

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE  
INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA CIVIL**



**“Resistencia a compresión en mortero con ceniza de cascara de arroz y  
fibra de maguey”**

**Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil**

**Autor:**

**Bach. Sánchez Pérez Joan Williams**

**Asesor:**

**ING. SOLAR JARA MIGUEL ANGEL**

**Huaraz – Perú**

**2019**

**1.- PALABRAS CLAVES:**

---

<b>TEMA</b>	Diseño de Mortero
<b>ESPECIALIDAD</b>	Tecnología del Concreto

---

**KEY WORDS:**

---

<b>TOPIC</b>	Mortar Design
<b>SPECIALIZATION</b>	Estructuras

---

**LINEA DE INVESTIGACION:**

---

<b>01</b>	INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
<b>02</b>	INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
<b>2.01</b>	INGENIERÍA CIVIL

---

**2.- TITULO:**

**“Resistencia a compresión en mortero con ceniza de cascara de arroz y  
fibra de maguey”**

### 3.- RESUMEN:

Con el objetivo de determinar la resistencia a la compresión en cubos de concreto, se trabajó por separado la sustitución parcial del cemento, al 30 %, por cenizas de cáscaras de arroz (CCA) y adición de *agave salmiana*, penca de maguey (PM) en porcentajes de 3% y 8%, el experimento que consistió en activar térmicamente (calcinación) durante 02 horas a 430 °C y mecánicamente (molienda de partículas 74 um) en el material experimental 1 (CCA), para potenciar así sus precursores puzolánicos, dicho material reemplazó al cemento, el material experimental 2 (PM) fue adicionado en su estado natural, previo secado a temperatura ambiente en fibras, dicho material se adicionó al cemento . Del ensayo de resistencia por compresión en las mezclas de mortero con el nuevo compuesto, se encontró que es factible la utilización de dicho híbrido, con el óptimo nivel el utilizado en los cubos de concreto sustituidos con CCA al 30% y adicionando la PM al 3%, obteniendo la resistencia de 372.9 kg/cm<sup>2</sup>, en la edad de 28 días en comparación al concreto patrón que obtuvo la resistencia de 353.2 kg/cm<sup>2</sup>, evidenciando un incremento en la resistencia de 5% del concreto experimental frente al patrón, además la prueba estadística ANOVA rechazó la hipótesis nula, encontrando p=0.05 como nivel de significancia.

Este nuevo material se obtuvo a partir de residuos, a relativas bajas temperaturas de calcinación y tiempos reducidos de trituración que el cemento, implica una contribución hacia un bajo costo y menor contaminación.

#### **4.-ABSTRACT:**

In order to determine the compressive strength in concrete cubes, the partial replacement of the cement was worked separately, at 30%, by rice husk ash (CCA) and addition of salmiana agave, maguey stalk (PM) in percentages of 3% and 8%, the experiment consisted of thermally activating (calcination) during 02 hours at 430 ° C and mechanically (particle grinding 74 um) in experimental material 1 (CCA), to enhance its pozzolanic precursors , said material replaced the cement, the experimental material 2 (PM) was added in its natural state, after drying at room temperature in fibers, said material was added to the cement. From the test of resistance by compression in the mortar mixtures with the new compound, it was found that the use of said hybrid is feasible, with the optimum level used in the concrete cubes substituted with 30% CCA and adding the PM to 3. %, obtaining the resistance of 372.9 kg / cm<sup>2</sup>, at the age of 28 days compared to the concrete pattern that obtained the resistance of 353.2 kg / cm<sup>2</sup>, evidencing an increase in the resistance of 5% of the experimental concrete against the standard, in addition to the statistical test ANOVA rejected the null hypothesis, finding  $p = 0.05$  as a level of significance.

This new material was obtained from waste, at relative low calcination temperatures and reduced crushing times that the cement, implies a contribution towards a low cost and less contamination.

## INDICE

<b>PALABRAS CLAVES - LINEA DE INVESTIGACION.....</b>	<b>i</b>
<b>TITULO.....</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>iv</b>
<b>INDICE.....</b>	<b>v</b>
<b>I.- INTRODUCCION</b>	
<b>II.- METODOLOGIA</b>	
<b>III.-RESULTADOS</b>	
<b>IV.- ANALISIS Y DISCUSIÓN</b>	
<b>V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
<b>VI.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	
<b>VII.- AGRADECIMIENTO</b>	
<b>VIII.- ANEXOS Y APENDICE</b>	
<b>ANEXO 01 Resultados de Laboratorio.....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO 02 Ensayo de Análisis Térmico Diferencial.....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXO 03 Ensayo de Composición Química.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO 04 Panel Fotográfico.....</b>	<b>72</b>

## **I.- INTRODUCCION**

### **ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS CIENTIFICOS:**

- Rodríguez S. (2011), En su investigación que: Valorización del residuo obtenido de la quema de la cascara de arroz.

El importante volumen de ceniza resultante de la quema de la cáscara de arroz ha promovido desde hace décadas que diferentes centros de investigación como el Institute of Technology-Kampur (India), el Asian Institute of Technology Bangkok (Tailandia) y el Institute of Applied Science and Technology (Turkeyen, Guyana), localizados en las regiones productoras de arroz por excelencia, ya desde 1975 hayan direccionado sus trabajos en el sentido de estudiar por un lado, la obtención de una ceniza de cáscara de arroz amorfa que no perjudique la salud humana y por otro lado el aprovechamiento de esa ceniza como suplemento en la fabricación de cemento y hormigón, así como materia prima de otros materiales de construcción. Estas mismas alternativas continúan vigentes en cuanto ofrecen posibilidades de diseñar soluciones al problema ambiental que se enfrenta actualmente para la disposición de la cáscara de arroz.

- Salas (2000), En su investigación, Empleo de cenizas de cascara de arroz como adiciones en morteros:

Mediante la utilización de un horno-piloto de unos 400 litros de capacidad, en el que se realiza la combustión controlada de unos 40 kg de cascara de arroz, se consigue una ceniza (RHA), sobre cuyas propiedades físico-químicas se centra el trabajo, para su empleo como adición. Se presentan igualmente resultados sobre el poder de combustión de la cascara — 4.000 kcal/kg, superior a la mitad del valor de los carbones bituminosos normales. Mediante mezclas de RHA con distintas proporciones de cal o de cemento portland, se han conseguido conglomerantes cuyas propiedades se estudian, tanto sobre morteros, como sobre hormigones. El objetivo último del trabajo es mostrar la factible aplicabilidad de la cascara de arroz (cuya "producción" mundial se estima en 500-10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> anuales) como adición, sin olvidar sus excelentes cualidades como combustible lo que hace especialmente idónea en países en vías de desarrollo, deficitarios en cemento y recursos energéticos

- Rodríguez S. (2008), En su investigación: Aprovechamiento de la ceniza de cascara de arroz para la elaboración de hormigones.

