de las resistencias medias obtenidas en los cubos de mortero en cada tratamiento (sustitución de un porcentaje de cemento por polvo de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz) se procedió a realizar la prueba ANOVA.

Tabla 34

Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de los morteros.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Polvo de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz.	77372,449	3	25790,816	80,884	0,000
Días de curado	24031,725	2	12015,862	37,684	0,000
Error	1913,168	6	318,861		
Total	103317.342	11			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, LEM-UNI.

En la tabla 34 se puede visualizar que para la sustitución de cemento por polvo de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz (en un porcentaje de 15% con una RA/C: 0.485, 0.505 y 0.525) el  $p\text{-value} < \alpha$  ( $p = 0.000$ ,  $p < 0.05$ ) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ : resistencias medias

diferentes). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm<sup>2</sup> logradas en los cubos de mortero, con sustitución de cemento por Polvo de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz en 15% con una R A/C: 0.485, 0.505 y 0.525, son diferentes. Es decir, existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de los cubos de mortero.

También se tienen que para los días de curado  $p\text{-value} < \alpha$  ( $p=0.000$ ,  $p < 0.05$ ) entonces podemos decir que las resistencias medias de los cubos de mortero son diferentes a consecuencia de los días de curado (existe un efecto significativo de los días de curado en las resistencias medias de los cubos de mortero).

Tabla 35

Cálculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de las resistencias medias de los morteros son diferentes.

Polvo de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz	Subconjunto para alfa = 0,05		
	1	2	3
Polvo de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz. R A/C 0.485	180.2233		
Polvo de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz. R A/C 0.505	203.7767		
Polvo de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz. R A/C 0.525		245.2233	
Patrón			387.2233

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, LEM-UNI.

Patrón	387.2233..... a
Polvo de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz. R A/C 0.525	245.2233..... b
Polvo de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz. R A/C 0.505	203.7767..... c
Polvo de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz. R A/C 0.485	180.2233..... c

En la tabla 35 después de realizar la prueba de Duncan podemos apreciar que los cubos de mortero que tienen mayor resistencia a la compresión es la del patrón, seguido de los cubos de mortero con 6% de polvo de concha de abanico y 9% de ceniza de cáscara de arroz con R A/C 0.525 y los cubos que presentan menor resistencia a la compresión son los que reciben una R A/C de 0.505 y 0.485.

#### IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En la figura 5 se puede apreciar dos importantes pérdidas de masa, alrededor de 120°C es la primera pérdida y la segunda 890°C ya que se da la pérdida de agua debido a la evaporación de la misma, luego se mantiene casi constante. La temperatura y tiempo de activación se tomó donde se produce la mayor pérdida de masa que fue a 890°C durante 2 horas respecto a lo que nos dice Flores, L. & Mazza, J.

En la figura 7 la curva muestra una banda de absorción térmica a 110°C y una pequeña región endotérmica entre 190°C y 220°C lo cual indica está absorbiendo calor mostrándose en consecuencia que se producirá evaporación y una transición endotérmica alrededor de 520°C, donde descarga energía y se produce un proceso de oxidación. Se realizó el ensayo Análisis Térmico Diferencial para tener referencia sobre la calcinación de la cascara de arroz, ya que dicho material fue calcinado al aire libre el tiempo de duración fue 2 horas respecto a lo que nos dice Vásquez, R. & Vigil, P.

De los resultados obtenidos según el análisis de composición química FRX en el polvo concha de abanico se obtuvo 85.34% de óxido calcio a una temperatura de 890°C durante un periodo de 2 horas también se obtuvo 2.43% de sílice y se registra una composición química FRX para la ceniza de cascara de arroz óptima (calcinada al aire libre) obteniendo un contenido de dióxido de sílice 87.67% y se obtuvo 1.29% de óxido de calcio. En general se obtuvieron buenos resultados, ya que encontramos los componentes que conforman el cemento.

De los resultados de la gradación de arena gruesa obtuvimos 2.32 pasando por el rango optimizado para realizar buenas muestras de morteros.

Según el pH obtenido se registró que el polvo de concha de abanico tiene 13.88, de la ceniza de cascara de arroz se obtuvo 11.11, y de la mezcla de un 85% de cemento + 6% de polvo de concha de abanico y 9% de ceniza de cascara de arroz se obtuvo 13.88 y un resultado estandarizado para el cemento de 14.

Según el peso específico del polvo de concha de abanico se obtuvo 2.963 gr/cm<sup>3</sup>, de la ceniza de cascara de arroz se obtuvo 2.826 gr/cm<sup>3</sup> y de la mezcla del polvo de concha de abanico 6% + ceniza de cáscara de arroz 9% + cemento 85% se obtuvo 3.265 gr/cm<sup>3</sup>.

Según se aprecia en el gráfico 2, indica que el mortero patrón de 3 días alcanzó el 79.48% de su máxima resistencia; y el mortero de 7 días alcanzó un 89.55% de su máxima resistencia. El mortero de 28 días alcanzó una resistencia de 433.67 kg/cm<sup>2</sup> (100%).

Según se aprecia en el gráfico 3, indica que el mortero experimental de 3 días alcanzó el 54.87% de su máxima resistencia; y el mortero de 7 días alcanzó un 73.60% de su máxima resistencia. El mortero de 28 días alcanzó una resistencia de 322.00 kg/cm<sup>2</sup> (100%).

Según se aprecia en el gráfico 4, indica que el mortero experimental de 3 días alcanzó la resistencia de 57.43% de su máxima resistencia; y el mortero de 7 días alcanzó una resistencia de 101.00% de su máxima resistencia. El mortero de 28 días alcanzó una resistencia de 235.66 kg/cm<sup>2</sup> (100%).

Según se aprecia en el gráfico 5, indica que el mortero experimental de 3 días alcanzó la resistencia de 60.55% de su máxima resistencia; y el mortero de 7 días alcanzó una resistencia de 87.46% de su máxima resistencia. El mortero de 28 días alcanzó una resistencia de 218.00 kg/cm<sup>2</sup> (100%).

Según se aprecia en el gráfico 6, la resistencia a los 3 días obtenidas en los especímenes de mortero patrón tiene una diferencia de 48.74% con el mortero experimental 01 que tiene como relación a/c 0.525 por ende la resistencia del patrón es mayor a la del experimental 01.

También podemos observar que a la edad de 7 días, el mortero patrón tiene una diferencia de 38.17% con respecto al mortero experimental 01 que tiene como relación a/c 0.525 por ende la resistencia del patrón es mayor a la del experimental 02.

Por último, apreciamos que a la edad de 28 días, el mortero patrón tiene una diferencia de 25.75% con respecto al mortero experimental 01 que tiene como relación a/c 0.525 por ende la resistencia del patrón es mayor a la del experimental 01.

## V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

En la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

La temperatura de activación de la Concha de Abanico es de 890°C durante 2 horas y en cuando a la calcinación de la Cáscara de Arroz es al aire libre durante 2 horas.

El Polvo de Concha de Abanico es un material con alto porcentaje de óxido calcio (85.34%) y la Ceniza de Cáscara de Arroz es un material con alto porcentaje en dióxido de Silicio (87.67%).

El polvo de concha de abanico (2.963gr/cm<sup>3</sup>) y la ceniza de cáscara de arroz (2.826gr/cm<sup>3</sup>), tienen un peso específico el cual es menor al peso específico del cemento (3.15gr/cm<sup>3</sup>).

