

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**Efecto de la sustitución de cemento por una combinación de
5% de ceniza de pata de mula y 10% por ceniza de cascara
de arroz en la resistencia de un mortero convencional**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor

Villanueva Rodríguez, Julio Isaías

Asesor

Castañeda Gamboa, Rogelio

Chimbote – Perú

2020

PALABRAS CLAVE:

Tema	Mortero
Especialidad	Tecnología de concreto

KEY WORDS:

Topic	Mortar
Specialization	Concrete technology

LINEA DE INVESTIGACION:

Línea de investigación	Estructuras
2	Ingeniería y Tecnología
2.1	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil

TÍTULO

Efecto de la sustitución de cemento por una combinación de 5% de ceniza de pata de mula y 10% por ceniza de cascara de arroz en la resistencia de un mortero convencional

RESUMEN

El propósito de la investigación es saber el efecto de la sustitución de cemento por la combinación de 5% de ceniza de pata de mula y 10% de las cenizas de la cascara de arroz, en la resistencia de un mortero convencional, esta investigación se hará en la ciudad de Chimbote, 2017 empleando un cemento portland tipo I; con arena gruesa de la cantera Rubén, esto se realiza para hallar materiales renovables que sirvan de aplicación en la rama de la ingeniería civil.

En el Perú se produce un promedio de 380,000 TM/año de cascara de arroz del cual el 60% se concentra en los molinos ubicados en la costa norte del país. La cascara de arroz producida es quemada en los sitios aledaños de los molinos, solo un poco es transformada como combustible en fábricas de ladrillos. Es por ello que se necesita investigar el uso de nuevas opciones de reemplazar el cemento para que sean accesibles y útil para la población de Chimbote y el medio ambiente.

Es una investigación aplicada y explicativa, es de enfoque cuantitativo y de diseño experimental. La muestra consistirá de 18 cubos de concreto: 9 para patrón y 9 para la combinación de 5% ceniza de pata de mula y 10% con ceniza de cascara de arroz. Para ello estos materiales fueron procesados, mezclados y utilizado como reemplazo parcial del cemento en proporciones 2:1; y diseñado de acuerdo a la norma técnica peruana 334.051 (2013), la cual se realizó una serie de ensayos como el ensayo de la resistencia a la compresión, gradación de agregados, ensayo de fluidez.

Se determinó que el reemplazo de la ceniza de pata de mula en 5% y ceniza de cascara de arroz en el cemento de 10%, se determinó una resistencia a compresión baja de 96.32% en relación al patrón, lo que manifiesta que el material no fue el ideal para ser empleado en la rama de la ingeniería civil como reemplazante del cemento.

ABSTRACT

The purpose of the research is to know the effect of the substitution of cement for the combination of 5% mule foot ash and 10% of the rice husk ash, on the resistance of a conventional mortar, this research will be done in the city of Chimbote, 2017 using a type I portland cement; With coarse sand from the Rubén quarry, this is done to find renewable materials that can be used in the field of civil engineering.

An average of 380,000 MT / year of rice husk is produced in Peru, of which 60% is concentrated in the mills located on the north coast of the country. The rice husk produced is burned in the surrounding mill sites, only a little of it is transformed into fuel in brick factories. That is why it is necessary to investigate the use of new options to replace cement so that they are accessible and useful for the population of Chimbote and the environment.

It is an applied and explanatory research, it has a quantitative approach and experimental design. The sample will consist of 18 concrete cubes: 9 for the pattern and 9 for the combination of 5% mule foot ash and 10% with rice husk ash. For this, these materials were processed, mixed and used as partial replacement of cement in proportions 2: 1; and designed according to the Peruvian technical standard 334.051 (2013), which carried out a series of tests such as the compressive strength test, aggregate gradation, flow test.

It was determined that the replacement of mule foot ash in 5% and rice husk ash in cement of 10%, a low compressive strength of 96.32% was determined in relation to the pattern, which shows that the material did not It was the ideal to be used in the branch of civil engineering as a substitute for cement.

INDICE GENERAL

TEMA N°	PAGINA
Palabras clave – Key words – Línea de investigación.....	i
Título.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice general.....	v
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	ix
I. Introducción.....	1
II. Metodología.....	24
III. Resultado.....	29
IV. Análisis y discusión.....	50
V. Conclusiones.....	54
VI. Recomendaciones.....	55
VII. Referencias bibliográficas.....	56
VIII. Agradecimientos.....	58
IX. Anexos.....	59

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cantidad de materiales a ser mezclados en un solo tiempo.....	5
Tabla 2. Compuestos químicos del clinker del cemento portland.....	6
Tabla 3. Composición química del cemento TIPO I.....	7
Tabla 4. Los parámetros de óxido contenidos en los cementos.....	7
Tabla 5. Los porcentajes que pasa en la gradación de la arena.....	9
Tabla 6. Límites permisibles para el agua de mezcla y curado.....	9
Tabla 7. Tolerancia permisible para tiempo de ensayo.....	10
Tabla 8. Composición Química de los residuos de pata de mula.....	12
Tabla 9. Composición Química de ceniza de cascara de arroz.....	15
Tabla 10. Operación de variable dependiente.....	15
Tabla 11. Operación de variable independiente.....	16
Tabla 12. Esquema del diseño experimental.....	18
Tabla 13. Técnicas de recolección de información.....	19
Tabla 14. Grado de alcalinidad (pH) de materiales.....	24
Tabla 15. Composición química de las cenizas de cascara de arroz.....	25
Tabla 16. Composición química de la Pata de Mula.....	26
Tabla 17. Propiedades física de la arena.....	26
Tabla 18. Fluidez del Mortero.....	27
Tabla 19. Requisitos de gradación para la elaboración de una tanda de mortero (3 cubos).....	27
Tabla 20. Dosificación de materiales para elaborar los especímenes patrón y experimental.....	28

Tabla 21. Ensayo de resistencia a compresión de morteros patrones (3 días).....	28
Tabla 22. Ensayo de resistencia a compresión de morteros patrones (7 días).....	29
Tabla 23. Ensayo de resistencia a compresión de morteros patrones (28días).....	29
Tabla 24. Ensayo de resistencia a compresión de morteros experimentales (3días)....	30
Tabla 25. Ensayo de resistencia a compresión de morteros experimentales (7días)....	31
Tabla 26. Ensayo de resistencia a compresión de morteros experimentales (28días)...	31
Tabla 27. Análisis de la composición química de las cenizas de la cascara de arroz expresada en óxidos.....	33
Tabla 28. PH del cemento y de las cenizas de pata de mula y cascara de arroz.....	34
Tabla 29. Fluidez del mortero patrón y experimental.....	34
Tabla 30. Proporción de materiales utilizado para elaborar los especímenes.....	35
Tabla 31. Requisitos físicos de gradación para el cálculo de la fluidez.....	35
Tabla 32. Requisitos físicos de gradación para elaborar los especímenes.....	36
Tabla 33. Proporciones de material requerido para mortero.....	36
Tabla 34. Ensayo de resistencia a la compresión (Kg/cm ²) obtenidas según probetas patron.....	40
Tabla 35. Ensayo de resistencia a la compresión (Kg/cm ²) obtenidas en mortero expe- rimental al 15% (5% pata de mula y 10% cascara de arroz).....	40
Tabla 36. Calculo de coeficiente de variación y rango de aceptación de morteros pa- trón.....	41
Tabla 37. Calculo de coeficiente de variación y rango de aceptación de morteros expe- rimental 15%.....	42

Tabla 38. Resistencia a la compresión patrón vs experimental 15% (5% pata de mula y 10% cascara de arroz).....	43
--	----

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Delimitación de fuente de pata de mula-El Dorado	11
Figura 2. Concha de pata de mula	12
Figura 3. Cáscara de arroz.	13
Figura 4. La planta de arroz.	20
Figura 5. Análisis Termo Gravimétrico de la cascara de arroz consu respectiva cuspidede pérdida de masa.....	29
Figura 6. Análisis Calorimétrico de la cascara de arroz con su respectiva cuspidede cambio de fase.	29
Figura 7. Curva de resistencia a compresión de morteros patrones.....	36
Figura 8. Curva de resistencia a compresión de morteros experimentales.	38
Figura 9. Anàlisis termo gravimètrico de ceniza de cascara de arroz.....	39
Figura 10. Curva calorimètrica de la cascara de arroz.....	39
Figura 11. Patron resistencia a la compresion (kG/CM2) vs edad.	47
Figura 12. Experimental resistencia a la compresion (kG/CM2) vs edad.	48
Figura 13. Resistencia a la compresion patron vs experimental 15% (5% pata de mula y 10% cascara de arroz).	50

I. INTRODUCCION

Dentro de los antecedentes y fundamentos a **Achanai B.** (2013) define que la pata de mula calcinada en el rango de 750°C a 1000°C en 4 horas genera, un elemento mineral que esta fundamentalmente consumado por CaO (Oxido de Calcio) en 99.17% de peso.

Díaz y Ortielo (1993) En lo económico, *Trachycardium procerum* “pata de mula” distribuido de México a Chile, está siendo explotada en el Perú. La comercialización y pesca hace que la concha se vea reducida como recurso; por esta razón, por ello es necesario investigar a detalle la biología esta especie, para estudiar la potencia de este recurso reusable y fomentar su sostenibilidad.

Al-kadhi, (2002) en su investigación la incineración de la cascara de arroz se llevó a cabo en control de temperatura con el fin de establecer la temperatura de combustión óptima. Se encontró que la temperatura de combustión de tiempo 550°C y tiempo de 2 horas genera una ceniza con características buenas.

Acorde a los antecedentes se acredita la actual investigación en el ámbito social y dado que la industria de la construcción ha ido aumentando rápidamente, el cemento es uno de los materiales más costosos, por eso propongo una nueva opción empleando las cenizas de pata de mula y cascara de arroz como reemplazo de un porcentaje del peso del cemento, de esa manera se disminuirá su costo. Es por ello que se quiere saber cómo afectan estos materiales con respecto a la resistencia, trabajabilidad, durabilidad y uso en la construcción.

Sabiendo que la industria de la construcción va avanzando a un nivel acelerado y necesita recursos viables y accesibles, para que beneficiar a la población con adquirir una vivienda económica, es por ello que se logró estudiar las propiedades que tiene la cascara de arroz y pata de mula, la cual se usan en la elaboración de mortero y está siendo útil como recurso para la construcción.

Según lo detallado nos proponemos el siguiente problema de investigación:

¿Cuál es la resistencia a compresión de un mortero sustituyendo en 5 % y 10% de cemento por cenizas de pata de mula y cascara de arroz en la ciudad de Chimbote - 2017?

Luego de haber planteado la problemática es imprescindible la conceptualización y operacionalización de las variables.

Tecnología del Mortero:

Calvo (2001). El mortero es una combinación plástica aglomerante, formada por mezclar la arena con agua y un aglomerante (cemento Portland u otros).

Básicamente se usa para albañilería como: tarrajeo de muros, asentado de ladrillo, etc. Se denomina mortero de cemento en el que se usa como conglomerante al cemento Portland.

Los morteros pobres carecen de trabajabilidad porque tiene poca cantidad de cemento. La presencia de fisura, agrietamiento y retracción se produce en morteros que tiene demasiada cantidad de cemento, por eso es necesario tener una buena dosificación de la mezcla.

La carencia de trabajabilidad en el mortero puede modificarse agregando aditivos que sean plastificantes, también con materiales corrientes (la cal) o alterando la dosificación de la mezcla.

Portland Cement Association, PCA. (2002) Sustenta que el mortero es la combinación de cemento mezclado con materiales plastificantes (caliza, piedra o cal), junto con aditivos que mejoran propiedades como: tiempo de trabajo, trabajabilidad, retención de agua, durabilidad y resistencia; la conformación de este elemento en una planta de cemento garantiza la homogeneidad del resultado.

MORTERO = CEMENTO + ARIDOS + AIRE + AGUA

Características del mortero y sus estados:

Flexión:

La unidad a ensayar se apoyará en la cara lateral del molde, sobre los rodillos de apoyo de la máquina de flexión. La carga se aplicará a través del rodillo superior con una velocidad de carga de 5 ± 1 kg/seg. Los pedazos de las probetas rotas a flexión, se preservaran húmedecidos hasta el instante en el que se sometan al ensayo de compresión.

Compresión:

Los restos productos del ensayo a flexión se ensayará a la compresión, en una sección de 50 x 50 mm, aplicándose la carga a las dos caras provenientes de las laterales del molde, colocándose entre las placas de la máquina de compresión. La rapidez de carga hará que la presión sobre la probeta aumente entre 10 y 20 kg/cm²/seg. Solo se podrá aumentar la carga a mayor velocidad hasta la mitad de la carga de ruptura, la duración de cada ensayo debe ser menor o igual en 10 segundos.