Este trabajo se encuadra en el marco del proyecto conjunto de investigación “Produção de concreto estrutural com cinza de casca de arroz “in natura”, sem beneficiamento”, que se está desarrollando entre el Centro de Tecnología, Departamento de Estruturas e Construção Civil (GEPECON/UFSM Universidade Federal de Santa Maria, Brasil), la Universidad de la República (UDELAR, Montevideo, Uruguay) y el LEMIT-CIC, como parte del Programa PROSUL (Programa Sul-Americano de Apoio às Atividades de Cooperação em Ciência e Tecnologia). En este artículo se describe la relevancia del problema, los objetivos y etapas del proyecto y se presentan los primeros resultados experimentales obtenidos en LEMIT destinados al ajuste de mezclas. Se incluyen resultados de resistencia sobre hormigones con diferentes relaciones agua/ligante elaborados con contenidos variables de cenizas de cáscara de arroz. Se comparan cenizas empleadas en estado natural (sin moler) con las mismas cenizas previamente molidas, que es el procedimiento tradicionalmente utilizado para incrementar su actividad puzolánica.

- Ruiz J. (2016), En su investigación: “Estudio mecánico de un composite adicionando con fibra de agave”.

Dentro de la información encontrada sobre la fibra del agave, destacan en el área de ingeniería, el “Estudio del efecto de la fibra de bagazo de Agave angustifolia Haw en la resistencia a flexión y compresión del adobe compactado” Montes, J. (2009), este título corresponde a la tesis de maestría donde se muestran características mecánicas mejoradas del adobe al momento de adicionar bagazo de agave mezcalero. Otra fuente bibliográfica es la “Caracterización de propiedades mecánicas de fibras de Agave angustifolia Haw” Caballero, M. (2008), en el que determina la resistencia a tracción, porcentaje de deformación y módulo de elasticidad de las fibras de las hojas del agave según su ubicación. Este nos permite conocer en forma detallada las características y variaciones mecánicas de la fibra dependiendo de la ubicación en la hoja. En el área de arquitectura tenemos que las hojas del agave son utilizadas para la creación, mediante el doblado de las mismas, de muros ecológicos. Otras fibras naturales como el bambú, henequén, etc.; han resultado útiles para la fabricación de techos, pisos, recubrimientos y paneles.



## TECNOLOGIA DEL CONCRETO

- **MORTERO**

**RIVA, E (2012)**, el mortero se puede definir como la mezcla de un material aglomerante (cemento tipo I y/o otros cementos), un material de relleno (agregado fino o arena), agua y eventualmente aditivos, que al endurecerse presenta propiedades químicas, físicas y mecánicas similares a las del concreto y es ampliamente utilizado para pegar piezas de mampostería en la construcción de muros, o para recibirlos, en cuyo caso como pañete o revoque.

- **DOSIFICACION DEL MORTERO**

**Norma Técnica Peruana (NTP) 334.051, 2014. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de mortero de cemento Tipo I, usando especímenes cúbicos de 50mm de lado.** Esta norma determina que la resistencia a la compresión en morteros de cemento portland, se determina llevando a la rotura especímenes de 50 mm de lados, preparados con mortero consistente de 1 parte de cemento y 2,75 partes de arena dosificados en masa.

La relación de agua/cemento (a/c) para todo el cemento portland, si aire incorporado debe de ser 0.485.

La cantidad de materiales a ser mezclados en un solo tiempo en una tanda de mortero para elaborar 6 y 9 especímenes de ensayo será tal como sigue:

TABLA 01

Cantidad de materiales a ser mezclados en un solo tiempo (NTP 33.051)

MATERIALES	Numero de especímenes	
	6	9
Cemento, g	500	740
Arena, g	1375	2035
Agua	242	359
Portland (0.485)	230	340

FUENTE: (NTP 33.051)

- **MORTERO DE ALBAÑILERÍA**

**PASQUEL, E, (2013)**, los morteros para albañilería se definen como “mezcla compuesta” de uno o varios conglomerantes inorgánicos, de áridos, de agua, y a veces, de adiciones y/o aditivos para fábricas de albañilería (fachadas, muros, pilares, tabiques), rejuntando y trabazón de albañilería”. Dichas mezclas deben ser homogéneas y sus componentes deben de ser utilizadas en unas proporciones determinadas, de acuerdo con la utilización prevista del mortero.

- **CARACTERISTICAS DEL MORTERO**

**RIVVA, E, (2012)**, todo tipo de mortero de mortero debe de tener las siguientes:

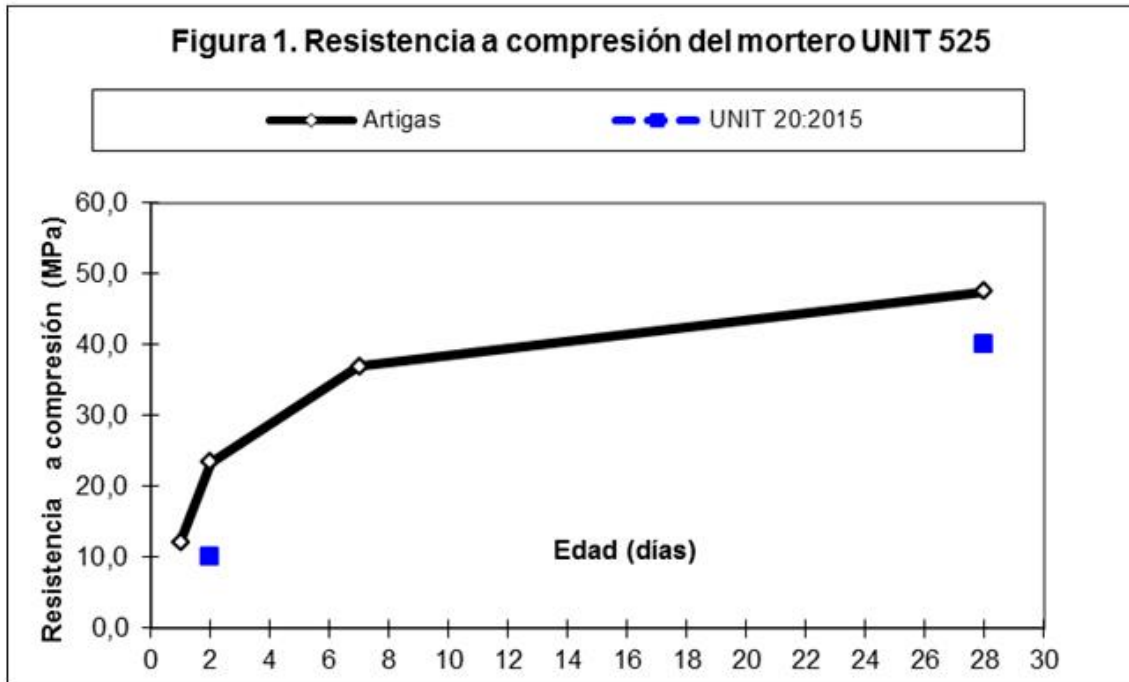
- ✓ Resistencia para soportar las cargas para lo cual se está diseñando. Adherencia a las zonas o piezas en los que se va colocar.
- ✓ Durabilidad frente a las condiciones que va ser expuesto.
- ✓ Retención del agua para evitar que esta sea absorbida por los materiales o mineras a los que va a tener contacto. Para su mejor especificación, los requisitos del mortero se dividen en dos categorías, el estado fresco y el estado endurecido, teniendo que considerar.