Se observó que las cenizas absorben el agua de la mezcla debido a la hidratación del mortero, las cenizas fueron adecuadamente calcinadas y molidas dando puzolanas activas y muy amorfas, por lo que las reacciones químicas que hacen de esta la sustitución son partículas finas y poros que tiene las puzolanas.

Se tuvo en cuenta que la gradación (2.32) tiene un grado de fineza apto para proceder a realizar el mortero con pocos detalles de porosidad al tener altos gramos de finos.

El pH del cemento (14.00), polvo de concha de abanico (13.88), ceniza de cáscara de arroz (11.11) y las mezclas (13.88) es altamente alcalino, lo cual es favorable en una reacción aglomerante.

A medida que se disminuye la relación a/c a partir del 0.525 la resistencia tiende a bajar más de lo ya obtenido, ya no destacando las grandes potencialidades que tienen estos materiales de sustitución, por lo cual su relación se tendría que mantener en 0.525 o  $\pm 1$  para una próxima investigación.

La sustitución de 15% de cemento por polvo de concha de abanico (6%) y ceniza de cáscara de arroz (9%) no obtuvo resultados favorables a comparación del patrón de 3, 7 y 28 días (100%), la resistencia no llegó a alcanzar lo esperado, esto es debido al tiempo tratado o por tema de proporcionalidad de la innovación.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda mantener el proceso de calcinación de los materiales ya que nos favoreció en los resultados químicos.

Se recomienda realizar diseños con diferentes porcentajes con los materiales en investigación.

La sustitución de puzolanas se recomienda porque disminuye los espacios vacíos de los agregados dándole más durabilidad al mortero.

El realizar una buena compactación a los morteros en sus 2 capas ayuda a obtener un mayor peso, por lo que al hacer una buena compactación evitas la porosidad en los morteros a realizar.

Realizar un estudio más detallado de polvo de Concha de Abanico y Ceniza de Cáscara de Arroz por sus contenidos de sales minerales y también hacer por separado las sustituciones para comparar cuál de estas puzolanas actúa con mayor utilidad en el mortero.

Realizar ensayos a especímenes de morteros patrón y experimental a compresión a las edades de 60 días para poder analizar de manera más detallada los efectos que tienen las propiedades de la Concha de Abanico y Ceniza de Cáscara de Arroz en los morteros experimentales.

Se debe llevar un control estricto en el uso de fertilizantes para el cultivo del arroz, para no alterar las propiedades químicas de la cáscara de arroz que se vaya utilizar como puzolana artificial y en el caso de las conchas de abanico un control para no alterar su alimentación ni su reproducción a muy temprana edad pues esto bajaría su calcificación.

Finalmente se destaca que esta investigación no agota el tema, solo da una importante apertura al desarrollo de materiales alternativos de construcción, por lo que se invita a continuar profundizando en esta línea de investigación, para lograr mayores avances en esta tecnología.

## VI REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abanto, F. (2009). *Tecnología del Concreto*. 2º Edición. Perú: San Marcos, Perú.  
Recuperado de <https://es.slideshare.net/manueloblitas/tecnologia-del-concreto-flavio-abanto>
- Adensaya, D. Raheem, A (2007). *Materiales de construcción*. Departamento de Ingeniería Civil, Ladoke Akintola Universidad de Tecnología, Ogbomoso, Nigeria.
- Anuario estadístico pesquero y acuícola (2014). Producción de conchas de abanico por regiones. Recuperado de <https://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-pesca-2014.pdf>
- Artidoro, P (2008). Mejora de la adherencia mortero-Ladrillo de concreto, Perú: Pontificia Universidad Católica Del Perú. Recuperado de <https://www.yumpu.com/es/document/read/14606414/mejora-de-la-adherencia-mortero-ladrillo-de-concreto-pontificia>
- Asocreto. (2011). *Manejo y Colocación en Obra*, Tomo II. Bogotá, D.C.: Legis S A., 2011. Recuperado de <https://www.librosyeditores.com/tiendalemoine/ingenieria-civil/133-tecnologia-del-concreto-tomo-2-manejo-y-colocacion-en-obra-9789588564050.html>
- ASTM C-33 (1999). *Especificación estándar para concretos agregados*. Recuperado de [https://www.academia.edu/12181159/ASTM\\_C33\\_Traslate](https://www.academia.edu/12181159/ASTM_C33_Traslate)
- Camargo, N. & Higuera, C. (2017). *Concreto hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla del arroz*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/jatsRepo/911/91149521006/html/index.html>
- Chur, G. (2010). *Evaluación del uso de la cascarilla de arroz como agregado orgánico en morteros de mampostería*, tesis para título de ingeniero civil, universidad de San Carlos, Guatemala. Recuperado de [https://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3173\\_C.pdf](https://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3173_C.pdf)

- FAO (2011). *El estado mundial de La agricultura y la alimentación*, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación, página web oficial. Recuperado de <http://www.fao.org/3/I9549ES/i9549es.pdf>
- Flores, L. y Mazza, J. (2014). *Utilización de los residuos de conchas de abanico como mejoramiento en las propiedades resistentes del concreto*, tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, universidad nacional del santa, Chimbote – Perú. Recuperado de <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/1912>
- Gonzales, M. (1998). *La corrosión del concreto en ambiente marino*, Perú: Asocem. Recuperado de [http://web.asocem.org.pe/asocem/bib\\_img/67826-8-1.pdf](http://web.asocem.org.pe/asocem/bib_img/67826-8-1.pdf)
- Hamlin, & Jeff, (2008). *Properties of the major cement minerals*. Recuperado de [http://iti.northwestern.edu/cement/monograph/Monograph3\\_5.html](http://iti.northwestern.edu/cement/monograph/Monograph3_5.html)
- Mariluz, A. (2011). *Crecimiento y estructura demográfica de *Argopecten purpuratus* en la Reserva Marina La Rinconada, Antofagasta, Chile*. Recuperado de [https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes\\_Finales\\_Investigacion/Julio\\_2011/IF\\_MARILUZ\\_FERNANDEZ\\_FIPA/CAP%20IX.PDF](https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/Julio_2011/IF_MARILUZ_FERNANDEZ_FIPA/CAP%20IX.PDF)
- Mehta, P. (1983). *Siliceous Ashes and Hydraulic Cements Prepared Therefrom*, Belgium. Patent 802909, July 1973; Us Patent, 4105459, Aug 1983. Recuperado de <https://patents.google.com/patent/US4105459>
- Mehta, P. (1992). Effect of nitrogen doses on incidence of false smut of rice. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/275338554\\_Patel\\_KV\\_DG\\_Vala\\_BP\\_Mehta\\_and\\_TC\\_Patel\\_1992\\_Effect\\_of\\_nitrogen\\_doses\\_on\\_incidence\\_of\\_false\\_smut\\_of\\_rice\\_Indian\\_J\\_Mycol\\_PIPathol\\_22\\_3\\_260-262](https://www.researchgate.net/publication/275338554_Patel_KV_DG_Vala_BP_Mehta_and_TC_Patel_1992_Effect_of_nitrogen_doses_on_incidence_of_false_smut_of_rice_Indian_J_Mycol_PIPathol_22_3_260-262)
- Ministerio de Agricultura del Perú –MINAG- (2012). *Informe de producción del arroz, campañas 2011, 2012 en el Perú*. Recuperado de: <http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/informe2012.pdf>
- NTP 334.003. (1998). *Procedimiento para la obtención de pastas y morteros de consistencia plástica por mezcla mecánica*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/vidalruizcchahuana/documentstips-ntp-3340031998>