Adherencia:

Se presenta a través de la unión mecánica entre el mortero y la unidad de mampostería. El nivel de adherencia de un mortero favorece la incrementación de la capacidad de resistir los esfuerzos de tensión y cortante que producen las cargas.

Retención de Agua:

La retención de agua dentro de la pasta es fundamental dado que los agregados tienen su capacidad de absorción y ello influye en la resistencia en el mortero.

Manejabilidad:

El contenido de agua es directamente proporcional a la manejabilidad y es un factor primordial en la unión de los componentes de albañilería.

Durabilidad:

Es la característica de soportar estar expuesta sin degradarse ni mostrar daño físico en los primeros días de elaboración del mortero, también favorece a sostener la es-

estructura de albañilería ya sea estando en contacto con estratos con cloruros y sulfatos del terreno natural o agua.

Fluidez:

En el sistema constructivo de albañilería armada es importante que mantenga una fluidez constante y adecuada para ingresar entre las cavidades de las unidades de albañilería y el acero corrugado, sin que ocurra segregación en la mezcla.

Consistencia:

Está determinada la cantidad de agua contenida en la combinación de los aglomerantes con el agua básicamente.

Resistencia:

La resistencia a compresión de mortero de cemento Portland, se define llevando a la rotura de especímenes de 50mm de lado, elaborados con mortero conformado por una dosificación de cemento y arena(c:a).

Dosificación del mortero:

Norma Técnica Peruana, NTP 334.051. (2013) La norma determina que los morteros elaborados deben ser de 1 parte de cemento por 2,75 partes de arena gradada.

La relación de agua: cemento (a:c) debe ser de 0.485 la cantidad de agua ,para otros cementos diferente al Portland, deberá estar en el rango de fluidez entre 110 y 115 representada en porcentaje(%).

La cantidad de materiales a ser combinados en un solo tiempo de una tanda de mortero para preparar 3, 6 y 9 especímenes de ensayo será de la siguiente manera:

TABLA N°1: Cantidad de materiales a ser combinados en un solo tiempo.

Materiales	Número de especímenes		
	3	6	9
Cemento (g)	250	500	740
Arena (g)	687.5	1375	2035
Agua	121	242	359

Fuente: NTP 334.051

Componentes del mortero:

Cemento

Portland Cement Association, PCA. (2002) Sostienen que el cemento portland está conformado por silicatos hidráulicos de calcio. Cuando se une el agua con el cemento se crea una pasta, luego que esta se junta con los agregados (áridos: arena, piedra, material granular), trabaja como un adhesivo y esta combinación forma el concreto.

Características físicas:

American Society for Testing and Materials, ASTM C150. (2007) Especifica las propiedades físicas del cemento son beneficioso para evaluar y controlar la calidad de esta, estos ensayos no deben ser tomado en cuenta para analizar la calidad del concreto y además presentan límites detallados en las normas y varían de acuerdo a la clase de cemento a usar; sus propiedades son las siguientes:

Finura y tamaño de las partículas: 360 m²/kg.

Tiempo de fraguado: Se efectúa con la prueba de vicat:

Fraguado inicial: 2h 48m.

Fraguado final: 3h 55m.

Contenido de aire: 9.0%.

Estabilidad de volumen: Expansión de autoclave 0.2%.

Densidad: Recién elaborado es de 3.10.

Contenido de partículas %: Superior a 10 μm 48; rango de 10 a 45 μm 46 y superior a 45 μm .

Características químicas

American Society for Testing and Materials, ASTM C150. (2007) Detalla la composición química del cemento, con respecto al CLINKER bien calcinado, genera lo siguiente:

TABLA N°2: Compuestos químicos del clinker del cemento portland.

Materiales	Formula	Porcentaje
Silicato Tricálcico	$3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	30% a 50%
Silicato Dicálcico	$2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	15% a 30%
Aluminato Tricálcico	$4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$	4% a 12%
Ferro Aluminato Tetracálcico	$4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$	8% a 13%
Cal Libre	CaO	
Magnesia Libre (Periclasa)	MgO	

Fuente: ASTM C 150.

Silicato Tricálcico $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$: Composición del 36.0 %, brinda gran resistencia inicial.

Silicato Dicálcico $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$: Composición del 33.0%, brinda resistencia tardía.

Aluminato Tricálcico $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$: Composición del 21.0 %, provoca el fraguado rápido.

Componentes menores: Óxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio 10 %.

Composición física y química del cemento:

Se regirán de acuerdo a lo siguiente: Cementos Portland Norma ASTM C 150. La composición química en porcentaje es la siguiente:

TABLA N°3: Composición química del cemento TIPO I.

Componentes	Cemento Tipo I
Oxido de Sílice: SiO ₂	20.50%
Óxido de Hierro: Fe ₂ O ₃	5.14%
Oxido de Aluminio: Al ₂ O ₃	4.07%
Oxido de Calcio: CaO	62.41%
Oxido de Magnesio: MgO	2.10%
Óxido de Azufre: SO ₃	1.83%
Residuo Insoluble: R.I	0.68%
Cal Libre: Na ₂ O	1.10%

Fuente: ASTM C 1157

TABLA N°4: Los parámetros de óxido contenidos en los cementos.

Componentes	Porcentaje (%)
CaO	61 - 67
SiO ₂	20 - 27
Al ₂ O ₃	4 - 7
Fe ₂ O ₃	0.5 - 4
MgO	0.1 - 5
SO ₃	1 - 3
K ₂ O y Na ₂ O	0.25 - 1.5

Fuente: ASTM C 115.

Tipos de cemento:

Norma Técnica Peruana, NTP 334.009. (2002) Distribuye los tipos de cementos portland de acuerdo a sus propiedades específicas.

Tipo I: Es de uso general no cuenta con aporte contra algún agente nocivo al concreto.

Tipo II: Es de uso general y específicamente necesita normal resistencia a los sulfatos o calor de hidratación.

Tipo III: Se emplea cuando se requiriere resistencia inicial alta.

Tipo IV: Se emplea cuando se requiriere calor de hidratación baja.

Tipo V: Se emplea cuando se requiriere resistencia a los sulfatos de gran magnitud.

En esta investigación se utilizó el cemento Portland tipo I.

Agregado fino

Norma Técnica Peruana, NTP 399.607. (2013) Detalla que es el árido proviene de la desintegración natural de la roca, que pasan el tamiz de N°4 (4.75 μ m) y es retenido en el tamiz N°200 (75 μ m).

El agregado fino debe ser arena gradada de sílice acuerdo con los requisitos de la NTP 334.097,deberá ser manejada evitando la segregación en retiro de los sacos y elaboración de montículos de arena. El material para emplearse en morteros de albañilería tiene que estar en el rango de gradación según la normativa respetando los límites, tomando en cuenta si la arena a usar en natural o fabricada mediante un proceso.

TABLA N°5: Los porcentajes que pasa en la gradación de la arena.

Tamaño de tamiz	Porcentaje que pasa	
	Arena natural	Arena manufacturada
N°4 (4,75 mm)	100	100
N°8 (2,36 mm)	95 a 100	95 a 100
N°16 (1,18 mm)	70 a 100	70 a 100
N°30 (600 μ m)	40 a 75	40 a 75
N°50 (300 μ m)	10 a 35	20 a 40
N°100 (150 μ m)	2 a 15	10 a 25
N°200 (75 μ m)	0 a 5	0 a 10

Fuente: NTP 399.607.

Agua de mezclado y de curado

Norma Técnica Peruana, NTP 339.088. (2006) El agua debe ser potable, limpia, libre de aceites, ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas. Su función principal es hidratar el cemento y brindar la trabajabilidad en la mezcla de acuerdo a la relación agua-cemento.

TABLA N°6: Límites permisibles para el agua de mezclado y curado.

Descripción	Límite permisible
Cloruros	1000ppm.
Sulfatos	600 ppm.
Sales de magnesio	150ppm.
Sales solubles totales	1500ppm.
Ph	5 a 8 ppm
Sólidos en suspensión	5000 ppm.
Materia Orgánica	3 ppm.

Fuente: NTP 339.088.

Determinación de la resistencia a la compresión

La Norma Técnica Peruana (NTP) 334.051. (2008) Establece la forma para calcular la resistencia a la compresión de mortero de cemento portland, empleando especímenes cúbicos de 50 mm de lado. El esfuerzo a la compresión se muestra en Kg/cm² y se halla con la fórmula:

$$f'c = P/A$$

Donde:

P = Carga de rotura (Kg)

A = Área de la sección transversal (cm²)

f'c = Esfuerzo de rotura del concreto (Kg/cm²)

Para hallar la resistencia a compresión se ensayara los especímenes automaticamente luego de sacarlos de la cámara húmeda, en el caso de ensayarlos a 24h de edad, y del agua de almacenamiento. Todos los cubos deben ser ensayados dentro de las tolerancias especificadas en la tabla:

TABLA N°7: Tolerancia permisible para tiempo de ensayo.

Edad de Ensayo	Tolerancia de tiempo Permisible
	Horas
24 h	+ - 1/2
3 d	+ - 1
7 d	+ - 3
28 d	+ - 12

Fuente: NTP 334.051.

Si se saca más de un espécimen al mismo tiempo de la cámara húmeda para el ensayo a 24h, se deben cubrir con un paño húmedo, hasta el momento de la prueba. Cuando se tome más de un espécimen al mismo tiempo del agua de almacenamiento, estos deberán sumergirse en agua a 23 °C +- 1.7°C y a una profundidad suficiente hasta el momento el ensayo.

PATA DE MULA:

En la costa peruana existe una gran variedad de hábitats tropicales y subtropicales fomentan el crecimiento de la poblacion de la pata de mula, en el 2005 se realizo un catastro acuicola donde el banco de esta especie esta en la Bahía de Samanco.

Localización en Ancash:

La especie pata de mula se obtiene en “El Dorado”, Bahía de Samanco; se encuentra ubicado en la provincia del Santa ,Ancash,Peru;actualmente es una de las bahias mas importantes donde se realiza la pesca artesanal siendo las especies de explotacion: la concha de abanico,marucha,navijuela,calamar,pata de mula,pejerrey,machete y lisa.



Fig.01: Delimitación de fuente de pata de mula-El Dorado

Composición química de la concha pata de mula:

TABLA 08: Composición Química de los residuos de pata de mula.

Compound	Concentration (wt.%)		
	Mussel shell	Cockle shell	Scallop shell
CaO	98.367	99.170	97.529
Na ₂ O	0.937	0.438	0.565
SO ₃	0.293	0.117	1.568
P ₂ O ₅	0.163	0.096	0.204
SrO	0.158	0.132	0.107
ZrO ₂	0.046	—	0.027
Cl	0.037	—	—
Fe ₂ O ₃	—	0.026	—

Fuente : Achanai ,B., (2013)

Estructura de la concha pata de mula:

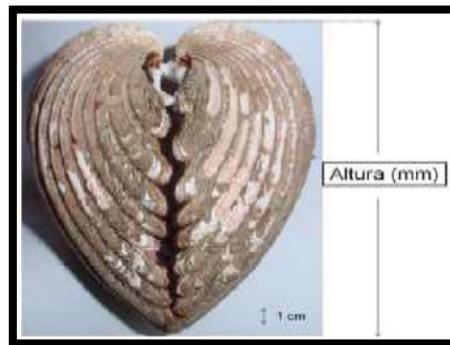


Fig.02: Concha pata de mula

CÁSCARA DE ARROZ:

Según Julián C. et. al., (2015). La cáscara de arroz, se saca del descascarado del grano del arroz, la cascara se desprende mientras se translada a travez de rodillo de jebe, despue del procedimiento de limpieza.

La cáscara de arroz tiene un area rugosa y erosiva, es durable frente a la desintegracion natural y por su bajo contenido de proteínas no es idonea para forraje de animales, hechos que complican su beneficio financiero.



Fig. 03: Cáscara de arroz

Según Gómez A. (2009): La planta de arroz es una monocotiledónea perteneciente a al grupo de las poaceae o gramíneas. Sus raíces son finas y fibrosas y su tronco está hecho por nudos y entrenudos alternados, es circular y oscila entre los 60 y 120 cm de largo. Las hojas son turnadas, envainadoras, con el limbo (lámina que conforma parte de la anatomía de la hoja) lineal, agudo, largo y plano. En la interseccion de la vaina y el limbo se encuentra la lígula membranosa, bífida y erguida.



Fig. 04: La planta de arroz

La planta de arroz contiene sílice dentro de esta ,asi como en otras plantas. La sílice cumple fundamentalmente funciones estructurales y aumenta su resistencia.Es empleada en la tierra como componente inerte para las plantas y favorece en el metabolismo,se las ubica en los tallos, para reforzarlos y endurecerlos.