- ✓ La obtención de la mezcla (NTP 334.003:2008); Establece el método para obtener morteros de consistencia plástica por mezcla mecánica.
- ✓ Tipo de utilización se refiere al tiempo durando el cual el mortero tiene suficiente trabajabilidad, sin la adición posterior de agua para contrarrestar el fraguado.
- ✓ Fluidez del Mortero (NTP 334.057; 2011); es un parámetro de la relación agua/cemento, la cual es un indicador de la trabajabilidad, se determina por medio de la mesa de sacudidas.
- ✓ Tiempo de Fraguado (NTP 334.006:2003); es el tiempo necesario para el endurecimiento completo del mortero. El estado endurecido, determina su durabilidad, teniendo en cuenta:
- ✓ La resistencia mecánica a la compresión (NTP 334.051:2006): determina la resistencia a la compresión en morteros de cemento Tipo I, usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.

- **DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION**

**DEFINICION**

**Norma Técnica Peruana (NTP) 334-051, 2008. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de mortero de cemento Tipo I, usando especímenes cúbicos de 50mm de lado.** La presente norma ASTM C 109 y su réplica NTP 334.051 establece el procedimiento para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland, usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado. El esfuerzo a la compresión se expresa en Kg/cm<sup>2</sup> y se calcula.



$$A_c = A \times B$$

$$A_c = 5 \times 5 \text{ cm}^2$$

$$A_c = 25 \text{ cm}^2$$

Donde:

$$A = 50 \text{ mm} = 5 \text{ cm}$$

$$B = 50 \text{ mm} = 5 \text{ cm}$$

$\uparrow$  = Carga de ruptura (kg)

A = Área de la sección transversal (cm<sup>2</sup>)

$f_c$  = Esfuerzo de rotula del concreto (kg/cm<sup>2</sup>)

## EDAD DE ENSAYO

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

Todos los especímenes para una edad de ensayo dada, serán probados dentro de las tolerancias indicadas como sigue:

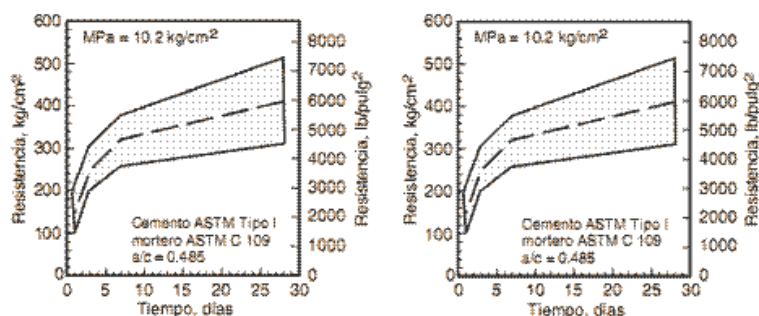
**TABLA 02 DE TOLERANCIA PERMISIBLE PARA TIEMPO DE ENSAYO**

EDAD DEL CUBO	TOLERANCIA PERMISIBLE
24 horas	$\pm \frac{1}{2}$ hora
3 días	$\pm 1$ hora
7 días	$\pm 3$ horas
28 días	$\pm 12$ horas

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  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.7^{\circ}\text{C}$  y una profundidad suficiente para que cada muestra este sumergida hasta el momento el ensayo.

La máquina de ensayo puede ser hidráulica o mecánica, con suficiente abertura entre las superficies de apoyo para que permita el uso de aparatos de comprobación. La carga aplicada al espécimen de prueba deberá indicarse con una exactitud de  $\pm 1\%$ .

Resistencia de cubos de mortero de cemento portland, La línea rayada presenta los valores promedios y la rayada, la gama de valores (adaptada de Gebhardt 1995).



- **FACTOR 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 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 varia para los concretos hechos con diferentes tipos de cemento.
- Las condiciones de curado. - Dado que las reacciones de hidratación del cemento solo 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**

**Portland Cement Association, PCPA. (2002). Diseño y control de mezclas de concreto (1 ed.). Skopie, Illinois. EE.UU.** Sostienen que los cementos portland son cementos hidráulicos compuestos principalmente de silicatos hidráulicos de calcio. Los cementos hidráulicos se fraguan y se endurecen por la reacción química con el agua. Durante la reacción, llamada hidratación, el cemento se combina con el agua para formar una masa similar a una piedra, llamada pasta. Cuando se adiciona la pasta (cemento y agua) a los agregados (arena y grava, piedra triturada machacada, pedrejón u otro material granular), la pasta actúa como un adhesivo y une los agregados para formar el concreto, el material de construcción más versátil y más usado en el mundo.

- **CARACTERISTICAS**

**American society for testing and Materials, (ASTM). C150, 2007. Especificación estándar para el cemento Portland.** Define que las propiedades físicas de cemento son útiles para evaluar y controlar la calidad del cemento, estos ensayos no pueden ser considerados para interpretar la calidad del hormigón pese a que los mismos van de la mano;

dichos ensayos presentan límites indicados en las distintas normativas y son distintos dependiendo el tipo de cemento a ser utilizado; entre las principales propiedades físicas tenemos:

- **Finura y tamaño de las partículas:** Finura superficie específica Blaine 360 m<sup>2</sup>/kg.
- **Tiempo de fraguado:** El tiempo de fraguado del cemento portland se realiza mediante la prueba de vicat:
  - Final 3h 55m
  - Contenido de aire : 9.0%
  - Estabilidad de volumen: Expansión de autoclave 0.2%
  - Densidad: La densidad del cemento portland recién fabricado tiene un valor de 3.10
  - Contenido de partículas %: Mayores a 10um 48; entre 10 y 45um 46 y mayores a 45um 7.