- NTP 334.051. (2006). *Métodos 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>.
- NTP 339.088. (2004). *Requisitos de calidad del agua para el concreto*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/kiaramirellaporrascrisostomo/ntp-339088>
- NTP 400.011. (2008). *Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones*. Recuperado de <https://edoc.site/ntp-400011-2008-pdf-free.html>
- Paya, J. (2000). *Ceniza de cáscara de arroz en condiciones de combustión no controlados*, Materiales Compuestos, número 99, pp 501-508. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v14s1/v14s1a13.pdf>
- Rivva, E. (1999). *Diseño de Mezclas*. Perú: Editorial Hozlo S.C.R.L. Recuperado de <https://es.slideshare.net/FredrafuEnrifer/disenodemezclasenrriquerivvalopez>
- Rivera, G. (2005). *Concreto simple*. Recuperado de [https://www.academia.edu/13569512/CONCRETO\\_SIMPLE](https://www.academia.edu/13569512/CONCRETO_SIMPLE)
- Ruiz, J. (2009). *Componentes y procesos químicos del cemento*, 6° Edición España. Recuperado de [http://www.academia.edu/15741882/\\_COMPONENTES\\_Y\\_PROCESOS\\_QU%C3%8DMICOS\\_DEL\\_CEMENTO\\_](http://www.academia.edu/15741882/_COMPONENTES_Y_PROCESOS_QU%C3%8DMICOS_DEL_CEMENTO_)
- Sakoda, S., Watanabe, S., Ishiyama, N. Y Saíto, H. (2003). *Sustitución parcial del cemento por residuos calcáreos de Argopecten Purpuratus (concha de abanico) en mezclas de concreto*. Recuperado de <https://revista.usanpedro.edu.pe/index.php/CPD/article/view/221>
- Salas, D. (2017). *Crianza de conchas de abanico*. Recuperado de [http://proyectosperuanos.com/conchas\\_de\\_abanico/](http://proyectosperuanos.com/conchas_de_abanico/)
- San Bartolomé, A., Quiun, D. & Silva, W. (2011). *Diseño y construcción de estructuras sismoresistentes de albañilería*. Lima, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011. Recuperado de <http://www.catalogo.uni.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=247926>

- Sánchez, D. (2001). *Tecnología Del Concreto Y Del Mortero*, Colombia: Bhandar Editores. Recuperado de [https://www.academia.edu/35759848/Tecnolog%C3%ADa\\_del\\_concreto\\_y\\_del\\_mortero\\_Diego\\_S%C3%A1nchez\\_De\\_Guzm%C3%A1n-Bhandar\\_Editores](https://www.academia.edu/35759848/Tecnolog%C3%ADa_del_concreto_y_del_mortero_Diego_S%C3%A1nchez_De_Guzm%C3%A1n-Bhandar_Editores)
- Serrano, T., Borrachero, V., Monzó, J. & Payá, J. (2012). *Morteros aligerados con cascarilla de arroz: Diseño de mezclas y evaluación de propiedades*, DYNA, Volumen 79, Número 175. Recuperado de [https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/28275/43524%20\(Espa%C3%B1a%20-%202012\)\)](https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/28275/43524%20(Espa%C3%B1a%20-%202012)))
- Vásquez, R., & Vigil, P. (2013). *Las cenizas de cáscara de arroz, adición puzolánica en cemento y concreto*, Cementos Pacasmayo S.A.A., Universidad de Piura. Recuperado de <https://vdocuments.mx/cascarilla-1.html>
- Vega, G. (2017). *Resistencia a la compresión de un mortero sustituyendo al cemento por la combinación de un 15% por cenizas de lodo de papel y por 5% de polvo de concha de abanico*, tesis para título de ingeniero civil, universidad San Pedro, Chimbote - Perú.

## VII AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios darme la vida, a su vez por permitirme desarrollarme académicamente y bendecirme al poder obtener poco a poco mis objetivos.

Agradecer a mis padres, Walther y Anita por siempre me educarme de la mejor manera y por estar a mi lado, apoyándome incondicionalmente y brindándome sus consejos para poder salir adelante en todo obstáculo que se presente.

A mis hermanos Juan y Fátima que fueron una motivación de darles el mejor ejemplo a que sigan.

Agradecer a mis abuelos que al no tenerlos aquí siempre fueron parte de mi impulso para avanzar.

Agradecer a mis demás familiares que supieron aconsejarme para bien y me apoyaron.

A todas las personas que conocí en el recorrido de mis pocos años de vida. Gracias a Dios por ponerlos en mi camino.

## VIII ANEXOS Y APRENDICES



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA  
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 04 de mayo del 2018

INFORME N° 120 - MAY-18

**Solicitante:** Walther Zapata– Universidad San Pedro

**RUC/DNI:** .....

**Supervisor:** .....

### 1. MUESTRA: Concha de Abanico (1. gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-120MA	27.6 mg	.....

### 2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

### 3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys\_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 1000 °C.
- Masa de muestra analizada: 27.6 mg.

**Jefe de Laboratorio:**

Ing. Danny Chávez Novoa

**Analista responsable:**

Ing. Danny Chávez Novoa

Tel.: 44-203511-949790880/958669003 danchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria – Trujillo, Perú