El uso de la ceniza de cáscara de arroz reactiva como material cementante suplementario puede provocar la disminucion de dióxido de carbono que se ocasiona por la fabricacion de cemento y ademas puede superar las propiedades mecánicas y la durabilidad de concretos.

La ceniza de cascara de arroz se crea por medio de la quema de la cáscara de arroz, y se ha encontrado que tiene buenas características como material Puzolánico. Usar la ceniza de cascara de arroz es tan buena como la del humo de sílice, esto es debido a que la cascara de arroz contiene aproximadamente un 85% a un 95% en peso de sílice amorfa. La presencia de la sílice amorfa es buena como relleno parabeneficiar la interfaz de la zona de transición y elaborar un concreto más denso.

COMPOSICIÓN QUIMICA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ:

La cáscara de arroz fue recolectada de la Provincia del Santa del molino Zavaleta ubicado en el distrito de Santa. Dentro de los porcentajes más importantes de la composición química de la cascara de arroz se halla las cenizas, siendo la sílice la composición primordial que no sufre separacion al prequemarse, esto ayuda a que sea una combustión compleja continua. Pese a que la cascara es bastante empleada actualmente como fuente calorífica, necesita de mecanismos de aceleración para que se lleve a cabo una excelente combustión, entre ellos se cuenta los medios mecánicos que favorece lograr un bajo porcentaje de inquemados.

El mayor porcentaje de SiO_2 se muestra en el exocarpo de la cascara, mientras que el CO_2 es más abundante en el endocarpo de la misma.

Esta disposición reitera la función protectora de la sílice, cara externa de la cascara, y la función de sustrato o plantilla de la parte orgánica , donde se nuclea la fase inorgánica de la estructura.

TABLA N° 9: Composición Química de ceniza de cascarilla de arroz.

Oxide composition	Oxide content %
SiO ₂	90.18
Al ₂ O ₃	0.51
Fe ₂ O ₃	0.17
CaO	2.64
MgO	0.70
SO ₃	1.25
Loss On Ignition	2.30
Surface area (blaine method) M ² /Kg	97.75

Fuente: El análisis físico fue realizado por la fábrica de cemento Al-Kufa.

CONCEPTUALIZACION Y OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

VARIABLE DEPENDIENTE:

TABLA N°10: Operación de variable dependiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Resistencia del mortero convencional	Es el máximo esfuerzo que puede resistir un material bajo una carga de aplastamiento. (Juárez E. 2005).	Es el máximo esfuerzo que puede soportar un testigo de mortero bajo una carga; y que contempla los aspectos indicados en la norma N.T.P.	Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia de plan de tesis

VARIABLE INDEPENDIENTE:

TABLA N° 11: Operación de variable independiente

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Sustitución del cemento por un 5% cenizas de pata de mula y 10% de ceniza de cascara de arroz	Efecto de la sustitución de un porcentaje de cemento por la combinación de 5% ceniza de pata de mula y 10% por ceniza de cascara de arroz en el diseño de un mortero convencional.	5% ceniza de pata de mula y 10% por ceniza de cascara de arroz

Hipótesis

De acuerdo a lo mencionado, se represento de la siguiente hipótesis: Al sustituir el 5% de cenizas de pata de mula y 10% de ceniza de cascara de arroz incrementaría la resistencia compresión de un mortero convencional en la ciudad de Chimbote-2018.

Objetivos

A. Objetivo General:

Determinar la resistencia a compresión de un mortero sustituyendo un 15 % en peso de cemento por la combinación de ceniza activadas de cascara de arroz 5% y ceniza de cascara de arroz 10% en la ciudad de Chimbote – 2018.

B. Objetivos Específicos:

- Determinar la temperatura y tiempo óptimo de calcinación de los materiales mediante el ensayo de Análisis Térmico Diferencial.
- Caracterizar el grado de alcalinidad (ph) de la ceniza cascara de arroz y pata de mula.

- Determinar la composición química mediante la fluorescencia de rayos X de los materiales.
- Determinar la relación Agua/Cemento de las muestras experimentales.
- Determinar la resistencia a compresión de los morteros patrón y experimental a los 3, 7 y 28 días de curados y comparar resultados.
- Determinar la variación de la muestra patrón y experimental.

II. METODOLOGÍA

Tipo de investigación

- a) **Según el proceso:** Aplicada, ya que la investigación está orientada a lograr un nuevo conocimiento destinado a tratar soluciones a fin de conocer la resistencia a la compresión del mortero con sustitución del cemento por un 5% de ceniza de pata de mula y 10% de cenizas cascara de arroz.
- b) **En coherencia con el fin de la ciencia:** Explicativa, ya que los datos de la investigación se consiguen por resultados de los ensayos a realizar en el proceso de la investigación. Se emplea la experimentación.

Diseño de investigación

Es un diseño experimental del tipo en grupo al azar para la resistencia a la compresión del mortero en comparación a otro diseño de mortero experimental con sustitución cierta cantidad de cemento por cenizas cascara de arroz y pata de mula.

Siendo el tipo de diseño el siguiente:

TABLA N° 12: Esquema del diseño experimental

DÍAS DE CURADO	<i>“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE CEMENTO POR UNA COMBINACION POR 5% DE CENIZA DE PATA DE MULA Y 10% POR CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA RESISTENCIA DE UN MORTERO CONVENCIONAL.”</i>	
	Muestra Patrón (0%)	Combinación Cenizas de Pata de mula 5% + Cascara de arroz 10%
3		
7		
28		

Fuente: Elaboración propia de plan de tesis

La población está definida por el grupo de cubos de mortero con diseño capaz cumplir las condiciones de resistencias indicadas en el reglamento N.T.P.

Para la realización de las unidades de estudio (morteros) se usó las siguientes referencias:

- La Cascara de arroz del Valle de la Santa – Santa - Santa – Ancash.
- La Pata de mula de la playa el Dorado - Nuevo Chimbote-Santa – Ancash.
- La arena para el diseño de morteros se compró en la cantera “Ruben” (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”

Para este estudio se trabajará con una muestra de 18 cubos de morteros, 9 morteros sin sustitución y 9 morteros con sustitución del cemento por la combinación del 5% ceniza de pata de mula y 10% de ceniza de cascara de arroz.

TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION:

TABLA N°13: Técnicas de recolección de información

TÉCNICAS DE RE-COLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTO
Observación Científica	Guía de observación Resumen Fichas Técnicas de las pruebas a realizar (ver anexo)

Fuente: Elaboración propia de plan de tesis

Para esto utilizaremos como instrumento una guía de observación para registrar las resistencias de las probetas y fichas de laboratorio para los diversos ensayos de la resistencia a la compresión (ver anexos).

PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACION:

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

Para el análisis de los datos se aplicará los métodos estadísticos, tanto descriptivos como inferenciales para la presentación, descripción, análisis e interpretación de datos obtenidos en la observación por cada indicador ensayado. Los datos serán analizados con una tabla, gráfico, media, varianza, porcentajes y con una prueba de hipótesis anova.

METODOLOGIA DE TRABAJO:

Recolección de la Cascara de Arroz:

La cascara de arroz fue extraída del Valle del Santa, Provincia de Santa, Región Ancash la cual se encontró en buen estado.

Preparación de muestras para los análisis que determinara la temperatura y los componentes químicos de la cascara de arroz.

Para la cascara de arroz se empezó tamizando en un recipiente, retirando los residuos.

Se procede con el quemado de la cascara de arroz en una olla de barro, el contenido obtenido se triturara en mortero de madera para evitar su contaminación y tamizarlo a través de una malla organza de abertura de 0.149 mm.

El contenido se tamizará por la malla 0.0075mm, la cual será ensayada mediante un análisis térmico diferencial para determinar la temperatura de calcinación (ver figura N°5).

Después será calcinado a una temperatura y tiempo controlado, el producto final se tamizará por la malla 0.0075mm. La ceniza de cascara de arroz obtenido será some-

tida a un análisis de Fluorescencia de Rayos X para determinar su composición su contenido de sílice (ver figura N°6).

Activación de los precursores cementantes de la cascara de arroz

Pre quemar a cielo abierto en un revestimiento cerámico para evitar su contaminación y a la vez eliminar los humos de la carbonización, la cual será sometido a una calcinación con un temperatura controlada de 510°C por 2 hora a fin de convertir su contenidos de sílice en óxidos de silicio (SiO_2) que son activamente cementantes.

Recolección de la pata de mula:

La pata de mula fue extraída en la playa el Dorado, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia de Santa, Región Ancash la cual se encontró en buen estado.

Preparación de muestras para los análisis que determinara la temperatura y los componentes químicos de la pata de mula.

Para la pata de mula se empezó limpiando en un recipiente agua y escobilla de plástico, retirando los residuos orgánicos que quedaron dentro de la pata de mula.

Después será calcinado a una temperatura y tiempo controlado, el producto final se tamizará por la malla 0.0075mm. La ceniza de cascara de arroz obtenido será sometida a un análisis de Fluorescencia de Rayos X para determinar su composición su contenido de sílice (ver figura N°6).

Activación de los precursores cementantes de la cascara de arroz

Será sometido a una calcinación con una temperatura controlada de 800 ° C por 4 horas a fin de convertir sus contenidos de Calcio en óxidos de Calcio (CaO) que son activamente cementantes.

Utilizando la Norma Técnica Peruana.

Se procedió a la selección de las cantidades de los materiales usados para la mezcla de mortero, se calcularon las cantidades de cada componente que conforman la mezcla de mortero teniendo en cuenta la relación arena/cemento de 2.75 como indica la

NTP; así como la relación agua/cemento cumpla con los parámetros de la NTP estipulando el flujo ideal comprendido en un rango de $110\% \pm 5\%$ tanto del mortero patrón como del experimental. Finalmente se comparan las resistencias de los morteros patrones y experimentales obteniéndose un estimado del grado de activación cementante que han adquirido por la ceniza de cascara de arroz y la pata de mula.

III. RESULTADOS

Ensayo de Análisis Térmico Diferencial

Se determinó la temperatura óptima de calcinación. Mediante el Análisis Térmico Diferencial en el Laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo. El equipo utilizado fue un Analizador Térmico simultaneo TG_DTA_DSC Cap. Max.: 1600°C SetSys_Evolution. Se empleó una tasa de calentamiento de 20 °C/min, Gas de trabajo y flujo Nitrógeno 10 ml/min, el rango de trabajo de 25 a 1100 °C y una masa de muestra analizada de 14.5 mg.



Fig. N°05: Análisis Termo Gravimétrico de la cascara de con su respectiva cúspide de pérdida de masa.

Fuente: Resultado de ensayo de Análisis Térmico Diferencial - UNT

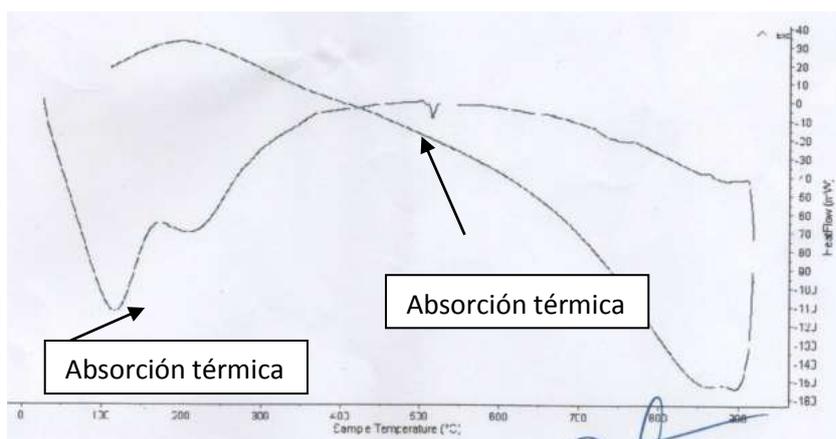


Fig. N°06: Análisis Calorimétrico de la cascara de arroz con su respectiva cúspide de cambio de fase.

Fuente: Resultados de ensayo de Análisis Térmico Diferencial - UNT

De acuerdo al DTA la cascara de arroz se calcino a 510°C y el tiempo de calcinación fue de 2 horas de acuerdo a la referencia de Al-kadhi. (2002).

Grado De Alcalinidad (Ph) de la ceniza de la cascara de arroz y pata de mula.

El grado de alcalinidad (pH) de la pata de mula, cascara de arroz y la combinación de estas junto al cemento, utilizando un potenciométrico, los resultados obtenidos realizados por el laboratorio COLECBI. S.A.C. son los siguientes:

TABLA N°14: Grado de alcalinidad (pH) de materiales.