- **CARACTERISTICAS QUIMICAS**

**American Society for Testing and Materials, (ASTM). C150, 2007. Especificación estándar para el cemento Portland.** Define que la composición química del cemento, base a un buen CLINKERS bien quemado, produce la siguiente composición:

**TABLA03 DE COMPUESTOS QUIMICOS DEL CLINKER DEL CEMENTO PORTLAND (ASTM C 150)**

<b>Designación</b>	<b>Formula</b>	<b>Porcentaje</b>
Silicato Tricalcico	3CaO.SiO <sub>2</sub>	30% a 50%
Silicato Dicalcico	2CaO.SiO <sub>2</sub>	15% a 30%
Aluminato Tricalcico	4CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4% a 12%
Ferro aluminato Tetracalcico	4CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8% a 13%
Cal Libre	CaO	
Magnesia libre (Periclusa)		

FUENTE: (ASTM C 150)

- **Silicato Tricalcico · CaO.SiO<sub>2</sub>: Composición** del 36.0% el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación.
- **Silicato Dicalcico 2CaO.SiO<sub>2</sub>:** Composición del 33.0% el cual define la resistencia a largo plazo y no tiene incidencia en el calor de hidratación.
- **Aluminato Tricalcico 4CaO.Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:** Composición del 21.0 % es un catalizador en la reacción de los silicatos y ocasiona un fraguado violento. Para retrasar este fenómeno, es preciso añadir y eso durante la fabricación del cemento.
- **Componentes menores:** Oxido de magnesio, potasio, sodio, magnesio y titanio 10%.



- **PROPIEDADES FISICAS QUIMICAS**

**American Society for Testing and Materials, (astm). C150, 2007. Especificación estándar el cemento portland.** Define que el cemento endurece rápidamente y alcanza resistencias altas, esto gracias a reacciones complicadas de la combinación cal- sílice.

**CLASIFICACION CEMENTOS**

Norma Técnica Peruana (NTP). 334.009, 2007 Cementos portland Requisitos. Está definido que de internaciones ASTM C-150 los cementos están clasificados:

**TABLA04 DE TIPOS DE CEMENTOS HIDRAULICO:**

<b>TIPO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>I</b>	Normal
<b>IA</b>	Normal con aire incluido
<b>II</b>	Moderada resistencia a los sulfatos
<b>IIA</b>	Moderada resistencia a los sulfatos con aire incluido
<b>III</b>	Alta resistencia inicial
<b>IIIA</b>	Alta resistencia inicial con aire incluido
<b>IV</b>	Bajo calor de hidratación
<b>V</b>	Resistencia a los sulfatos

FUENTE: ( ASTM C595)

**Cementos Portland comunes:**

**Norma Técnica Peruana (NTP). 334.009, 2007. Cementos portland. Requisitos.** Estipula que se clasifica al cemento Portland común en cinco tipos diferentes, de acuerdo a las proporciones relativas de los cuatro componentes mineralógicos principales y a las condiciones de uso, las cuales son:

La norma aplica a todos los cementos que se comercialicen en el país, bajo las siguientes normas de American Society for Testing Materias (ASTM).

- **ASTM C91** Especificación Estándar para Cemento de Albañilería.
- **ASTM C150** Especificación Estándar para Cemento Portland
- **ASTM C595** Especificación Estándar Cementos Hidráulicos Adicionados.
- **ASTM C1157** Especificación Estándar de Desempeño para Cemento Hidráulico.
- **Cemento Portland Tipo I:** Para uso general cuando propiedades especiales de cualquier otro tipo no son requeridas.
- **Cemento Portland Tipo IA:** Cemento con aire incluido, similar al Tipo I, donde la condición de aire incluido es deseada.
- **Cemento Portland Tipo II:** Para uso general cuando se requiere una moderada resistencia a los sulfatos y un moderado calor de hidratación.
- **Cemento Portland Tipo IIA:** Cemento con aire incluido, similar al Tipo II, donde la condición de aire incluido es deseada.
- **Cemento Portland Tipo III:** Utilizado cuando se requiere una alta resistencia inicial.
- **Cemento Portland Tipo IIIA:** Cemento con aire incluido, similar al Tipo III, donde la condición de aire incluido es deseada.
- **Cemento Portland Tipo IV:** Para uno cuando se requiere un bajo calor de hidratación.
- **Cemento Portland Tipo V:** Utilizado cuando se requiere una alta resistencia a los sulfatos.

- **CEMENTOS PARA ALBAÑILERIA**

Los cementos para albañilería de la Norma ASTM C91 se clasifican de acuerdo a los siguientes:

**-Tipo N:** Para uso en la operación de morteros Tipo N de la especificación ASTM C270, sin mayor adición de cementos o cal hidratada, y para uso en la preparación de morteros Tipo S o M de la especificación ASTM C270 cuando el cemento es adicionando de acuerdo a los requerimientos de ASTM C270.

**-Tipo S:** Para uso en la preparación de morteros Tipo S de la Especificación ASTM C “70, sin mayor adición de cementos o cal hidratada.

**-Tipo M:** Para uso en la preparación de morteros Tipo M de la Especificación ASTM C270, sin mayor adición de cementos o cal hidratada.

- **COMPOSICION QUIMICA Y FISICA DE LOS CEMENTOS**

Las propiedades químicas y físicas de los cementos se regirán de acuerdo a lo siguiente:

**Cemento Portland Norma ASTM C150.** Deben cumplir con los requisitos especificados en la sección 6, chemical composition y la sección 7, Physical Properties ASTM C 150, según el volumen 04 – 01 de la sección 4 del Manual de Estándares de ASTM, en revisión más reciente.

**TABLA 05 DE COMPOSICION QUIMICA DEL CEMENTO TIPO I (ASTM C 1157)**

<b>COMPONENTES</b>	<b>CEMENTO TIPO I</b>
Oxido de Silice SiO <sub>2</sub>	20.50%
Oxido de Hierro Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.14%
Oxido de Aluminio Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.07%
Oxido de Calcio CaO	62.41%
Oxido de Magnesio MgO	2.10%
Oxido de Azufre SO <sub>3</sub>	1.83%
Perdida por calcinación P.C	1.93%
Residuo Insoluble R.I	0.68%
Cal Libre Cao	1.10%
Alcalis Na <sub>2</sub> O	0.22%

FUENTE: (ASTM C 1157)