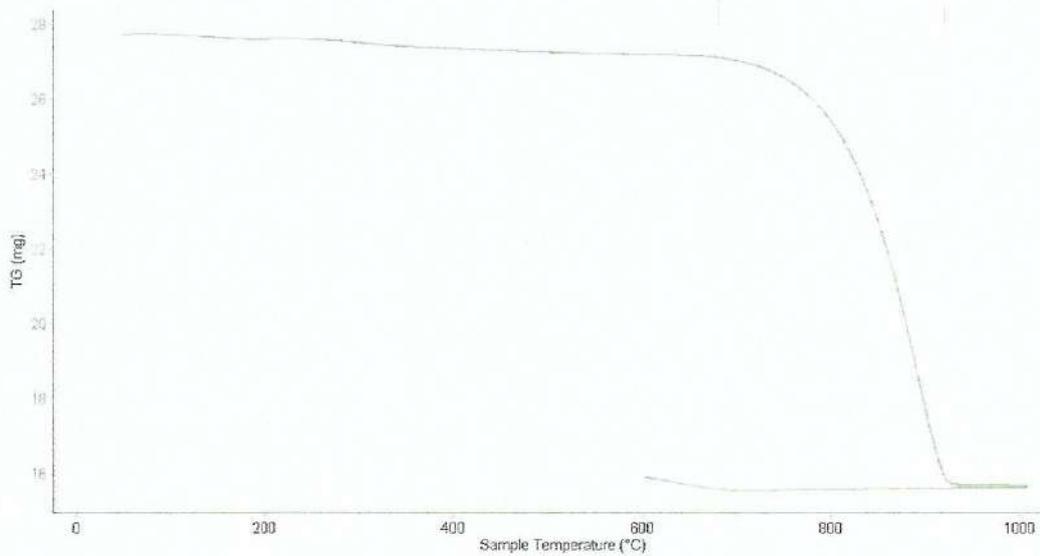


Trujillo, 04 de mayo del 2018

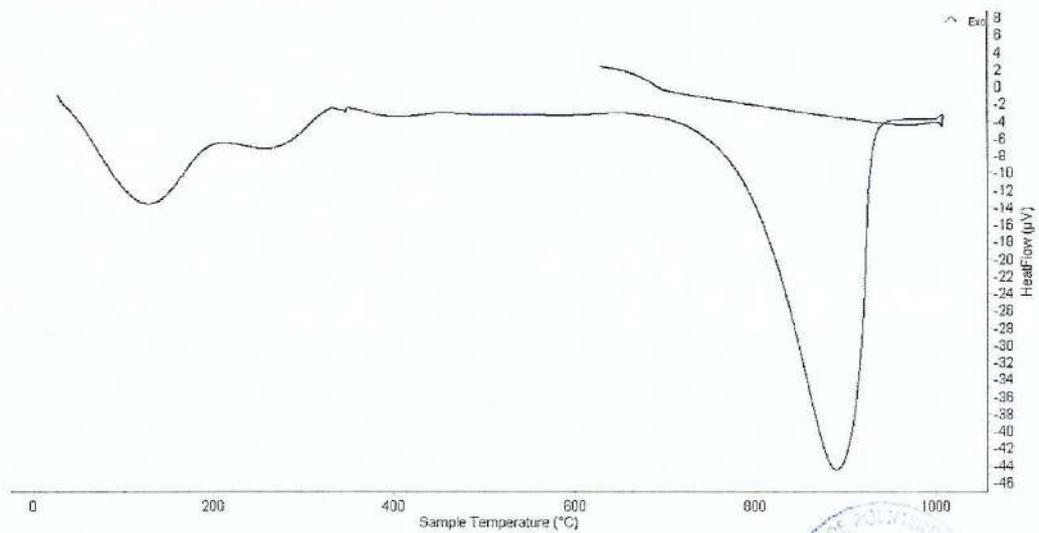
INFORME N° 120 - MAY-18

#### 4. Resultados:

##### I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



##### II- Curva Calorimétrica DSC



LABORATORIO DE POLÍMEROS UN.T. I.M.T.  
JEFATURA  
*[Signature]*



Trujillo, 04 de mayo del 2018

**INFORME N° 120 - MAY-18**

**5. CONCLUSION:**

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una gran estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 700°C, temperatura en la cual marca el inicio para la descomposición y la pérdida de material hasta caer bruscamente hasta la temperatura de ensayo máxima, y se evidencia una pérdida total de aproximadamente 42% de su masa inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar un ligero pico endotérmico en torno a 120 ° C y una pequeña banda endotérmica a 240 ° C y posteriormente se muestra un intenso pico de absorción térmica a 890°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características en el material.

Trujillo, 04 de mayo del 2018



  
Ing. Danny Mesías Chávez Novoa  
Jefe de Laboratorio de Polímeros  
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT



Trujillo, 20 de abril del 2018

**INFORME N° 106 - ABR-18**

**Solicitante:** Zapata Cardoso W. – Universidad San Pedro

**RUC/DNI:** .....

**Supervisor:** .....

**1. MUESTRA:** Cáscara de arroz (1.0 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-106AB	27.5 mg	.....

**2. ENSAYOS A APLICAR**

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

**3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES**

- Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys\_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 27.5 mg.

**Jefe de Laboratorio:**

Ing. Danny Chávez Novoa

**Analista responsable:**

Ing. Danny Chávez Novoa



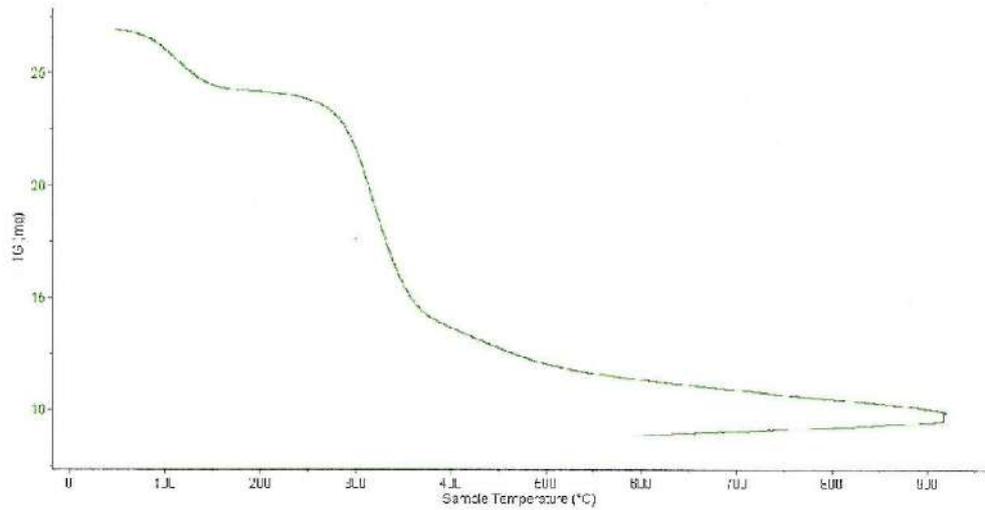


Trujillo, 20 de abril del 2018

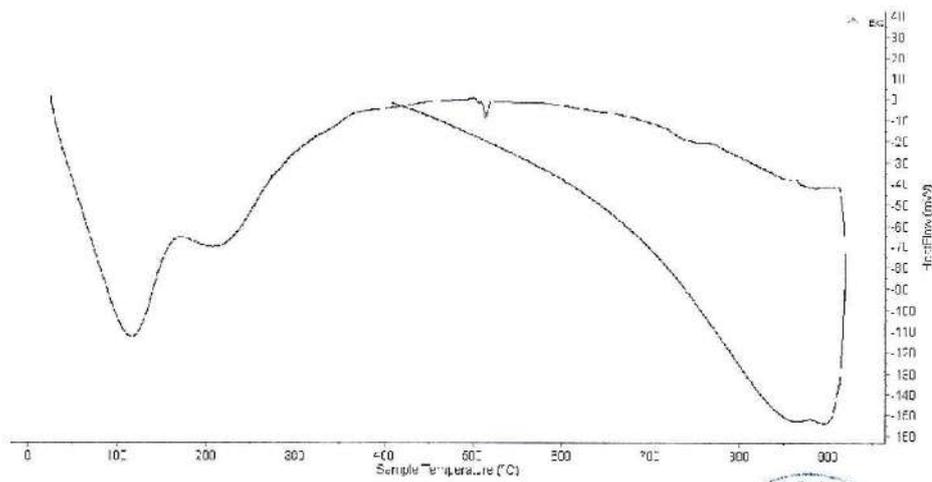
INFORME N° 106 - ABR-18

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



II- Curva Calorimétrica DSC





Trujillo, 20 de abril del 2018

**INFORME N° 106 - ABR-18**

**5. CONCLUSION:**

1. Según el análisis termogravimétrico se muestra dos importantes pérdidas del material conforme se aumenta la temperatura, la primera evidencia se da en el rango entre 70 y 140°C y la segunda pérdida se da entre 270 y 370°C, después del cual el material pierde masa muy lentamente hasta completar la temperatura del ensayo. Se identifica una pérdida total de aproximadamente 63% de la masa inicial cuando se alcanza la máxima temperatura del ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar un pico de absorción térmica a 120°C, un pico más ligero a 220°C, posteriormente otro pico de absorción a 520°C, estos como consecuencia de algún posible cambio estructural y de las características en el material.