<i>MUESTRA</i>	<i>ENSAYOS (PH)</i>
CEMENTO (C)	12.59
CENIZA DE PATA DE MULA (M)	12.60
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ (A)	11.35
85% CEMENTO +5 % CENIZA DE PATA DE MULA+ 10 % DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ	12.60

Fuente: Resultados del laboratorio COLECBI S.A.C

Composición Química de las Cenizas de Cascara de Arroz

Las cenizas de cascara de arroz, fue sometido a un Análisis por Fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía “EDX” 800 HS en el Laboratorio de Química de la Universidad Nacional de Ingeniería. Los componentes químicos de las cenizas de cascara de arroz calcinada se expresan por el contenido de óxidos, en porcentajes:

TABLA N°15: Composición química de las cenizas de cascara de arroz.

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADO (%)
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	70.848
Oxido de Potasio (K ₂ O)	24.684
Oxido de Calcio (CaO)	1.416
Pentoxido de Fosforo (P ₂ O ₅)	1.326
Trióxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	1.177
Oxido de Manganeso (MnO)	0.339
Óxido de Zinc (ZnO)	0.109
Trióxido de Azufre (SO ₃)	0.086
Óxido de Cobre (CuO)	0.015

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ciencias.

Composición Química de la Pata de Mula

La pata de mula, fue sometida a un Análisis por Fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía “EDX” 800 HS en el Laboratorio de Química de la Universidad Nacional de Ingeniería. Los componentes químicos de las cenizas de pata de mula calcinada se expresan por el contenido de óxidos, en porcentajes:

TABLA N°16: Composición química de la Pata de Mula.

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADO (%)
Oxido de Calcio (CaO)	99.627
Trióxido de Azufre (SO ₃)	0.195
Cloruro(Cl)	0.093
Trióxido de Hierro(Fe ₂ O ₃)	0.064

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ciencias.

Para el análisis de los materiales del mortero, se analizó las propiedades del agregado fino conformado por la arena de la cantera “Rubén”.

TABLA N°17: Propiedades física de la arena

PROPIEDADES	VALORES
Peso específico de masa	2.69
Peso unitario suelto	1536 Kg/m³
Peso unitario compactado	1676 kg/m³
Contenido de humedad	0.55%
Absorción	0.50%
Módulo de fineza	2.28

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ciencias.

La determinación de la fluidez del mortero patrón y experimental se realizó en base a la NTP 334.057(2011). Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Portland. Asimismo, el porcentaje de Fluidez del Mortero Experimental se calculó en base al porcentaje de Fluidez del Mortero Patrón.

TABLA N°18: Fluidez del Mortero

Descripción	Relación	D (cm)	Diámetros (cm)				Diámetro Promedio (cm)	% Fluidez
			D1	D2	D3	D4		
Patrón	0.64	10.16	21.6	21.30	21.0	21.1	21.25	109.15
Experimental (15%)	0.75	10.16	20.8	21.3	21.4	21.6	21.28	109.45

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, USP

Además se necesita la gradación para la mezcla de mortero, cuyo proceso de la arena para separar las partículas de acuerdo al número de mallas establecidas.

TABLA N°19: Requisitos de gradación para la elaboración de una tanda de mortero (3 cubos)

N° MA- LLAS	ARENA MANUFACTURADA			NTP. MORTEROS % PASA	
	PESOS RETENIDOS	% RETE- NIDO	% PASA	ARENA MANUFACTURADA	
# 4	0	0	100	100	
# 8	34.375	5	95	95	100
# 16	171.875	25	70	70	100
# 30	171.875	25	45	40	75
# 50	137.5	20	25	20	40
# 100	34.375	5	20	10	25
# 200	110	16	4	0	10
PLATO	27.5	4	-	-	-
TOTAL	687.5				

Fuente: Elaboración Propia

Luego para la elaboración de los especímenes de morteros patrón y experimental, se realizaron de acuerdo a las dosificaciones según la tabla TABLA N°21.

TABLA N°20: Dosificación de materiales para elaborar los especímenes patrón y experimental

Descripción	Relación		Agregado Fino	Aglomerante		
	Arena/Cemento	Agua / Cemento		Cemento	Cenizas cascara arroz y pata de mula	Agua
Patrón	2.75	0.64	687.5	250	0	160.00
Experimental	2.75	0.75	687.5	212.5	37.5	187.50

Fuente: Elaboración Propia

Se determinó el ensayo de resistencia a la compresión con la Máquina de ensayo Uniaxial TONI/TECHNICK, en el laboratorio de materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería - Lima, para morteros patrones y experimentales ensayados a los 3, 7 y 28 días.

Ensayo de Resistencia a Compresión Patrones

TABLA N°21: Ensayo de resistencia a compresión de morteros patrones (3 días)

Descripción	Área (cm ²)	Peso (gr)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)
PATRON 3D-n°1 (P1)	26	308.1	3662	141
PATRON 3D-n°2 (P2)	26.3	309.3	3582	136
PATRON 3D-n°3 (P3)	26.5	308.5	3794	143
Promedio				140 kg/cm²

Fuente: Ensayo de Resistencia a la compresión. LaboratorioN°1 de Ensayo de Materiales - UNI

TABLA N°22: Ensayo de resistencia a compresión de morteros patrones (7 días)

Descripción	Área (cm²)	Peso (gr)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)
PATRON 7D-n°4 (P4)	27	312.7	6624	245
PATRON 7D-n°5 (P5)	27	310.5	6734	249
PATRON 7D-n°6 (P6)	27	309.5	6969	258
Promedio				250.67 kg/cm²

Fuente: Ensayo de Resistencia a la compresión. LaboratorioN°1 de Ensayo de Materiales – UNI

TABLA N°23: Ensayo de resistencia a compresión de morteros patrones (28 días)

Descripción	Área (cm²)	Peso (gr)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)
PATRON 28D-n°7 (P7)	26.3	310.0	8649	329
PATRON 28D-n°8 (P8)	26.3	308.5	8513	324
PATRON 28D-n°9 (P9)	26.0	312.5	8500	327
Promedio				326.67 kg/cm²

Fuente: Ensayo de Resistencia a la compresión. LaboratorioN°1 de Ensayo de Materiales – UNI

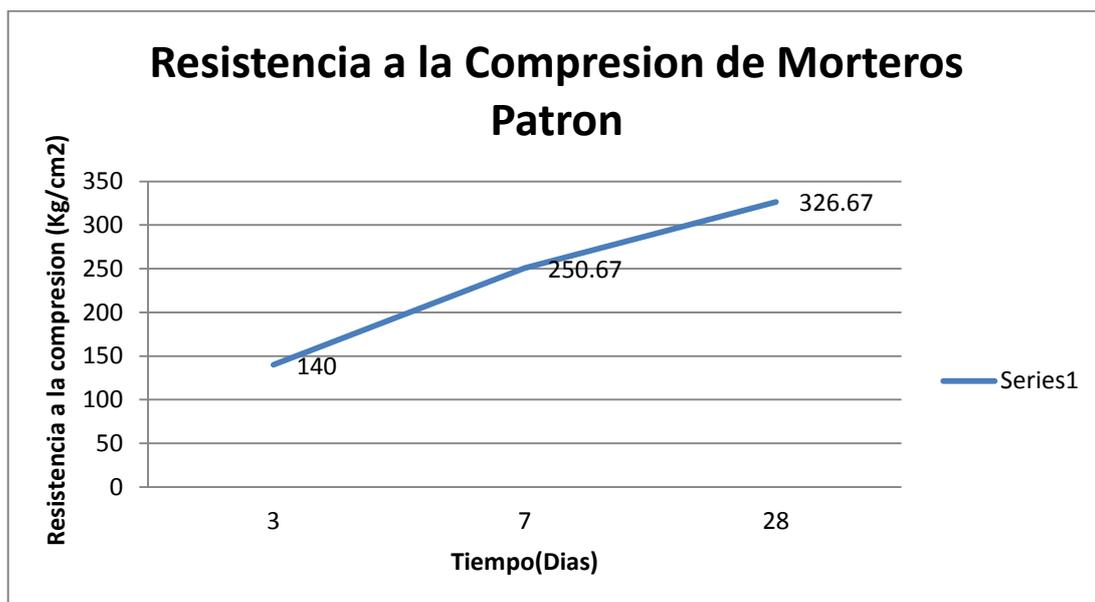


Fig. N°07: Curva de resistencia a compresión de morteros patrones.

Fuente: Elaboración Propia.

Ensayo de Resistencia a Compresión Experimental sustituyendo 15%

TABLA N°24: Ensayo de resistencia a compresión de morteros experimentales (3 días)

Descripción	Área (cm ²)	Peso (gr)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)
PATRON 3D-n°1 (E1) 15%	25.5	309.8	2629	103
PATRON 3D-n°2 (E2) 15%	25.5	308.5	2969	116
PATRON 3D-n°3 (E3) 15%	25.5	309.0	2600	102
Promedio				107 kg/cm²

Fuente: Ensayo de Resistencia a la compresión. LaboratorioN°1 de Ensayo de Materiales - UNI

TABLA N°25: Ensayo de resistencia a compresión de morteros experimentales (7 días)

Descripción	Área (cm²)	Peso (gr)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)
PATRON 7D-n°4 (E4) 15%	27	311.7	6624	215
PATRON 7D-n°5 (E5) 15%	27	312.5	6734	222
PATRON 7D-n°6 (E6) 15%	27	312.0	6969	218
Promedio				218.33 kg/cm²

Fuente: Ensayo de Resistencia a la compresión. LaboratorioN°1 de Ensayo de Materiales – UNI

TABLA N°26: Ensayo de resistencia a compresión de morteros experimentales (28 días)

Descripción	Área (cm²)	Peso (gr)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)
PATRON 28D-n°7 (E7) 15%	26.0	312.5	8138	310
PATRON 28D-n°8 (E8) 15%	26.0	313	8346	321
PATRON 28D-n°9 (E9) 15%	26.5	312.3	8295	313
Promedio				314.67 kg/cm²

Fuente: Ensayo de Resistencia a la compresión. LaboratorioN°1 de Ensayo de Materiales – UNI

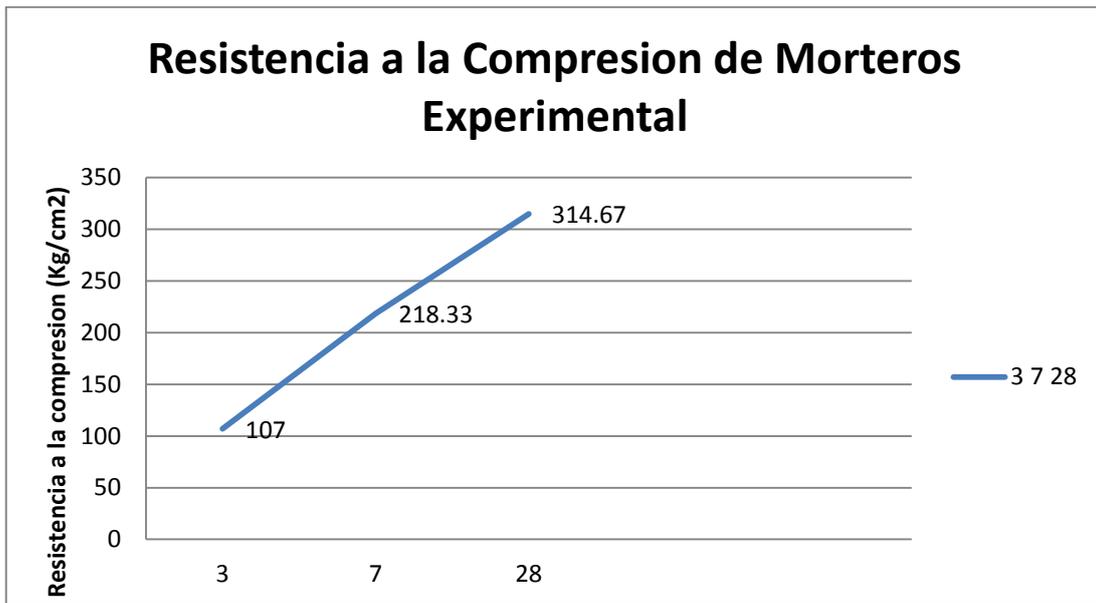


Fig. N°08: Curva de resistencia a compresión de morteros experimentales.

Fuente: Elaboración Propia.

De los resultados de las muestras del mortero patrón y experimental de 15% se evaluó de acuerdo a la Norma ASTM C670, en donde nos indica el coeficiente de variación y el rango de aceptación para ver si se encuentra dentro de lo permisible, lo cual indica según TABLA N° 37 y 38.