**TABLA 06 DE PROCENTAJES TIPICOS DE INTERVENCION DE LOS OXIDOS EN EL CEMENTO**

<b>% COMPONENTE QUIMICO</b>	<b>PROCEDENCIA USUAL</b>
95% Oxido de calero (CaO)	Rocas Calizas
Oxido de Silice (SiO <sub>2</sub> )	Areniscas
Oxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Arcilla
Oxido de Fierro (FeO <sub>3</sub> )	Arcillas, Minerales de Hierro pirita
5% Oxido d Magnesio, Sodio, potasio, titanio, azufre, fosforo y magnesio	Minerales Varios

Fuente: **ASTM C150**

**TABLA 07 DE LOS PARAMETROS DE OXIDO CONTENIDOS EN EL LOS CEMENTOS**

<b>COMPONENTE</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
CaO	61 – 67
SiO <sub>2</sub>	20 – 27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4 – 7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.5 – 4
MgO	0.1 – 5
	0.2
SO <sub>3</sub>	1– 3
K <sub>2</sub> O y NA <sub>2</sub> O	0.25 – 1.5

Fuente: **ASTM C150**

- **AGREGADO FINO**

**Norma Técnico Peruana, (NTP). 399,607. 2013. Unidades de albañilería. Especificación normalizada de agregados para mortero de albañilería.** Establece que el agregado fino es el material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasan el tamiz de N° 4 (4.75 um) y es retenido en el tamiz N° 200 (74 um).

El agregado fino deberá ser arena gradada de sílice natural de granos redondeados y grada en conformidad con los requisitos de la NTP 334.097. La arena gradada normalizada deberá ser manipulada de tal manera revenir la segregación en el vaciado de los sacos se deberá tener cuidado de prevenir formación de montículos de arena.

El agregado para utilización en morteros de albañilería deberá ser gradado dentro de los siguientes límites, dependiendo si está siendo utilizada arena natural o manufacturada.

**TABLA 08 DE LOS PORCENTAJES QUE PASA EN LA GRADACION DE LA ARENA**

Tamaño de tamiz	Porcentaje que pasa	
	Arena natural	Arena manufacturada
Nº 4 (4.75 mm)	100	100
Nº 8 (2,36 mm)	95 a 100	95 a 100
Nº 16 (1,18 mm)	70 a 100	70 a 100
Nº 30(600 um)	40 a 75	40 a 75
Nº 50(300 um)	10 a 35	20 a 40
Nº 100( 150 um)	2 a 15	10 a 25
Nº 200(75 um)	0 a 5	0 a 100

Fuente: (NTP). 399,607. 2013

- **PROPIEDADES FISICAS:**

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

- **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, la forma de consolidación, 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 varia.
- **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:** El agregado no debe tener más de 30% retenido entre dos tamices consecutivos cualesquiera de los listados en 4.1 ni más del 25% entre los tamices 300um (N° 50) y 150 um (N°100). 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.
- **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 y hasta un máximo de 4.75mm, ASTM C144.  
Si el módulo de finura varia en más de 0.20 a partir del valor supuesto en la selección de dosificación para compensar el cambio en la granulometría.
- **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.

- **AGUA DE MEZCLADO Y DE CURADO**

**Norma Técnico peruana (NTP), 339.088,2006. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto.** El agua que va de ser empleada en la preparación del mortero deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088 y ser, de preferencia potable. No existen criterios uniformes en cuanto a los límites permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua que va a emplearse. El agua empleada en la mezcla debe ser limpia, libre de aceites, ácidos, álcalis, sales y materiales orgánicas. Su función principal es hidratar el cemento, pero también se le usa para mejorar la trabajabilidad de la mezcla.

**TABLA 09 DE LIMITES PERMISILES PARA EL AGUA DE MEZCLA Y CURADO, (NTP 339.088)**

<b>Descripción</b>	<b>Limite permisible</b>
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	3ppm

Fuente (NTP 339.088)

**TABLA 10 DE REQUISITOS DE APROBACION PARA AGUAS DUDOSAS (ASTM C 94)**

	<b>Limites</b>	<b>Norma</b>
Resistencia a compresión de cubos de motero, porcentaje mínimo en relación al control a los 7 días.	90	C 109
Tiempo de fraguado, diferencia en relación al control. Hr/mm	De 1:00 más temprano a 1:30 más tarde	C 191

Fuente (ASTM C 94)



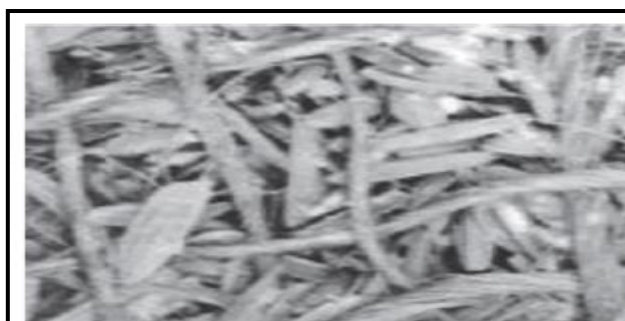
El agua de curado constituye el siniestro adicional de agua para hidratar eficientemente el cemento. Este suministro depende de la humedad del ambiente, ya que la evaporación del agua libre de la pasta ocurre con rapidez cuando la humedad relativa es menor.

- **CASCARA DE ARROZ**

**Según Julián c.et, (2015):** la cascara de arroz se obtiene del proceso de pilado, en el cual la cascara de arroz se separa haciendo pasar el arroz en cascara entre rodillos de jebe, luego de una porción previa de limpieza la cascara 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, hecho que dificulta su aprovechamiento económico

**Según Gómez A. (2009):** la planta del arroz (*oryza sativa*) es una monocotiledónea. Perteneciente a la familia poaceae o gramíneas. Sus raíces son delgadas y oscilan entre los 60 y 120 de longitud. Las hojas son alternas en vainadoras con el limbo lineal agudo largo y plano en la unión entre la vaina y el limbo se encuentra la lígula membranosa bífida y erguida.

Otro de los factores positivos que presenta la cascara de arroz es que al ser calcinada produce una gran cantidad de cenizas entre el 13 % y el 29% del peso inicial, y el contenido de sílice es altísimo entre el 87% y el 97% además presenta pequeñas cantidades de sales inorgánicas que constituyen impurezas eliminables con reflujos en medio ácidos aparte de la sílice la cascarilla de arroz contiene cerca de un 85% de sustancias orgánicas.



Tiene gran cantidad de poros en su interior, los cuales representan un 54% de su volumen, lo que le confiere gran capacidad termoaislante. Su coeficiente de conductividad térmica  $k$  es comparable a la del corcho granulado o lana mineral, convirtiéndola en candidata para usarla como componente de sistemas de aislamiento térmico. La Tabla 2 presenta valores de conductividad térmica de aislamientos térmicos y el de la cascarilla de arroz para propósitos de comparación.