Trujillo, 20 de abril del 2018



  
Danny M. Chávez No.  
ING. MATERIALES  
R. CIP. 84953

Ing. Danny Mesías Chávez Novoa  
Jefe de Laboratorio de Polímeros  
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT



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

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

---

**Informe N°203-LAQ/2018**

**Análisis de polvo de concha de abanico por FRXDE**

**Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de concha de abanico a pedido del Sr. **Zapata Cardoso, Walther**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Resistencia de un Motero con Cemento Sustituido en 15% por Polvo de Concha de Abanico y Ceniza de Cáscara de Arroz”**

La muestra fue calcinada a 850°C y está en forma de polvo fino de color blanco.

**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 10μA. 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 7510cts/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 Na (Z=11) y 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 0a 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 primerode 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 fundamentalesysimula 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 muestra de ceniza de 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 18keV 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 y la energía.

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 el proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es



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

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

ligeramente mayor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos diferentes de óxidos 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 ceniza de concha de abanico en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.228	11.922
SiO <sub>2</sub>	2.491	2.429
K <sub>2</sub> O	0.075	0.073
CaO	87.532	85.342
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.018	0.017
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.007	0.007
CuO	0.005	0.005
ZnO	0.009	0.009
Rb <sub>3</sub> O	0.008	0.008
SrO	0.181	0.177
ZrO	0.013	0.013
Total	102.567	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

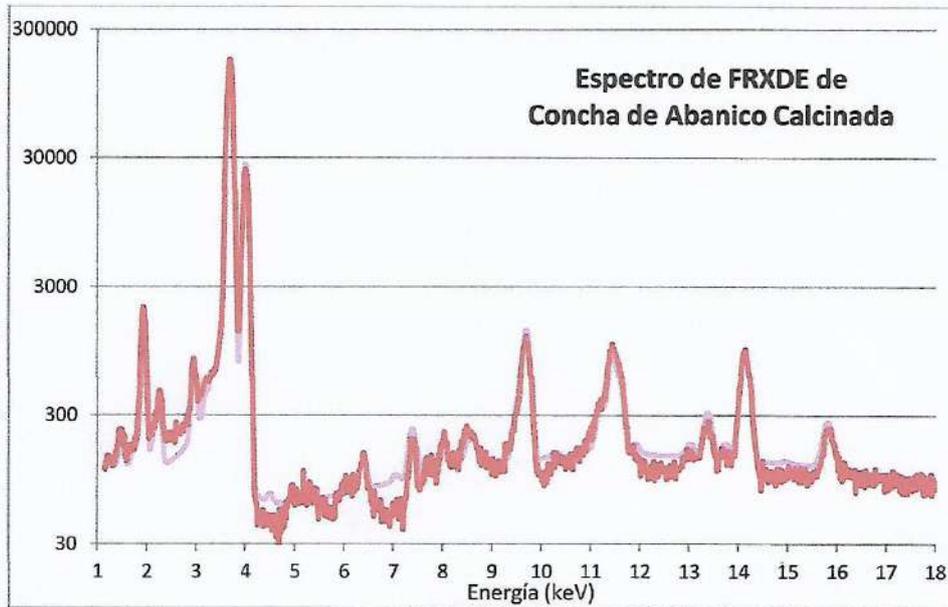


Figura 1. Espectro de FRXDE de concha de abanico calcinada en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 14 de diciembre del 2018



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

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

**Informe N°202-LAQ/2018**

**Análisis de ceniza de cáscara de arroz por FRXDE**

**Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de cáscara de arroza pedido del Sr. **Zapata Cardoso, Walther**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Resistencia de un Mortero con Cemento Sustituido en 15% por Polvo de Concha de Abanico y Ceniza de Cáscara de Arroz”**

La muestra está en forma de polvo fino de color negro.

**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 30 $\mu$ 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 6911 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 Na ( $Z=11$ ) y 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 0a 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 Archeometría

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 primerode 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 fundamentalesysimula 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 1se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de cáscara de arroz. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado.Cubre el rango de energías de 1 a 18keVque 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 y la energía.

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 el proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es muy



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

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Archeometría**

ligeramente mayor que 100%. Esta diferencia se puede deber a que la muestra esté constituida por compuestos diferentes de óxidos 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 ceniza de cáscara de arroz en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.764	2.759
SiO <sub>2</sub>	87.811	87.672
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.262	0.251
SO <sub>2</sub>	0.573	0.573
ClO <sub>2</sub>	1.122	1.121
K <sub>2</sub> O	5.294	5.285
CaO	1.292	1.290
TiO <sub>2</sub>	0.037	0.037
MnO	0.351	0.350
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.465	0.464
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.003	0.003
CuO	0.016	0.016
ZnO	0.178	0.178
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.001	0.001
Total	100.158	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

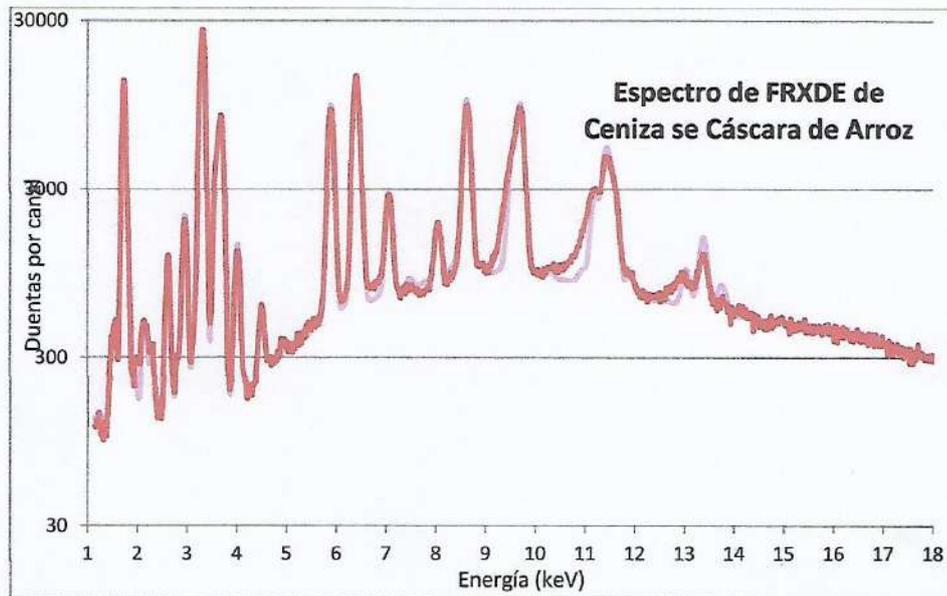


Figura 1. Espectro de FRXDE de ceniza de cáscara de arroz en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Arqueometría