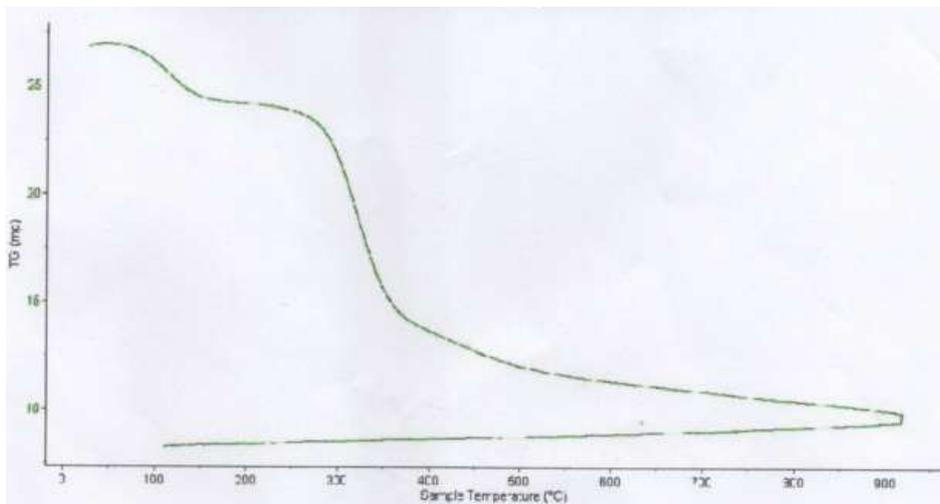


Fig. N° 09: ANÁLISIS TERMO GRAVIMÉTRICO DE CENIZA DE CASCA-RA DE ARROZ

Fuente: Laboratorio de polímeros de la UNT.

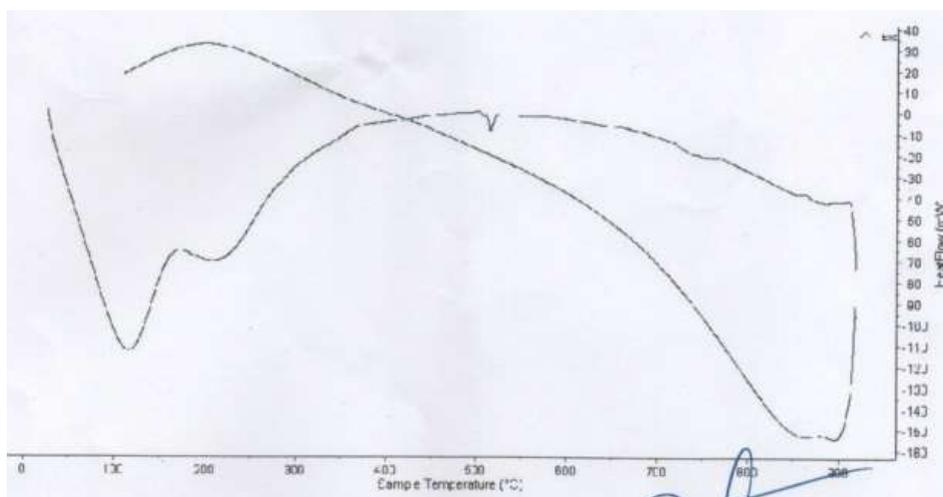


Fig. N° 10: CURVA CALORIMÉTRICA DSC DE CASCARA DE ARROZ

Fuente: Laboratorio de polímeros de la UNT.

Analizador térmico simultáneo TG, DTA, DSC cap. Max. 1600°C SetSys Evolución.

**TABLA N° 27: ANALISIS DE LA COMPOSICION QUIMICA DE LAS CE-
NIZAS DE LA CASCARA DE ARROZ EXPRESADA EN OXIDOS**

COMPOSICION QUIMICA	%
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	70.848
Oxido de Potasio (K ₂ O)	24.684
Oxido de Calcio (CaO)	1.416
Pentóxido de Fosforo (P ₂ O ₅)	1.326
Trióxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	1.177
Oxido de Manganeso (MnO)	0.339
Oxido de Zinc (ZnO)	0.109
Trióxido de Azufre (SO ₃)	0.086
Óxido de Cobre (CuO)	0.015

Fuente: Labicer, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ciencias.

ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X SHIMADZU “EDX” 800 HS Este equipo emplea una técnica de análisis no destructivo permitiendo la medida de una amplia variedad de tipos de muestras (sólidas, polvos, líquidos y films). La espectrometría de fluorescencia de rayos-X consiste en analizar la radiación X característica generada por una muestra al ser ésta irradiada con rayos-X emitido desde un tubo de rayos X, esta información es única para cada tipo de elemento químico detectado. El equipo EDX-800HS permite una alta resolución espectral con su detector de Si (Li), siendo detectados, en un barrido completo, elementos desde el sodio (Na) al Uranio (U) con un límite de detección de 0.002% (20ppm) en un tiempo estimado de 200 segundos por cada muestra, siendo el porcentaje de error del equipo ± 0.02 .

TABLA N° 28: PH DEL CEMENTO Y DE LAS CENIZAS DE PATA DE MULA Y CASCARA DE ARROZ

MUESTRA	PH
CEMENTO	12.59
CENIZA DE PATA DE MULA	12.60
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ	11.35
85% CEMENTO +5 % CENIZA DE PATA DE MULA+10 % DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ	12.60

TABLA N°29: FLUIDEZ DEL MORTERO PATRÓN Y EXPERIMENTAL

Descripción	Relación	D (cm)	Diámetros (cm)				Diámetro Promedio (cm)	%Flujo
			D1	D2	D3	D4		
Patrón	0.64	10.16	21.6	21.30	21.0	21.1	21.25	109.15
Experimental	0.75	10.16	20.8	21.3	21.4	21.6	21.28	109.45

TABLA N°30: PROPORCIÓN DE MATERIALES UTILIZADO PARA ELABORAR LOS ESPECÍMENES.

Descripción	Relación		Agregado Fino	Aglomerante		Agua
	Arena/Cemento	Agua / Cemento		Cemento	Cenizas de cascara de arroz y pata de mula	
Patrón	2.75	0.64	687.5	250	0	160.00
Experimental	2.75	0.75	687.5	212.5	37.5	187.50

TABLA N°31: REQUISITOS FÍSICOS DE GRADACIÓN PARA EL CÁLCULO DE LA FLUIDEZ

N° MALLAS	ARENA MANUFACTURADA			NTP. MORTEROS % PASA	
	PESOS RETENIDO	% RETENIDO	% PASA	ARENA MANUFACTURADA	
# 4	0	0	100	100	
# 8	24.75	5	95	95	100
# 16	123.75	25	70	70	100
# 30	123.75	25	45	40	75
# 50	99	20	25	20	40
# 100	24.75	5	20	10	25
# 200	79.2	16	4	0	10
PLATO	19.8	4	-	-	-
TOTAL	495				

**TABLA N° 32: REQUISITOS FÍSICOS DE GRADACIÓN PARA ELABORAR
LOS ESPECÍMENES.**

N° MA- LLAS	ARENA MANUFACTURADA			NTP. MORTEROS % PASA	
	PESOS RETENI- DO	% RE- TENIDO	% PA- SA	ARENA MANUFACTURADA	
# 4	0	0	100	100	
# 8	34.375	5	95	95	100
# 16	171.875	25	70	70	100
# 30	171.875	25	45	40	75
# 50	137.5	20	25	20	40
# 100	34.375	5	20	10	25
# 200	110	16	4	0	10
PLATO	27.5	4	-	-	-
TOTAL	687.5				

**TABLA N° 33: PROPORCIONES DE MATERIAL REQUERIDO PARA
MORTERO**

MATERIALES	N° DE ESPECÍMENES		
	6	9	3
CEMENTO , g	500	740	250
ARENA, g	1375	2035	687.5

Para elaborar el mortero patrón se realizaron en tres tandas para obtener las 9 muestras de mortero para ser ensayadas a 3, 7 y 28 días

RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO PATRÓN

La relación agua cemento para el mortero según la NTP 399.607 se debe determinar teniendo en cuenta la fluidez del mortero, utilizando la mesa de flujo.

La NTP 334.051: 2013 especifica que la relación arena /cemento debe ser igual a 2.75, así mismo se debe buscar una relación agua / cemento de tal manera que la fluidez se encuentre en un rango 105 y 115 %.

Teniendo en cuenta estos criterios consideré los siguientes datos para el mortero patrón:

Cemento =250 gr

Arena = 250*2.75 = 687.5 gr

Agua =250*0.64 = 160 gr (a/c = 0.64)

Las proporciones de los tamices deben cumplir las especificaciones de la NTP 399.607 que indica que la malla N° 04 debe pasar el 100% del agregado y que en dos tamices consecutivos no debe de retener más del 50% del material y en las mallas 50 y 100 no deben retener más del 25% del total.

CÁLCULO DE LA FLUIDEZ DEL MORTERO PATRÓN

Se obtuvo como medidas en la mesa de flujo:

M1=21.6 cm

M2=21.3 cm

M3=21.0 cm

M4=21.1 cm

Cuyo promedio resultó: $M = 21.28$ cm

Con lo que podemos calcular la fluidez, reemplazando en:

$$FL = \frac{M - 10.16}{10.16} * 100$$

Obteniendo una fluidez de 109.15 %, estando dentro del rango que menciona la norma.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO EXPERIMENTAL

Teniendo en cuenta los mismos criterios anteriores consideré los siguientes datos para el mortero experimental:

85% Cemento + 5% Cenizas de pata de mula + 10% de Ceniza de cascara de arroz
=212.5 gr + 12.5gr +25gr = 250 gr

Arena = $250 * 2.75 = 687.5$ gr

Agua = $250 * 0.75 = 187.5$ gr (a/c = 0.75)

CÁLCULO DE LA FLUIDEZ DEL MORTERO EXPERIMENTAL

Se obtuvo como medidas en la mesa de flujo:

M1=20.8 cm

M2=21.3 cm

M3=21.4 cm

M4=21.6 cm

Cuyo promedio resultó: $M = 21.28$ cm

Con lo que podemos calcular la fluidez, reemplazando en:

$$FL = \frac{M - 10.16}{10.16} * 100$$

Obteniendo una fluidez de 109.45 %, estando dentro del rango que menciona la norma.

La adición de las cenizas de pata de mula y cascara de arroz disminuyó la trabajabilidad de los morteros experimentales con respecto al mortero patrón.

REALIZACIÓN DE LOS ESPECÍMENES DE MORTERO PATRÓN

Los especímenes de mortero patrón se realizaron por tandas para tres especímenes.

La NTP 334.051: 2013 especifica que la relación arena /cemento debe ser igual a 2.75, así mismo se debe buscar una relación agua / cemento es igual a 0.64.

Teniendo en cuenta estos criterios consideré los siguientes datos para el mortero patrón:

$$\text{ARENA} = 250 * 2.75 = 687.5 \text{ gr}$$

$$\text{AGUA} = 250 * 0.64 = 160 \text{ gr}$$

$$\text{CEMENTO} = 250 \text{ gr}$$

$$\text{FLUIDEZ} = 109.15 \%$$

REALIZACIÓN DE LOS ESPECÍMENES DE MORTERO EXPERIMENTAL

Los especímenes de mortero experimental se realizaron por tandas para tres especímenes, aplicando los mismos criterios del mortero patrón.

Teniendo en cuenta estos criterios consideré los siguientes datos para el mortero experimental:

$$\text{ARENA} = 250 * 2.75 = 687.5 \text{ gr}$$

$$\text{AGUA} = 250 * 0.72 = 180.0 \text{ gr}$$

$$85\% \text{ CEMENTO} + 5\% \text{ cenizas de pata de mula} + 10\% \text{ de ceniza de cascara de arroz} \\ = 225 \text{ gr} + 25 \text{ gr} = 250 \text{ gr}$$

$$\text{FLUIDEZ} = 109.45 \%$$

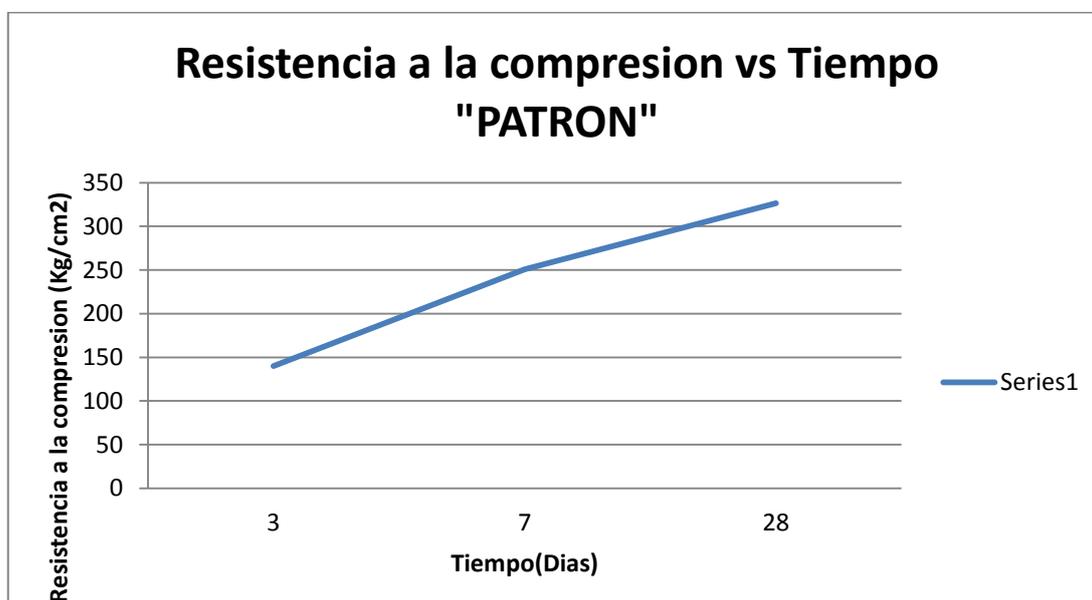
Para elaborara el mortero experimental se realizaron en tres tandas para obtener las 9 muestras de mortero para ser ensayadas a 3, 7 y 28 días.