**Tabla 2.**  
Conductividad térmica de diferentes aislantes comúnmente [9]

Material	Temperatura (°C)	K (W/m.K)
Corcho Corrugado	32	0.064
Corcho Aglomerado	32	0.045
Fibra de Vidrio	20	0.038
Poliestireno expandido - 20	30	0.033
Fieltro semi rigido	147	0.063
Oxido de magnesio	147	0.061
Cascarilla de arroz (authors)	50	0.036
Lana mineral	50	0.030

La cascarilla presenta un contenido de humedad del 9.08 %, con una densidad de 92 kg/m<sup>3</sup>, y un poder calorífico mínimo de 14.22 MJ/kg. Presenta propiedades ignífugas, es decir que no inicia la combustión fácilmente, hecho que responde a la composición química de la cascarilla de arroz en la que predomina el dióxido de Silicio (SiO<sub>2</sub>) conformando el esqueleto de la cascarilla. Esto se puede verificar al analizar la ceniza de cascarilla. El análisis químico se presenta en la Tabla 3.

**Tabla 3.**  
Análisis químico de la ceniza de cascarilla de arroz [7]

Compuesto	% en peso
SiO <sub>2</sub>	90 - 97
K <sub>2</sub> O	0.6 - 2.5
Na <sub>2</sub> O	0.6 - 1.8
CaO	0.1 1.9
MgO	0.2 1.5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.3
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.1 1.1
SO <sub>3</sub>	0.1 - 1.1
Cl	0.1 - 0.4

- **CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LA CASCARA DE ARROZ**

Es un tejido vegetal constituido por celulosa ( $\pm 40\%$ ) y sílice, presenta un alto contenido de dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ), al fundirse con otros óxidos metálicos genera diferentes variedades de vidrio y se utiliza en la fabricación de cementos y materiales cerámicos.

Entre los porcentajes más significativos de la cáscara de arroz se encuentran las cenizas, tiene un elevado contenido de materia volátil en comparación con los carbones.

- **COMPOSICIÓN DE CASCARA DE ARROZ**

**TABLA 11**

Parámetros (%)	Tipo de arroz			
	Canadá	California, USA	China	Colombia
Material volátil	66.4	63.5	52.0	16.7
Carbono fijo	13.2	16.2	25.1	17.9
Ceniza	20.0	20.3	16.9	65.6
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

El peso y volumen de la cáscara de arroz ocasionan elevados costos de almacenamiento y transporte para la industria, además por ser poco digestible su uso en la elaboración de alimentos concentrados para animales es restringido.

El contenido de humedad de la cáscara de arroz cuando sale del descascarado varía entre el 5% al 40% después de haber estado a la intemperie (en época no lluviosa por sus características químicas presenta un 10% de humedad).

Entre sus ventajas como material de construcción se pueden mencionar:

- Alto contenido de cenizas (materia sólida no combustible por kg del material  $\pm 20\%$ ).
- Elevado contenido de sílice de las cenizas (90%).
- Estructura física de la sílice (estructura alveolar de gran superficie específica).
- Disponibilidad a lo largo del año.
- Retención de humedad.
- Material liviano.
- Material abrasivo.

- **PENCA DE MAGUEY**

**Castro y Naaman [18]**, realizaron estudios en México para tratar de utilizar las fibras de maguey en compuestos base cemento portland. De la caracterización física que realizaron en las fibras reportan longitudes de 304 a 508 mm y diámetro promedio de 0.35 mm, también obtuvieron el porcentaje de absorción de agua de la fibra resultando que se satura un 67% relativo a su peso seco en menos de 20 min y alcanza el 70% en 24 hrs. La densidad de la fibra fue obtenida con un valor de 1.24 g/cnr\ Las propiedades mecánicas obtenidas de la fibra fueron la resistencia última a tensión de 552 MPa y el módulo de elasticidad de 21 GPa. Se probaron fracciones de volumen de 5 hasta 12% y según los resultados de los especímenes sometidos a ensayos de flexión, se encontró que el volumen de la fibra no influye significativamente en la resistencia a la primera grieta.

Así también, los investigadores sostienen que se produce un comportamiento elástico plástico posterior al agrietamiento para fracciones de volumen mayores a 7% y fibras continuas de 300 mm alineadas en los moldes. Estas propiedades mecánicas disminuyen cuando los especímenes son sometidos a ciclos de humedecimiento y secado, además de variaciones de temperatura.

Sin embargo, reportan que la exposición de los especímenes a ambientes alcalinos generados por hidróxido de calcio y sulfato de sodio no parecen afectar su resistencia a flexión.



- **COMPOSICION QUIMICA**

La durabilidad del maguey es afectada por su composición y por el medio que la rodea de la manera que resulta importante la cuantificación de sus componentes básicos. Los porcentajes de celulosa, de hemicelulosa y de lignina que conforman a la fibra natural, se determinaron mediante disolución en soluciones químicas de hidróxido de sodio, ácido acético y ácido sulfúrico respectivamente.

Determinación de holocelulosa.- La holocelulosa está constituida por celulosa y hemicelulosa, y se obtuvo sometiendo a la fibra seca a una solución de ácido acético y peróxido de hidrógeno al 30%, a razón de 2:1. Se colocaron 2 muestras secas de 3.958 y 3.828 g en la solución y se calentaron con refrigerante a reflujo hasta que tomaron un color blanco, filtrándose y lavándose con agua destilada. Posteriormente, se secaron a 100°C hasta que su peso fue constante de 3.139 y 2.836 g respectivamente. b. Determinación de la celulosa.- Dos muestras de fibra seca de 3.771 y 3.882 g se sometieron a una solución de hidróxido de sodio al 17.5%, a una temperatura de 20°C. Se mantuvieron en reposo durante media hora y después se calentaron ligeramente con refrigerante a reflujo hasta que cambiaron de color. Se filtraron y se

lavaron con agua destilada, secándose en un horno a 100°C durante 2.5 h como mínimo hasta que su peso fue constante de 2.265 y 2.275 g respectivamente. La hemicelulosa se obtuvo de la diferencia entre la holocelulosa y la celulosa. c. Determinación de lignina.- Para obtener la lignina, 2 muestras de fibra seca de 4.360 y 4.175 g fueron sometidas a una solución de ácido sulfúrico al 72%. Se agitaron durante 2 h y después se agregó 60 ml de agua destilada. Se calentaron con refrigerante a reflujo por 2 h hasta que se observó un precipitado fino. Se filtraron las muestras y el precipitado se lavó con agua destilada, hasta obtener un pH neutro. Se secó a una temperatura de 100°C hasta su peso constante de 0.901 y 0.900 g respectivamente.