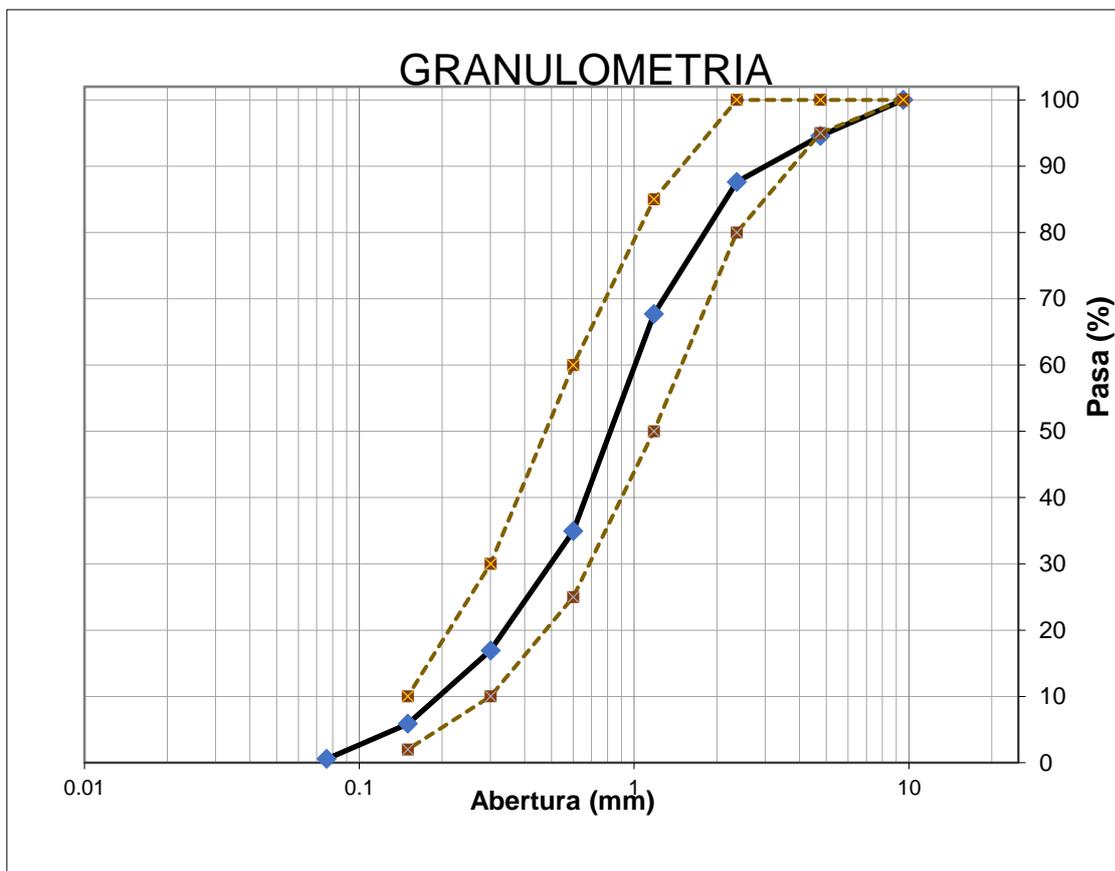


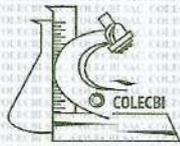
Lima, 14 de diciembre del 2018

TAMIZ		PESO RET. (gr)	% RETENIDO		% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)		PARCIAL	ACUMULADO	
		0.000	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.000	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.000	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.000	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.000	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.000	0.00	0.00	100.00
Nº 04	4.760	0.000	0.00	0.00	100.00
Nº 08	2.360	25.200	3.67	3.67	96.33
Nº 16	1.180	174.700	25.41	29.08	70.92
Nº 30	0.600	139.700	20.32	49.40	50.60
Nº 50	0.300	120.400	17.51	66.91	33.09
Nº 100	0.150	110.200	16.03	82.94	17.06
Nº 200	0.076	75.400	10.97	93.91	6.09
PLATO		41.900	6.09	100.00	0.00
TOTAL		687.500			

ASTM C - 33	
% q Pasa Inferior	% q Pasa Superior
100.00	100.00
100.00	100.00
100.00	100.00
100.00	100.00
100.00	100.00
100.00	100.00
100.00	100.00
100.00	100.00
95.00	100.00
80.00	100.00
50.00	85.00
25.00	60.00
10.00	30.00
2.00	10.00
GRUPO	C

MÓDULO DE FINEZA	2.32
---------------------	------





# CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

## “COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

### INFORME DE ENSAYO N° 20180525-017

Pág. 1 de 1

**SOLICITADO POR** : WALTER ZAPATA CARDOSO.  
**DIRECCIÓN** : La Molina Mz. M Lote 15 Nuevo Chimbote.  
**PRODUCTO DECLARADO** : ABAJO INDICADO.  
**CANTIDAD DE MUESTRA** : 01 muestra  
**PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA** : En bolsa de polietileno cerrada.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2018-05-25  
**FECHA DE INICIO DEL ENSAYO** : 2018-05-25  
**FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO** : 2018-05-26  
**CONDICIÓN DE LA MUESTRA** : En buen estado.  
**ENSAYOS REALIZADOS EN** : Laboratorio de Físico Químico.  
**CÓDIGO COLECBI** : SS 180525-9

### RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYOS
Concha de Abanico	pH 13,88

### METODOLOGÍA EMPLEADA

pH : Potenciométrico.

### NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
  - Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
  - Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce
- Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Mayo 28 del 2018.

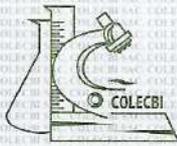
GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos  
Gerente de Laboratorios  
C.B.P. 326  
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE  
Rev. 04  
Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I Etapa - Nuevo Chimbote      Telefax: 043-310752  
Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127  
e-mail: [colecbi@speedy.com.pe/](mailto:colecbi@speedy.com.pe/) [medioambiente\\_colecbi@speedy.com.pe](mailto:medioambiente_colecbi@speedy.com.pe)  
Web: [www.colecbi.com](http://www.colecbi.com)



**CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES**

**“COLECBI” S.A.C.**

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

**INFORME DE ENSAYO N° 20180525-018**

Pág. 1 de 1

**SOLICITADO POR** : WALTER ZAPATA CARDOSO.  
**DIRECCIÓN** : La Molina Mz. M Lote 15 Nuevo Chimbo.  
**PRODUCTO DECLARADO** : ABAJO INDICADO.  
**CANTIDAD DE MUESTRA** : 01 muestra  
**PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA** : En bolsa de polietileno cerrada.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2018-05-25  
**FECHA DE INICIO DEL ENSAYO** : 2018-05-25  
**FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO** : 2018-05-26  
**CONDICIÓN DE LA MUESTRA** : En buen estado.  
**ENSAYOS REALIZADOS EN** : Laboratorio de Físico Químico.  
**CÓDIGO COLECBI** : SS 180525-9

**RESULTADOS**

MUESTRA	ENSAYOS
	pH
Cenizas de Cáscara de Arroz	11,11

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

**pH** : Potenciométrico.

**NOTA:**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbo, Mayo 28 del 2018.

GVR/jms

**A. Gustavo Vargas Ramos**  
Gerente de Laboratorios  
C.B.P. 326  
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE  
Rev. 04  
Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 I Etapa - Nuevo Chimbo - Telefax: 043-310752  
Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127  
e-mail: [colecbi@speedy.com.pe](mailto:colecbi@speedy.com.pe) / [medioambiente\\_colecbi@speedy.com.pe](mailto:medioambiente_colecbi@speedy.com.pe)  
Web: [www.colecbi.com](http://www.colecbi.com)



**CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES**  
**“COLECBI” S.A.C.**

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

**INFORME DE ENSAYO N° 20180525-016**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : **WALTER ZAPATA CARDOSO.**  
DIRECCIÓN : **La Molina Mz. M Lote 15 Nuevo Chimbote.**  
PRODUCTO DECLARADO : **ABAJO INDICADO.**  
CANTIDAD DE MUESTRA : **01 muestra**  
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : **En bolsa de polietileno cerrada.**  
FECHA DE RECEPCIÓN : **2018-05-25**  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : **2018-05-25**  
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : **2018-05-26**  
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : **En buen estado.**  
ENSAYOS REALIZADOS EN : **Laboratorio de Físico Químico.**  
CÓDIGO COLECBI : **SS 180525-9**

**RESULTADOS**

MUESTRA	ENSAYOS
	pH
Cemento	14,00

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

pH : Potenciométrico.