**TABLA N° 34 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2)
OBTENIDAS SEGÚN PROBETAS PATRON**

	PATRON		
	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
PROM	141	245	329
	136	249	324
	143	258	327
	140	250.67	326.67

Fuente: Prueba de Resistencia a la Compresión. Laboratorio N°01 de Ensayo de Materiales de la Univ. Nacional de Ingeniería.(UNI-LEM)

Fig. N° 11: PATRON RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2) VS EDAD



**TABLA N° 35: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2)
OBTENIDAS EN MORTERO EXPERIMENTAL AL 15% (5% PATA DE
MULA Y 10% CASCARA DE ARROZ**

	EXPERIMENTAL AL 15%		
	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
PROM	103	215	310
	116	222	321
	102	218	313
	107	218.33	314.67

Fuente: Prueba de Resistencia a la Compresión. Laboratorio N°01 de Ensayo de Materiales de la Univ. Nacional de Ingeniería.(UNI-LEM).

Fig. N° 12: EXPERIMENTAL RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2) VS EDAD

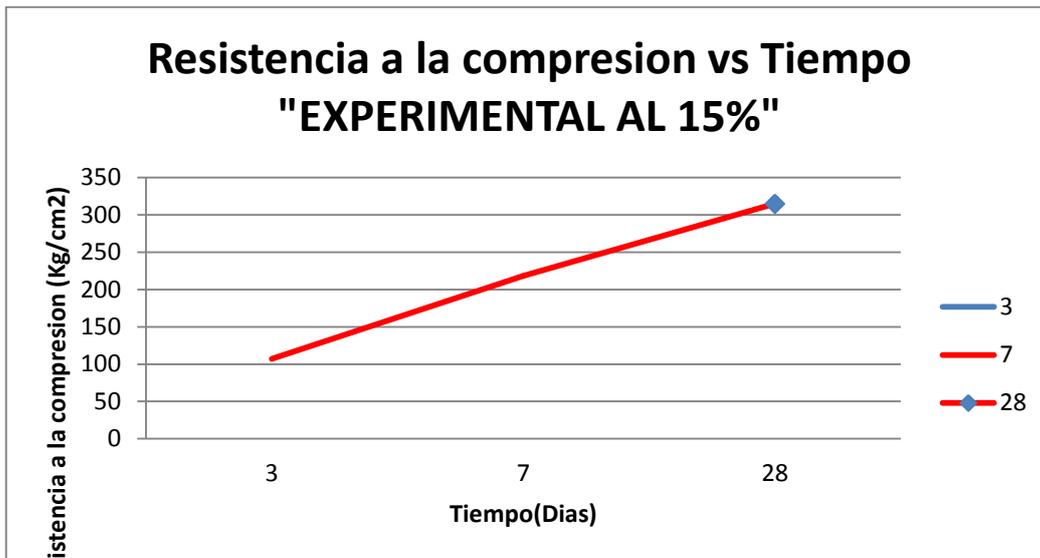


TABLA N° 36: CALCULO DE COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y RANGO DE ACEPTACIÓN DE MORTEROS PATRÓN

Tiempo curado	Tipo Muestra (% sustitucion)	Especimen	Resistencia (kg/cm2)	Resistencia promedio (kg/cm2)	Porcentajes	Desviacion estandar por tanda (3 esp.)	Rango de dispersion (%)	Coeficiente de variacion cv (%)	Norma ASTM C 670	
									Coeficiente de variacion cv (%)	Rango de aceptación d2s%
3 Días	Patrón	P - 1	141.0	140.00	42.86%	3.61	5.15	2.6	3.9	10.9
		P - 2	136.0							
		P - 3	143.0							
7 Días	Patrón	P - 4	245.0	250.67	76.73%	6.66	5.31	2.7	3.9	10.9
		P - 5	249.0							
		P - 6	258.0							
28 Días	Patrón	P - 7	329.0	326.67	100.00%	2.52	1.54	0.8	3.8	10.6
		P - 8	324.0							
		P - 9	327.0							

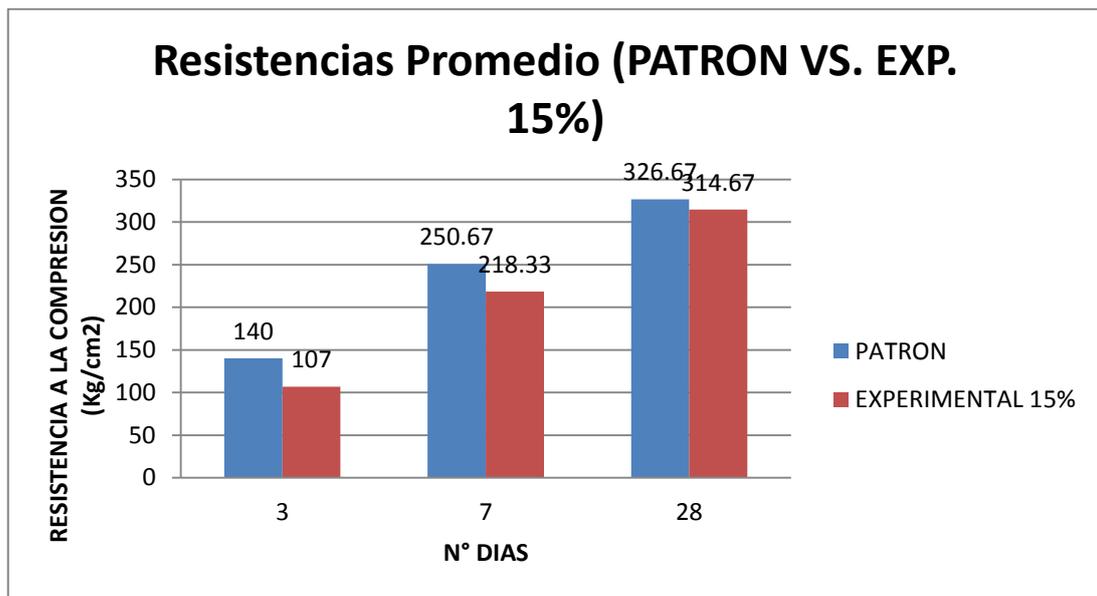
TABLA N° 37: CALCULO DE COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y RANGO DE ACEPTACIÓN DE MORTEROS EXPERIMENTAL 15%

N° Días	Tipo Muestra	Espé- cimen	Resistencia (kg/cm2)	Resisten- cia pro- medio (kg/cm2)	Porcenta- jes	Desvia- ción estándar por tanda (3 esp.)	Rango de dispersión (%)	Coeficien- te de variación cv (%)	Norma ASTM C 670	
									Coeficien- te de variación cv (%)	Rango de acepta- ción d2s%
3 Días	Exp. 15%	E - 1	103.0	107.00	32.76%	7.81	13.73	7.3	3.9	10.9
		E - 2	116.0							
		E - 3	102.0							
7 Días	Exp. 15%	E - 4	215.0	218.33	66.84%	3.51	3.26	1.6	3.8	10.6
		E - 5	222.0							
		E - 6	218.0							
28 Días	Exp. 15%	E - 7	310.0	314.67	96.33%	5.69	3.55	1.8	3.8	10.6
		E - 8	321.0							
		E - 9	313.0							

TABLA N° 38: RESISTENCIA A LA COMPRESION PATRON VS EXPERIMENTAL 15% (5% PATA DE MULA Y 10% CASCARA DE ARROZ)

EDAD	3 DIAS		7 DIAS		28 DIAS		
	MORTERO	PATRON	EXP. 15%	PATRON	EXP. 15%	PATRON	EXP. 15%
M1		141	103	245	215	329	310
M2		136	116	249	222	324	321
M3		143	102	258	218	327	313
PROM(KG/CM2)		140	107	250.67	218.33	326.67	314.67

Fig. N°39: RESISTENCIA A LA COMPRESION PATRON VS EXPERIMENTAL 15% (5% PATA DE MULA Y 10% CASCARA DE ARROZ)



IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Temperatura de calcinación

La temperatura de calcinación de Cáscara de Arroz, resultó ser de 510° C, la cual es cercana a la encontrada en el antecedentes, en donde Al-kadhi (2002), obtuvieron una temperatura de calcinación de la cascara de arroz de 550° C. Por lo tanto se pudo observar una leve variación respecto al antecedente en la temperatura de calcinación, siendo de 40° C, lo cual se debió al lavado minucioso que se le dio a las cáscaras de arroz para esta investigación.

Y además esta ceniza de cascara de arroz al ser previamente calcinada en olla de barro, se aseguró la casi total pérdida de dióxido de carbono.

La temperatura de calcinación de la Ceniza de Pata de Mula es de 800° C, la cual está dentro del rango de 750° C a 1000° C proporcionado por Achanai B. (2013), con lo cual se garantizó que las partículas de la Ceniza de Pata de Mula sean amorfas (no se transformaron en cristalinas). Por otro lado la reducción de masa por calcinación de la pata de mula resultó ser un 29% de su masa inicial. Y además esta ceniza de pata de mula al ser previamente calcinada en olla de barro, se aseguró la casi total pérdida de dióxido de carbono.

Composición química

Según la Fluorescencia de rayos – X dispersiva en energía (FRXDE), en la composición química de la Ceniza de Cáscara de Arroz calcinada a 510° C por 2 horas, se encontró un 70.848% de SiO₂ según su % de masa. El incremento en SiO₂ en la Ceniza de cascara de arroz analizada en esta investigación, se debe a la minuciosa limpieza y extracción de residuos, así como la temperatura de calcinación dentro del rango de 430° C a 700° C, manteniendo su forma amorfa. Por otro lado se encontró 24.684% K₂O según su % de masa en la Cascara de arroz, este incremento en el K₂O se debe al mayor uso de pesticidas, debido a la aparición de plagas producto de las lluvias torrenciales en el norte del país. Se deduce que este elemento dañino si afectará al mortero, puesto que su presencia es alta.

Según la Fluorescencia de rayos – X dispersiva en energía (FRXDE), en la composición química de la ceniza de pata de mula calcinada a 800 ° C por 4 horas, se encon-

tró un 99.627% de CaO según su % de masa. Mientras que Achanai Buasri, encontró 97.529% de CaO en la ceniza de pata de mula, el incremento en CaO en la ceniza de pata de mula analizada en esta investigación, se debe al minucioso lavado y extracción de los residuos orgánicos de la pata de mula.

Grado de alcalinidad (PH)

Se determinó que la ceniza de cascara de arroz posee un PH de 11.35, y que la ceniza de pata de mula posee un PH de 12.60, y mientras que la sustitución del cemento por la combinación del 5% de ceniza de pata de mula y 10% de ceniza de cascara de arroz resultó poseer un PH de 12.60. De esta manera se pudo demostrar que la combinación de ceniza de pata de mula y ceniza de cascara de arroz tiene la capacidad de incrementar el PH del cemento de Moderadamente Alcalino a Muy Alcalino.

Relación agua – cemento (A/C) y fluidez del mortero

En esta investigación se comprobó que la ceniza de pata de mula en combinación con la Ceniza de cascara de arroz, disminuyeron la consistencia, es decir incremento la cantidad de agua necesaria para lograr la consistencia del mortero patrón.

De esta manera la A/C en el Mortero Experimental es de 0.75, resultado mayor a la del Mortero Patrón de 0.64. Con lo que se deduce que la combinación de ceniza de pata de mula y ceniza de cascara de arroz, absorben ligeramente más agua que el Composición Química del Cemento Portland Tipo I. Esta absorción de agua se debe a la forma amorfa de la Ceniza de Cascara de arroz y también a la finura que posee la combinación, ya que se tamizó por el tamiz N° 200, mientras que el cemento industrial, se fabrica con una finura pasante al Tamiz N° 325.