- **CONTENIDO DE HUMEDAD**

Las fibras pueden intercambiar humedad con el ambiente relativamente muy fácil, ya sea perder o ganar humedad según las condiciones de exposición. La humedad puede existir en la fibra en dos diferentes estados, según Young:

- Como agua libre o vapor de agua dentro de las cavidades de la fibra.
- Como agua constitutiva o de enlace. Se obtuvo el contenido de humedad de 6 muestras de fibras expuestas al ambiente del laboratorio, el cual representa la humedad de las fibras al momento de su mezclado con el concreto.

La humedad puede cambiar al ser diferente el tipo de exposición.

**TABLA Capacidades típicas de absorción de agua de las fibras**

<i>Fibras</i>	Tiempo de remojo, min.	Peso de la fibra seca, g	Peso de la fibra húmeda, g	Peso del agua absorbida, g	Porcentaje de absorción en relación con el peso de la fibra seca
<i>Lechuguilla</i>	1	23.3	45.6	22.3	96
	3	24.0	49.6	25.6	107
	5	27.4	52.8	24.4	89
	10	24.9	51.0	26.1	105
	20	26.9	53.8	26.9	100
<i>Maguey</i>	1	12.4	21.0	8.6	69
	3	7.1	12.0	4.9	69
	5	6.0	9.7	3.7	61
	10	6.0	10.0	4.0	60
	20	11.3	18.1	6.8	67

1 g = 0.035 onza

## **JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION**

Entendiéndose como problemática la producción excesiva del cemento y su efecto contaminante a nivel mundial junto a la elaboración de diversos aditivos con diferentes funciones y aplicaciones sobre el mortero causan inmensa contaminación al medio ambiente, siendo uno de los principales problemas para la sociedad así también en lo económico, puesto que en el mercado el precio es elevado, esta investigación busca comprobar el bajo costo para adquirir un buen sustituto que mejore en cuanto a la propiedad mecánica del mismo, en los que se refiere a resistencia a la compresión, de comprobarse servirá de gran aporte a la ingeniería Civil debido a la calidad de un material natural y a bajo precio queriendo aprovechar los recursos inorgánicos que no están siendo aprovechados y que se encuentran como materia prima.

La penca de maguey lo encontramos en la localidad de Huaraz – Ancash. Nos ayudara como alternativa de los recursos naturales renovables para el diseño de un mortero ya que nos servirá como un plastificante y mejorara la trabajabilidad.

Las cascara de arroz lo encontramos en la localidad de Santa – Ancash. Sirve como una alternativa de los recursos naturales renovables para la sustitución del cemento y favorecer sobre la resistencia a la compresión de morteros al interactuar con la penca de maguey adicionando el agua permitiendo de esta manera comportarse como materiales puzolánicos, esto nos incentiva a darle mayor interés y difusión a una tecnología que en países desarrollados ya lo usan como alternativas para reemplazar en porcentajes al cemento.



## PROBLEMA

El mortero se viene desarrollando no desde ahora, sino desde tiempo antiguos gracias a los egipcios que ellos utilizaron para su construcción de sus pirámides para que puedan tener mayor facilidad para trabajar y la utilización del mortero era el yeso, la cal y el betunes.

El mortero tiene recién su popularidad a finales del siglo XIX e inicios del siglo XX, mejorándose sus componentes donde utilizaban la arena fina, cemento y agua, donde llego a superar al mortero de cal por su alta resistencia.

Ya que con los materiales convencionales siempre hay problemas de durabilidad han afectado diversos tipos de estructuras, las cuales una vez que se presentan ya no funcionales ni eficientes. Implementando este tipo de sustitución lo que buscamos es mejorar y generar infraestructuras de un menor costo y mayor calidad, utilizando materiales renovables sin perjudicar el medio ambiente.

La falta de trabajabilidad de los morteros puede corregirse añadiendo aditivos plastificantes que utilizare la penca de maguey

En el Perú la fabricación de cemento es muy costoso por la materia prima y los procesos que conllevan hacerlo, por eso se busca alternativas que sean menos costosos y que generen mejor calidad en el mortero que se utiliza mucho en nuestro medio. Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación.

El uso del concreto se inicia en el Perú entre 1910 y 1920. Los cambios estacionales que modifican el clima pueden afectar las construcciones utilizando el concreto en elementos estructurales; por ejemplo, la elevación de la temperatura ambiente, la disminución de la humedad relativa, el incremento de la velocidad del viento o el tiempo de radiación solar. Son factores que ocasionan el denominado “clima cálido” o “caluroso”, que exige tecnologías apropiadas para asegurar el buen desempeño del concreto.

Existen casos, como ocurre en la ciudad de Pisco, donde en los meses de verano se incrementa las temperaturas máximas en más de 5 puntos y decrece en igual o mayor dimensión, la humedad relativa y la velocidad máxima del viento. En otra, como la ciudad vecina de Chíncha no se cuenta con información meteorológica.

En climas cálidos se incrementa la temperatura del mortero fresco, debido a la mayor temperatura de sus componentes, lo que disminuye la trabajabilidad y acelera el fraguado de las mezclas.

Se necesita saber más sobre el comportamiento del mortero en estado fresco y en estado endurecido para poder definir la resistencia de compresión de cubos ya que solo esta prueba es demandada en cuanto a mortero se refiere.

En Huaraz hoy en día la mayoría de viviendas se construyen de ladrillo y mortero.

En Huaraz el costo del cemento es costoso por la materia prima y los procesos que conllevan hacerlo y el traslado desde provincias, por se busca alternativas que sean menos costos y que generen mejor calidad en el mortero que se utilizan mucho en nuestro medio

A los habitantes de la provincia de Independencia y sus alrededores más lejanos, les es conveniente construir sus viviendas con este material por lo que es más económico.

**POR LO EXPUESTO NOS PLANTEAMOS EL SIGUIENTE PROBLEMA DE INVESTIGACION:**

¿Cuál sería la resistencia a la compresión de un mortero sustituyendo un 30% de ceniza de cascara de arroz y adicionando un 3 y 8% la fibra de maguey?