**NOTA:**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Mayo 28 del 2018.

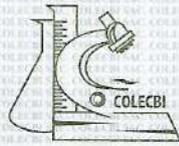
GVR/jrns

**A. Gustavo Vargas Ramos**  
Gerente de Laboratorios  
C.B.P. 326  
**COLECBI S.A.C.**

LC-MP-HRIE  
Rev. 04  
Fecha 2015-11-30

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752  
Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127  
e-mail: [colecbi@speedy.com.pe](mailto:colecbi@speedy.com.pe) / [medioambiente\\_colecbi@speedy.com.pe](mailto:medioambiente_colecbi@speedy.com.pe)  
Web: [www.colecbi.com](http://www.colecbi.com)



**CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES**

**“COLECBI” S.A.C.**

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

**INFORME DE ENSAYO N° 20180525-019**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : **WALTER ZAPATA CARDOSO.**  
DIRECCIÓN : **La Molina Mz. M Lote 15 Nuevo Chimbote.**  
PRODUCTO DECLARADO : **ABAJO INDICADO.**  
CANTIDAD DE MUESTRA : **01 muestra**  
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : **En bolsa de polietileno cerrada.**  
FECHA DE RECEPCIÓN : **2018-05-25**  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : **2018-05-25**  
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : **2018-05-26**  
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : **En buen estado.**  
ENSAYOS REALIZADOS EN : **Laboratorio de Físico Químico.**  
CÓDIGO COLECBI : **SS 180525-9**

**RESULTADOS**

MUESTRA	ENSAYOS
	pH
Cemento 85% + Concha de Abanico 6% + Cenizas de Cáscara de Arroz 9%	13,88

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

pH : Potenciométrico.

**NOTA:**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Mayo 28 del 2018.

GVR/jms

**A. Gustavo Vargas Ramos**  
Serente de Laboratorios  
C.B.P. 326  
**COLECBI S.A.C.**

LC-MP-HRIE  
Rev. 04  
Fecha 2015-11-30

**PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752

Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127

e-mail: [colecbi@speedy.com.pe](mailto:colecbi@speedy.com.pe) / [medioambiente\\_colecbi@speedy.com.pe](mailto:medioambiente_colecbi@speedy.com.pe)

Web: [www.colecbi.com](http://www.colecbi.com)



**DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO**

( Frasco de Le Chaletair)

(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : ZAPATA CARDOSO WALTHER JUNIOR  
TESIS : RESISTENCIA DE UN MORTERO CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 15% POR CONCHA DE ABANICO  
Y CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN DISTINTAS RELACIONES AGUA / CEMENTO  
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
MATERIAL : CONCHA DE ABANICO 100%  
FECHA : 06/02/2019

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	21.60	21.60
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	21.60	21.60
PESO ESPECIFICO		2.963	2.963
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	( gr / cm <sup>3</sup> )	2.963	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
*Jorge Montañez Reges*  
Ing. Jorge Montañez Reges  
JEFE



**DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO**

( Frasco de Le Chaletair)

(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : ZAPATA CARDOSO WALTHER JUNIOR  
TESIS : RESISTENCIA DE UN MORTERO CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 15% POR CONCHA DE ABANICO  
Y CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN DISTINTAS RELACIONES AGUA / CEMENTO  
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
MATERIAL : CENIZA DE CASCARA DE ARROZ 100%  
FECHA : 06/02/2019

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	22.65	22.65
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	22.65	22.65
PESO ESPECIFICO		2.826	2.826
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	( gr / cm3)	2.826	



**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

*Jorge Montañez Reyes*  
**Ing. Jorge Montañez Reyes**  
JEFE



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO**

( Frasco de Le Chaletair)

(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : ZAPATA CARDOSO WALTHER JUNIOR  
TESIS : RESISTENCIA DE UN MORTERO CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 15% POR CONCHA DE ABANICO  
Y CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN DISTINTAS RELACIONES AGUA / CEMENTO  
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
MATERIAL : COMBINACION CENIZA DE ARROZ 9% + CONCHA DE ABANICO 6% + CEMENTO 85%  
FECHA : 06/02/2019

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	19.60	19.60
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	19.60	19.60
PESO ESPECIFICO		3.265	3.265
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	( gr / cm <sup>3</sup> )	3.265	



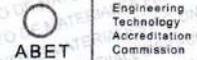
**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
*Jorge Montañez Reyes*  
**Ing. Jorge Montañez Reyes**  
JEFE



**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 A Obra** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 : ZAPATA CARDOSO WALTHER  
 : RESISTENCIA DE UN MORTERO CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 15% POR  
 CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE CASCARA DE ARROZ A DISTINTAS  
 RELACIONES AGUA/CEMENTO.

**Ubicación** : UNIVERSIDAD SAN PEDRO - CHIMBOTE

**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión

**Expediente N°** : 18-4560

**Recibo N°** : 63517

**Fecha de emisión** : 14/12/2018

**1.0. DE LA MUESTRA** : Consistente en 9 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 (cm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)
1	P-1 28D	16/11/2018	14/12/2018	26.0	11,204	431
2	P-2 28D	16/11/2018	14/12/2018	26.0	11,311	435
3	P-3 28D	16/11/2018	14/12/2018	25.8	11,214	435
4	P-1 7D	07/12/2018	14/12/2018	25.9	9,513	368
5	P-2 7D	07/12/2018	14/12/2018	26.4	10,796	409
6	P-3 7D	07/12/2018	14/12/2018	26.3	9,804	373
7	P-1 3D	11/12/2018	14/12/2018	26.1	9,303	357
8	P-2 3D	11/12/2018	14/12/2018	25.8	8,958	348
9	P-3 3D	11/12/2018	14/12/2018	26.3	8,647	329

**5.0. OBSERVACIONES:**

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

2) Informe 01 de 04.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.  
 Técnico : Sr. L.O.R.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**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.



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

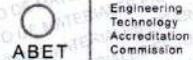
www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

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



**INFORME**

**Del A Obra** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 : ZAPATA CARDOSO WALTHER  
 : RESISTENCIA DE UN MORTERO CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 15% POR CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE CASCARA DE ARROZ A DISTINTAS RELACIONES AGUA/CEMENTO.

**Ubicación** : UNIVERSIDAD SAN PEDRO - CHIMBOTE

**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión

**Expediente N°** : 18-4560

**Recibo N°** : 63517

**Fecha de emisión** : 14/12/2018

**1.0. DE LA MUESTRA** : Consistente en 9 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 <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	E1-1 28D	16/11/2018	14/12/2018	25.9	9,311	360
2	E1-2 28D	16/11/2018	14/12/2018	26.1	7,658	293
3	E1-3 28D	16/11/2018	14/12/2018	26.1	8,013	307
4	E1-1 7D	07/12/2018	14/12/2018	26.1	6,571	252
5	E1-2 7D	07/12/2018	14/12/2018	25.8	5,829	226
6	E1-3 7D	07/12/2018	14/12/2018	25.8	5,998	233
7	E1-1 3D	11/12/2018	14/12/2018	26.6	4,407	166
8	E1-2 3D	11/12/2018	14/12/2018	25.8	4,952	192
9	E1-3 3D	11/12/2018	14/12/2018	25.8	4,432	172

**5.0. OBSERVACIONES:**

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

2) Informe 02 de 04.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.  
 Técnico : Sr. L.O.R.