Resistencia a la compresión

De los resultados obtenidos de la prueba a compresión, se registraron los datos de resistencia promedio a compresión en los morteros patrón y experimental:

Resumen de las resistencias promedios (Kg/Cm2)

Muestras Patrón:

- A la edad de 3 días alcanzo una resistencia promedio de 140 Kg/Cm2.
- A la edad de 7 días alcanzo una resistencia promedio de 250.67 Kg/Cm2.
- A la edad de 28 días alcanzo una resistencia promedio de 326.67 Kg/Cm2.

Experimental 15%:

- A la edad de 3 días alcanzo una resistencia promedio de 107 Kg/Cm2.
- A la edad de 7 días alcanzo una resistencia promedio de 326.67 Kg/Cm2.
- A la edad de 28 días alcanzo una resistencia promedio de 314.67 Kg/Cm2.

En esta investigación, la Resistencia Promedio a los 3 días de edad, se pudo observar que el Mortero Experimental al 10% con 107 kg/cm², no superan al Mortero Patrón con 140 kg/cm². También en la Resistencia Promedio a los 7 días de edad, se pudo observar que el Mortero Experimental al 10% con 250.67 kg/cm², no superan al Mortero Patrón con 326.67 kg/cm². Y en la Resistencia Promedio a los 28 días de edad, se pudo observar que el Mortero Experimental al 15% con 326.67 kg/cm², no superan al Mortero Patrón con 314.67 kg/cm².

Es así que se puede afirmar que el porcentaje de sustitución no fue el adecuado y debido a la presencia alta de Oxido de Potasio en la cascara de arroz afecto en la resistencia a la compresión. También se observó que hubo un gran incremento en la resistencia final del mortero experimental. Además se observó que a los 28 días de edad la resistencia a la compresión en los morteros experimentales, son similares a la del mortero patrón. Con lo cual la combinación de Ceniza de pata de mula y Ceniza de cascara de arroz se actúa como un conglomerante de alta resistencia final.

V. CONCLUSIONES

Calcinando la cenizas de cascara de arroz a 510°C por 2 horas y la pata de mula a 800°C por 4 horas; y moliéndolas ambas a 0.0075 mm se alcanzaron los siguientes niveles de activación: 99.63% de óxido de calcio para la ceniza de pata de mula y para las cenizas de la cascara de arroz se obtuvieron 70.848% de dióxido de silicio. Dichos porcentajes de activación le otorgaron a estos materiales una capacidad cementante.

Analizando la composición química de las cenizas de la cascara de arroz se muestra un alto potencial como puzolana por el contenido de óxido de sílice y calcio, así como también un considerado contenido de óxido de potasio 24.68% lo cual es perjudicial para la mezcla de mortero pudiendo provocar agrietamientos, así como también falta de solidez en el mortero.

La alta reactividad de los materiales a usarse en el proyecto (ceniza de cascara de arroz y ceniza de cascara de arroz), como se muestra en los resultados de Ph. Lo cual género que la combinación de ambos materiales al estar en contacto con el agua y cemento alcance un Ph altamente reactivo de 12.60, convirtiéndolo en un material alcalino.

Al sustituir la combinación de un 5% de ceniza de cascara de arroz y 10% de cenizas de cascara de arroz por el cemento en la mezcla del mortero, no superó la resistencia del concreto patrón alcanzando solo el 96.32% de su resistencia a los 28 días de curado.

VI. RECOMENDACIONES

Al activar los materiales tener cuidado en no contaminar la muestra para de este modo no alterarla porque sería perjudicial para los resultados que deseamos obtener.

Reducir el óxido de potasio en las cenizas de la cascara de arroz antes de ser utilizada, a través de lixiviación del material (lavado) antes de iniciar el proceso de quemado para de este modo eliminar este componente que perjudica las características de nuestro concreto.

Se recomienda la utilización de ambos materiales para la elaboración de estructuras de baja resistencia debido a que cuentan con un pH alcalino de esta forma se lograrán mezclas más aglomerantes.

Debido que en la composición química de la cenizas de la cascara de arroz presenta un porcentaje de potasio, se advierte precaución con la $r = a/c +$ combinación ceniza de pata de mula y ceniza de cascara de arroz.

Se recomienda la utilización del mortero para reparación de cangrejeras en estructuras ya que son de alta resistencia.

Para comprobar que ambos materiales ganan resistencia, se recomienda evaluar la sustitución a edades mayores a los 28 días para determinar en cuanto se aproxima la resistencia del mortero experimental con respecto al patrón.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achanai Buasri, et al., (2013). *Óxido de calcio derivado de residuos de conchas de mejillón, berberechos y vieiras como el catalizador heterogéneo para la producción de biodiesel*. Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales, Facultad de Ingeniería y Tecnología Industrial, Universidad de Silpakorn, Tailandia. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.093>
- Camargo, P(2017). Concreto hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla del arroz. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27 (1), pp. 91-109, Recuperado de <http://dx.doi.org/10.18359/rcin.1907> pag.93
- Díaz, A. & Ortlieb, L.(1993) .El fenómeno “El Niño” y los moluscos de la Costa Peruana. *Bulletin de l’Institut Français de l’études andines*, 22: 159-177.Recuperado de <http://www.ifea.org.pe/libreria/bulletin/1993/pdf/159.pdf>
- Méndez, R. (2009) *Diseño de tejas de tejas prefabricadas de bajo coste que incorporan residuos industriales de carácter puzolanico para uso en países en vías de desarrollo*. Aplicación al caso de Cali, Tesis de Titulo. Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14347/1/2015_elaboraci%C3%B3n_tejas_residuos_.pdf
- Michelle Q. (2012). *Diseño de un sistema de depuración para concha prieta usando ácido láctico como agente antimicrobiano*. Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/20890/1/Dise%C3%B1o%20de%20un%20Sistema%20de%20Depuraci%C3%B3n%20para%20Concha%20Prieta%20usando%20Acido%20L%C3%A1ctico%20como%20Agente%20Antimicrobiano.pdf>

- Ordoñez, B. (2007). *Reutilización de la Ceniza de Cáscara de Arroz como material de Construcción: Valorización y Optimización de sus Propiedades Puzolánicas*. Tesis Doctoral. Lizán. Recuperado de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/807/1/TTMA5.pdf>
- Ortiz G. (2011). *Biología reproductiva de la “concha corazón” Trachycardium procerum de Chimbote, Perú – Laboratorio de Ecofisiología Animal, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática*. Universidad Nacional Federico Villarreal. Perú. Recuperado de <http://revistas.unfv.edu.pe/index.php/rtb/article/view/484>.
- Ospina, M. (2009) Modificación de la morfología de la ceniza de cascarilla de arroz por molienda de alta energía y sus efectos en las propiedades geológicas de pasta de cemento portland adicionadas. *Suplemento de Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 2, 577-584.
- Pellegrini, M. (2014) *Durabilidad de morteros con reemplazos de ceniza de cascarilla de arroz y nano-SiO₂*. Tesis de doctorado de materiales. pag. 74. Recuperado de https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/simple-search?query=&filter_field_1=dateIssued&filter_type_1>equals&filter_value_1=%5B2010+TO+2018%5D&sort_by=score&order=desc&rpp=10&etal=0&start=20.
- Santillán, V. (2014) Actividad puzolánica de cenizas de cascara de arroz. Estudio de factibilidad en el empleo como adición para el cemento. *Centro de Investigación y Desarrollo para la Construcción y la Vivienda-CECOVI*, Facultad Regional Santa Fe, UTN. Recuperado de http://polired.upm.es/index.php/anales_de_edificacion/article/view/3914/4015.
- Vásquez, R. & Bach, P. (2000). *Las cenizas de cáscara de arroz; adición puzolánica en cemento y concreto*. Universidad de Piura. Piura, Perú. Recuperado de

https://www.researchgate.net/publication/313582893_Concreto_hidraulico_modificado_con_silice_obtenida_de_la_cascarilla_del_arroz/fulltext/5a195955a6fdcc50ade800d5/Concreto-hidraulico-modificado-con-silice-obtenida-de-la-cascarilla-del-arroz.pdf

VIII. AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme seguir dando pasos firmes en mi vida y poder culminar esta etapa cumpliendo así una de mis metas.

A mi Madre Ruth Selmira Rodriguez Rebaza . mi primer amor, por confiar siempre en mí, por brindarme su apoyo incondicional, pero principalmente su amor y consejos, mi motor y motivo para poder llegar a cumplir esta meta.

A mi Hermana Shirley Nataly Villanuev Rodriguez por ser parte de mi motivación y permitirme ser más que su hermano, un amigo al que permite compartir momentos importantes en su vida, además del gran amor de hermanos que compartimos.

A mi Abuelo Isaias Rodriguez Vargas por darme enseñanzas y ser un ejemplo de personas brindándome su amor, afecto y apoyo incondicional.

A mi Abuelita Devora Zoraida Rebaza Alcantara siempre está cuidándome y siendo mi guía; lo estoy logrando Mamá. “Quienes se llevan en el corazón, jamás descienden del sentimiento”.

A Brenda Cerna Barrionuevo por brindarme su tiempo, apoyo, confianza, motivación y gran amor para poder cumplir esta meta importante en mi vida, lo estamos logrando juntos .

A mi pequeño hijo Fabio Nicolas Villanueva Cerna , porque su llegada nos hizo ver la vida de una manera diferente y nos llena de alegría día a día.

A mis tios, primos y familiares ,sin ustedes no tendria idea de cual es el objetivo de la vida.

A todas y cada una de las personas que he conocido y sigo conociendo, sea para bien o para mal, cada una de ellas me han compartido y comparten enseñanzas en cada pasaje de lo que va de mi desarrollo como persona, porque lo bueno no es fácil y nunca lo será.

IX. ANEXOS

ANEXO N°01



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

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

Pág. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 01212-17

SOLICITADO POR : VILLANUEVA RODRIGUEZ JULIO.
DIRECCIÓN : Jr. Amazonas Mz. L Lote 13A Miraflores Alto Chimbote
PRODUCTO DECLARADO : VARIOS.
CANTIDAD DE MUESTRA : 04 muestras x 10g c/u Aprox.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de plástico cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017-05-06
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2017-05-06
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2017-05-07
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Físico Químico
CÓDIGO COLECBI : SS 001702-17

5-05

RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYOS
	pH
Cemento Tipo I (A)	12,50
Pata de Mula Calcinada (B)	12,60
Cenizas de Cascara de Altoz (C)	11,30
Mezcla (85% A, 5% B Y 10% C)	12,60

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, Junio 07 del 2017.

DVY/jms

X 
Denis M. Vargas Yepéz
Jefe de Laboratorio
Físico Químico
COLECBI S.A.C.

ENSAYOS DE ALCALINIDAD PH, DE LOS MATERIALES.

ANEXO N°02

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

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

Center for Engineering and Technology



Association Board for Engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : VILLANUEVA RODRIGUEZ JULIO ISAIAS
 Obra : EFECTO DE LA SUSTITUCION DE CEMENTO POR UNA COMBINACION DE 5% DE CENIZA DE PATA DE MULA Y 10 % DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LA RESISTENCIA DE UN MORTERO CONVENCIONAL
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
 Expediente N° : 17-2498
 Recibo N° : 56554
 Fecha de emisión : 08/08/2017

- 1.0. DE LA MUESTRA : Especímenes cúbicos de Mortero.
 2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo versa tester ELE-INTERNATIONAL Certificado de Calibración CMC-119-2016
 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 DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)
1	3 DIAS - E1	05/08/2017	08/08/2017	25.5	2,629	103
2	3 DIAS - E2	05/08/2017	08/08/2017	25.5	2,969	116
3	3 DIAS - E3	05/08/2017	08/08/2017	25.5	2,600	102
4	28 DIAS - P1	12/07/2017	08/08/2017	26.3	8,649	329
5	28 DIAS - P2	12/07/2017	08/08/2017	26.3	8,513	324
6	28 DIAS - P3	12/07/2017	08/08/2017	26.0	8,500	327
7	28 DIAS - E1	12/07/2017	08/08/2017	26.0	8,138	310
8	28 DIAS - E2	12/07/2017	08/08/2017	26.0	8,346	321
9	28 DIAS - E3	12/07/2017	08/08/2017	26.5	8,295	313
10	3 DIAS - P1	04/08/2017	07/08/2017	26.0	3,662	141
11	3 DIAS - P2	04/08/2017	07/08/2017	26.3	3,582	136
12	3 DIAS - P3	04/08/2017	07/08/2017	26.5	3,794	143

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

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. E.G.V.



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 coordinadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 306

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 ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : VILLANUEVA RODRIGUEZ JULIO ISAIAS
 Obra : EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE CEMENTO POR UNQA COMBINACIÓN DE 5% DE CENIZA DE PATA DE MULA Y 10% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LA RESISTENCIA DE UN MORTERO CONVENCIONAL
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
 Expediente N° : 17-2498
 Recibo N° : 56554
 Fecha de emisión : 11/08/2017

- 1.0. DE LA MUESTRA : Especímenes cúbicos de Grout.
 2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo versa tester ELE-INTERNATIONAL
 Certificado de Calibración CMC-119-2016
 3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 334.051:2013.