*[Signature]*  
 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**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.



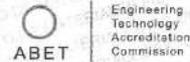
Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

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"**



**INFORME**

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : ZAPATA CARDOSO WALTHER  
**Obra** : RESISTENCIA DE UN MORTERO CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 15% POR CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE CASCARA DE ARROZ A DISTINTAS RELACIONES AGUA/CEMENTO.  
**Ubicación** : UNIVERSIDAD SAN PEDRO - CHIMBOTE  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión  
**Expediente N°** : 18-4560  
**Recibo N°** : 63517  
**Fecha de emisión** : 14/12/2018

**1.0. DE LA MUESTRA** : Consistente en 9 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 <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	E2-1 28D	16/11/2018	14/12/2018	25.9	6,598	255
2	E2-2 28D	16/11/2018	14/12/2018	26.3	5,884	224
3	E2-3 28D	16/11/2018	14/12/2018	26.0	5,916	228
4	E2-1 7D	07/12/2018	14/12/2018	25.8	6,675	259
5	E2-2 7D	07/12/2018	14/12/2018	25.8	5,647	219
6	E2-3 7D	07/12/2018	14/12/2018	25.7	6,245	243
7	E2-1 3D	11/12/2018	14/12/2018	25.7	4,849	189
8	E2-2 3D	11/12/2018	14/12/2018	26.3	3,075	117
9	E2-3 3D	11/12/2018	14/12/2018	26.0	2,610	100

**5.0. OBSERVACIONES:**

- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
- 2) Informe 03 de 04.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.  
 Técnico : Sr. L.O.R.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**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 sólo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



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



Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : ZAPATA CARDOSO WALTHER  
**Obra** : RESISTENCIA DE UN MORTERO CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 15% POR CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE CASCARA DE ARROZ A DISTINTAS RELACIONES AGUA/CEMENTO.  
**Ubicación** : UNIVERSIDAD SAN PEDRO - CHIMBOTE  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión  
**Expediente N°** : 18-4560  
**Recibo N°** : 63517  
**Fecha de emisión** : 14/12/2018

- 1.0. DE LA MUESTRA** : Consistente en 9 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 (cm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)
1	E3-1 28D	16/11/2018	14/12/2018	25.9	4,046	156
2	E3-2 28D	16/11/2018	14/12/2018	25.8	4,992	193
3	E3-3 28D	16/11/2018	14/12/2018	25.7	7,837	305
4	E3-1 7D	07/12/2018	14/12/2018	25.6	4,955	194
5	E3-2 7D	07/12/2018	14/12/2018	26.5	5,069	191
6	E3-3 7D	07/12/2018	14/12/2018	25.7	4,806	187
7	E3-1 3D	11/12/2018	14/12/2018	25.8	3,434	133
8	E3-2 3D	11/12/2018	14/12/2018	25.7	3,929	153
9	E3-3 3D	11/12/2018	14/12/2018	25.4	2,779	110

- 5.0. OBSERVACIONES:**
- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
  - 2) Informe 04 de 04.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.  
 Técnico : Sr. L.O.R.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**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.



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



## PANEL FOTOGRÁFICO



Imagen 01: En la presente imagen se realiza la visita al molino “Molinera del Santa” ubicado en la ciudad de Santa-Ancash para la obtención de la cáscara de arroz.



Imagen 02: En la presente imagen realizamos el cuarteo correspondiente 2 veces y seleccionamos el mejor cuarto.



Imagen 03: En la presente imagen realizamos el triturado la cáscara de arroz con una piedra de canto rodado para proceder a pasar por la organiza.



Imagen 04: En la presente imagen realizamos la visita al mercado minorista “muelle la caleta” ubicado en la ciudad de Chimbote-Ancash para la obtención de la Concha de Abanico



Imagen 05: En la presente imagen realizamos la limpieza correspondiente y ponemos en agua para despejar el mal olor.



Imagen 06: En la presente imagen realizamos el cuarteo correspondiente, seleccionamos el mejor cuarto y limpiamos nuevamente para poner a remojar y cambiar de agua cada 2 horas por 1 día para despejar el mal olor.



Imagen 07: En la presente imagen realizamos el secado en el horno por 24 horas a una temperatura de 110°C.

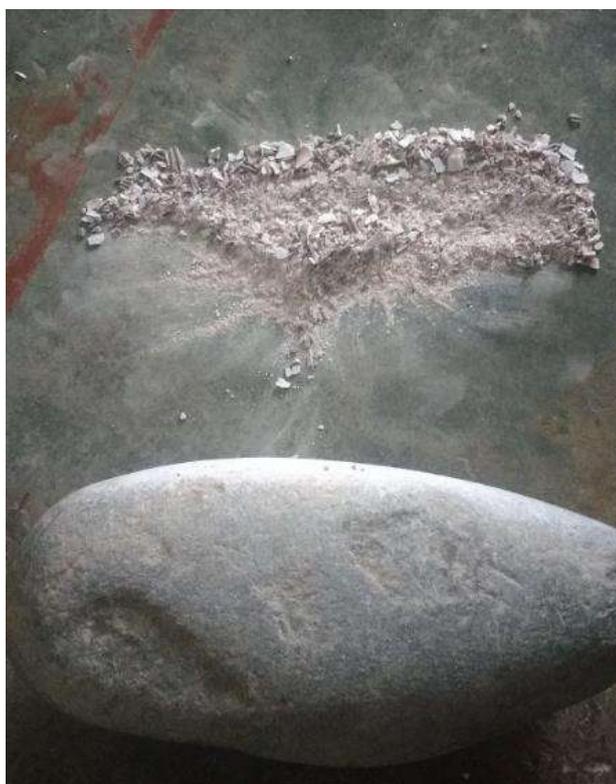


Imagen 08: En la presente imagen realizamos el triturado la concha de abanico con una piedra de canto rodado para proceder a pasar por la organiza.



Imagen 09: En la presente imagen podemos observar la visita a la universidad Nacional de Trujillo para proceder a dejar las muestras para el ensayo de Análisis Térmico Diferencial (ATD).



Imagen 10: En la presente imagen se procede a dejar las muestras de 5gr por la malla #200, a la Universidad Nacional de Trujillo para realizarle el ensayo de Análisis Térmico Diferencial.



Imagen 11: En la presente imagen se realiza la visita a la cantera de Besique ubicado en la ciudad de Chimbote-Ancash para la obtención del agregado grueso.



Imagen 12: En la presente imagen procedemos a tamizar el agregado grueso pasando por las mallas #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200 para obtener finos y el módulo de fineza.



Imagen 13: En la presente imagen observamos el realizado de los morteros patrón y experimental de 3, 7 y 28 días.



Imagen 14: En la presente imagen procedemos a realizar el desencofrado de los morteros en el laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro



Imagen 15: En la presente imagen observamos el realizado del curado de los morteros patrón y experimental de 3, 7 y 28 días.



Imagen 16: En la presente imagen observamos el realizado del ensayo de peso específico.



Imagen 17: En la presente imagen observamos la llegada a la Universidad Nacional de Ingeniería para proceder con el ensayo de compresión.



Imagen 18: En la presente imagen observamos la llegada al Laboratorio de Ensayo de Materiales (LEM) de la Universidad Nacional de Ingeniería para proceder con el ensayo de compresión a los morteros patrones y experimentales de 3, 7 y 28 días.