4.0. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
1	7 DÍAS - P1	04/08/2017	11/08/2017	27.0	6,624	245
2	7 DÍAS - P2	04/08/2017	11/08/2017	27.0	6,734	249
3	7 DÍAS - P3	04/08/2017	11/08/2017	27.0	6,969	258
4	7 DÍAS - E1	04/08/2017	11/08/2017	26.5	5,698	215
5	7 DÍAS - E2	04/08/2017	11/08/2017	26.5	5,883	222
6	7 DÍAS - E3	04/08/2017	11/08/2017	26.3	5,733	218

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

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. E.G.V.



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: 306

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



ANEXO N°03

ENSAYOS DE COMPOSICION QUIMICA DE LOS MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS
LABICER (Laboratorio N° 12)
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME TÉCNICO N° 0946 – 17 – LAB. 12

1. DATOS DEL SOLICITANTE
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : JULIO ISAIAS VILLANUEVA RODRIGUEZ
 - 1.2 D.N.I : 70443868

2. CRONOGRAMA DE FECHAS
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 22 / 06 / 2017
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 28 / 06 / 2017
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 06 / 07 / 2017

3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA

4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA
 - 4.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ
 - 4.2 TÍTULO DE LA TESIS : EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO POR UNA COMBINACION DE 5% DE CENIZA PATA DE MULA Y 10% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LA RESISTENCIA DE UN MORTERO CONVENCIONAL*

5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER – FACULTAD DE CIENCIAS

6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 23.5 °C; Humedad relativa: 62%

7. EQUIPO UTILIZADO : Microscopio electrónico de barrido con sonda de espectrometría de energía dispersiva SEM-EDS. SEM, Carlis Zeiss EVO-10 MA. Sonda EDS, Oxford X-Max.

8. RESULTADOS
 - 8.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL DE LAS CENIZAS DE LA CASCARA DE ARROZ

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
Silicio (Si)	79.445	Espectroscopia de Energía Dispersiva (EDS)
Potasio (K)	13.658	
Calcio (Ca)	3.283	
Azufre (S)	1.540	
Fósforo (P)	0.819	
Manganeso (Mn)	0.681	
Hierro (Fe)	0.467	
Zinc (Zn)	0.076	
Cobre (Cu)	0.031	



8.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS CENIZAS DE LA CASCARA DE ARROZ EXPRESADA COMO ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)*	METODO UTILIZADO
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	70.848	Espectroscopia de Energía Dispersiva (EDS)
Oxido de Potasio (K ₂ O)	24.684	
Oxido de Calcio (CaO)	1.416	
Pentóxido de Fósforo (P ₂ O ₅)	1.326	
Trióxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	1.177	
Oxido de Manganeso (MnO)	0.339	
Óxido de Zinc (ZnO)	0.109	
Trióxido de Azufre (SO ₃)	0.086	
Oxido de Cobre (CuO)	0.015	

*Los resultados de porcentaje de óxidos fueron calculados del análisis elemental.

9 VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.


Bach. Julio Barrios LI.
Analista Químico
LABICER - UNI


M.Sc. Otilia Acha de la Cruz
Responsable de Análisis
Jefa de Laboratorio
CQP 202

(*) El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.



INFORME TÉCNICO N° 1001 - 16 - LAB. 12

1. DATOS DEL SOLICITANTE
- 1.1 RAZÓN SOCIAL : JULIO ISIAS VILLANUEVA RODRÍGUEZ
RONY RAFAEL CARRILLO VERA
- 1.2 DNI : 70443860
70257612
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
- 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 / 07 / 2016
- 2.2 FECHA DE ENSAYO : 01 / 07 / 2016
- 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 01 / 07 / 2016
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA
- 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CENIZAS DE PATA DE MULA
- 4.2 TESIS : "SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO POR 5% *Trachy Cardium* Procerum (PATA DE MULA) Y 3% DE *Eucalyptus Camaldulensis* Dcsm (HOJA DE EUCALIPTO) EN MORTERO Y DETERMINAR SU RESISTENCIA"
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO N°12 - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 22.0 °C; Humedad relativa: 68%
7. EQUIPO UTILIZADO : Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X, SHIMADZU, EDX 800-HS.

8. RESULTADO

8.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA COMO ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de Calcio (CaO)	89.627	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Tróxido de Azufre (SO ₃)	0.195	
Cloruro (Cl)	0.093	
Tróxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	0.084	

El porcentaje de error del equipo es de ±0.02%

Delia Pacheco



8.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA COMO ELEMENTOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Calcio (Ca)	97.606	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Cloruro (Cl)	1.623	
Azufre (S)	0.728	
Hierro (Fe)	0.043	

El porcentaje de error del equipo es de ±0.02%

ANEXO N°04

ENSAYO DE ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL (ATD)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 30 de Mayo del 2017

INFORME N° 70 - MAY 17

Solicitante: Matienzo Maguiña Jorge / Villanueva Rodríguez Julio
- Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Cáscara de arroz (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CAM-70M	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

Danny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. P. 8408

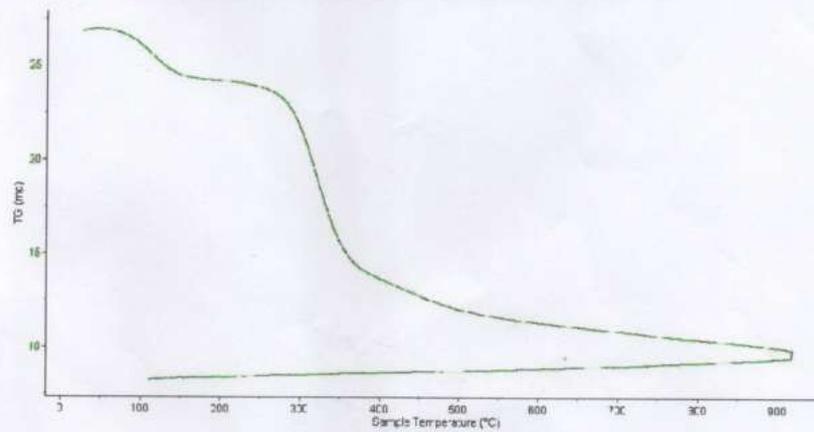


Trujillo, 30 de Mayo del 2017

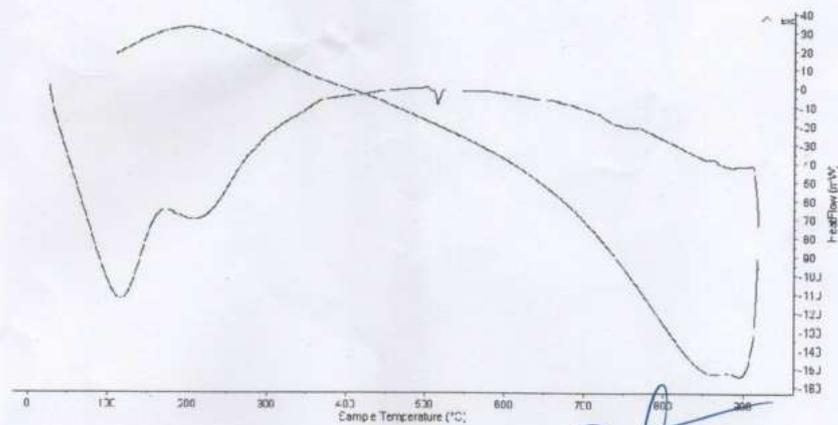
INFORME N° 70 - MAY 17

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



Danny M. Chavez Novoa
DANNY M. CHAVEZ NOVOA
ING. MATERIALES
R. N. P. 84067



Trujillo, 30 de Mayo del 2017

INFORME N° 70 - MAY 17

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra la pérdida de masa en función a la temperatura indicando dos pérdidas más pronunciadas en los siguientes rangos de temperatura entre 80 y 120°C y entre 270 y 350°C, el material llega a perder un aproximado de 55 % de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico de absorción térmica a aproximadamente 110°C y a 205°C, posteriormente se muestra un pico endotérmico ligero a aproximadamente a 510°C lo que podría demostrar posibilidad de existir algún cambio estructural del material.

Trujillo, 30 de Mayo del 2017



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

Dany M Chávez Novo
ING. MATERIALES

PANEL FOTOGRAFICO

METODOLOGIA DE TRABAJO CON LA CASCARA DE ARROZ:



Figura N°14: Recoleccion de cascara de arroz.



FiguraN°15:Almacenamiento de Cascara de Arroz en Olla de Barro.



Figura N°16 y 17 :Pre quemado de cascara de arroz en macetero.



Figura N°18: Enfriamiento del cenizas de cascara de arroz.



Figura N°19 y 20: Material prequemado ,colocado en la mufla para calcinacion 510°C.



Figura N°21 y 22: Material calcinado pesado en la balanza electronica.



Figura N°23: Material molido con mortero de ceramico.



Figura N°24: Tamizado de material en malla N°200 a ensayar.

METODOLOGIA DE TRABAJO CON LA PATA DE MULA



Figura N°25: Recoleccion de pata de mula-Playa el Dorado.



Figura N°26 y 27: Embolsado de pata de mula en Playa el Dorado.



Figura N°28: Limpieza de pata de mula.



Figura N°29: Calcination de pata de mula en mufla electrica del laboratorio de Materiles-UNT.



Figura N°30: Peso de choncha pata de mula en balanza electronica del laboratorio de Materiles-UNT.



Figura N°31 y 32: Compactacion del material en mortero de ceramica- Laboratorio de mecanica de suelos-USP.



Figura N°33: Tamizado de ceniza de cascara de arroz por la malla n°200-
Laboratorio de mecanica de suelos-USP.

METODOLOGIA DE TRABAJO CON LA ARENA GRUESA



Figura N°34: Recoleccion de arena grues en Cantera La Sorpresa-Samanco.





Figura N°35, 36 y 37:Tamizado de arena gruesa para manufactura de morteros.



Figura N°38: Ensayos de alcalinidad en Laboratorio COLECBI SAC-Nuevo Chimbote.



Figura N°39: Ensayo de Composición química de materiales en el Laboratorio LABICER-Facultad de Ingeniería de los Materiales-UNI.



Figura N°40: Elaboracion de morteros con maquina batidora en el Laboratorio de mecanica de Suelos-USP.



Figura N°41: Compactacion de especimenes en Laboratorio de Mecanica de Suelos-USP.



Figura N°42 y 43: Elaboracion de especimenes patron y experimental en Laboratorio de Mecanica de Suelos-USP.



Figura N°44: Pesado de especímenes en el laboratorio de mecánica de Suelos-USP.

Nº	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	CONDICIONES	FECHA	PROYECTO	OTROS
1	S. d. 14 - E - 05/05/13	05/05/13			
2	S. d. 15 - E - 05/05/13	05/05/13			
3	S. d. 16 - E - 05/05/13	05/05/13			
4	T. d. 17 - E - 05/05/13	05/05/13			
5	T. d. 18 - E - 05/05/13	05/05/13			
	T. d. 19 - E - 05/05/13	05/05/13			
	T. d. 20 - E - 05/05/13	05/05/13			
	T. d. 21 - E - 05/05/13	05/05/13			
	T. d. 22 - E - 05/05/13	05/05/13			
	T. d. 23 - E - 05/05/13	05/05/13			
	S. d. 24 - E - 05/05/13	05/05/13			

Nº	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	CONDICIONES	FECHA	PROYECTO	OTROS
11	S. d. 11 - E - 05/05/13	05/05/13			
12	S. d. 12 - E - 05/05/13	05/05/13			
13	S. d. 13 - E - 05/05/13	05/05/13			
14	S. d. 14 - E - 05/05/13	05/05/13			
15	S. d. 15 - E - 05/05/13	05/05/13			
16	S. d. 16 - E - 05/05/13	05/05/13			
17	S. d. 17 - E - 05/05/13	05/05/13			
18	S. d. 18 - E - 05/05/13	05/05/13			



Figura N°45 y 46: Registro de datos de especímenes para el ensayo de resistencia a la compresion en el Laboratorio de Materiales de la UNI.



Figura N°47: Laboratorio N°1 de ensayo de materiales – UNI. Peso de los morteros patrones antes de la rotura.



Figura N°48: Laboratorio N°1 de ensayo de materiales – UNI. Para el ensayo de Resistencia a Compresión de los morteros patrones y experimentales.



Figura N°49 y 50: Ensayo de Resistencia a Compresión de los morteros patrones y experimentales.



Figura N°51: Culminación de ensayo de Resistencia a Compresión de los morteros patrones y experimentales.