## CONCEPTUACION Y OPERACIONALIZACION DE VALRIABLE

### VARIABLE DEPENDIENTE:

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR
Resistencia a la compresión del mortero	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento (Enrique Pasquel Carbajal 2012)	La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del mortero. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>

Fuente: propia

### VARIABLE INDEPENDIENTE

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Sustitución del cemento por ceniza de cascara de arroz y adición de fibra de maguey.	Es la sustitución de ceniza de cascara de arroz en 30%, y una adición de 3% y 8% de fibra de maguey.	porcentaje

Fuente: propia

### HIPOTESIS

“Mejoraría el diseño de mortero sustituyendo el cemento en un 30% de ceniza de cascara de arroz y adicionado un 3 y 8% de fibra de maguey, será posible obtener una buena resistencia a la compresión”.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVOS GENERALES**

Determinar la resistencia a la compresión de una mezcla de mortero al sustituir el 30% de cemento por cenizas de cascara de arroz y adicionando 3 y 8% de penca de maguey a los 7,14 y 28 días de curado, en comparado a un diseño de mortero convencional.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar la temperatura de calcinación de la cascara de arroz haciendo el ensayo de análisis térmico diferencial (ATD).
- Determinar el pH de la penca de maguey.
- Determinar el pH de la ceniza de cascara de arroz.
- Determinar la composición química de la cáscara de arroz, mediante un análisis de fluorescencia de Rayos X.
- Determinar la composición química de la penca de maguey, mediante un análisis de fluorescencia de Rayos X.
- Determinar y comparar la relación agua cemento, entre las muestras patrones y experimentales del mortero.
- Determinar la fluidez de la pasta de mortero de las muestras patrones y experimentales.
- Determinar y comparar la resistencia a la compresión del mortero patrón y el mortero experimental en los días 7, 14, 28 días de curado.
- Realizar la prueba de hipótesis mediante el análisis de varianza ANOVA y la implicancia estadística.

## **II.- METODOLOGIA**

- **METODOS DE LA INVESTIGACION**

La metodología que le corresponderá a esta investigación será experimental, porque se evaluarán mediante ensayos los resultados de dos grupos de estudio denominados: diseño de mortero convencional (grupo control) en comparación a un diseño de mortero sustituyendo la ceniza de cascara de arroz en un 30% y adicionando un 3 y 8% de penca de maguey (grupo experimental).

Por lo tanto, se diría que nuestra investigación está orientada al nivel “experimental”. Ya que trataremos de buscar un material renovable que ofrezca mayor resistencia y durabilidad que servirán como una alternativa de solución para mejorar las propiedades del mortero y a la vez reducir el costo. (Enrique Pasquel Carbajal 2012) **“TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y MORTERO”**

- **TIPOS Y DISEÑO DE INVESTIGACION**

- **TIPO DE LA INVESTIGACION**

El tipo de investigación es aplicada, porque servirá como una técnica nueva para el proceso constructivo de viviendas ayudando a solucionar problemas relacionados a la construcción, ya sea por las carencias económicas que se tiene o por la vulnerabilidad de este tipo de construcción. Se lograra consolidar los problemas a través de esta propuesta en su proceso constructivo.

- **ENFOQUE DE INVESTIGACION**

Cuantitativo, porque se estudia las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando, empleando métodos de recolección de datos cuantitativos a través de observaciones. Se empleara el método de la Observación porque se anotara datos mediante una Guía de Observación.

Todos los experimentos cuantitativos utilizan un formato estándar, con algunas pequeñas diferencias inter-disciplinarias para generar una hipótesis que será probada o desmentida. Esta hipótesis debe ser demostrable por medios matemáticos y estadísticos y constituye la base alrededor de la cual se diseña todo el experimento.




























Un buen diseño cuantitativo solo debe manipular una variable a la vez, de lo contrario, el análisis estadístico se vuelve muy complicado y susceptible a cuestionamientos.

- **DISEÑO DE INVESTIGACION**

El diseño de la investigación será de nivel “Cuasi-Experimental”; porque se va a comparar 3 grupos de estudio; realizando el control y manipulación de la variable (Diseño de mortero), para ello estudiaremos un nuevo diseño de mortero sustituyendo el cemento en un 30% con ceniza de cascara de arroz y adicionando un 3 y 8% de penca de maguey.

El estudio en su mayor parte se concentrara en el laboratorio de ingeniería civil de nuestra Universidad San Pedro, donde como investigador, estaremos en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en los objetivos formulados.

## DISEÑO DE BLOQUE COMPLETO

DÍAS DE CURADO	RESISTENCIA A COMPRESION EN MORTERO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRA DE MAGUEY		
	Patrón 0%	30% de ceniza de cascara de arroz y 3% de fibra de maguey	30% de ceniza de cascara de arroz y 8% de fibra de maguey
7			
			
			
14			
			
			
28			
			
			

Fuente: propia

- **POBLACION Y MUESTRA**

Con la finalidad de estudiar el comportamiento de los morteros en su resistencia sometidos a niveles de compresión se utilizará la ceniza de cascara de arroz y la penca de maguey como material de reforzamiento empleadas en la elaboración de cubos de mortero.

El porcentaje a utilizar de la ceniza de cascara de arroz, será reemplazada al cemento al 30% y adicionando un 3 y 8% de penca de maguey puesto que se utilizara la misma dimensión que este.

- **POBLACION**

Es un conjunto de datos de mezcla de mortero elaborados de manera convencional y aplicando el diseño sustituyendo al cemento en un 30% de ceniza de cascara de arroz y adicionando un 3 y 8% de penca de maguey, para elaborar mortero, el cual será la población adoptada, previamente evaluados (resistencia a la compresión), según indica las normas NTP 399,607, que establece las especificaciones de los agregados para uso en moldes de albañilería y NTP 399,610; establece especificaciones para morteros utilizados en la construcción de estructuras de albañilería reforzada y no reforzada.

- ✓ Para esta investigación se tiene como población de estudio a un conjunto de datos de mortero de manera convencional y aplicando el diseño estipulado en sustituciones al cemento en un 30% de ceniza de cascara de arroz y adicionando un 3 y 8% de penca de maguey para realizar datos de morteros para determinar su resistencia a la compresión.
- ✓ Las cascaras de arroz se traerá del distrito de Santa – Santa – Ancash
- ✓ La penca de maguey se traerá del distrito de Huaraz – Huaraz – Ancash
- ✓ El agregado fino se obtendrá de la cantera de Tacllan del distrito de Huaraz.
- ✓ Se utilizará el cemento Portland Tipo I, ya que es un cemento que no tiene ninguna modificación en cuanto a agentes que puedan alterar su resistencia y es de uso general en la construcción.

- **MUESTRA**

La muestra está conformada por el conjunto de datos de mezcla de mortero derivado de la población.

La muestra estará constituida por 27 datos de mortero con un diseño dosificado de acuerdo a la norma técnica peruana NTP 399.607 que establece las especificaciones de los agregados para uso en morteros de albañilería y la norma técnica peruana NTP 399.610 establece especificaciones para morteros utilizados en la construcción de estructuras de albañilería reforzada y no reforzada. Consideramos esta cantidad de muestras por ser 3 el número mínimo para obtener un promedio aceptable.



- **TECNICAS E INSTRUMENTOS**

---

<b>METODO O TECNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
-------------------------	--------------------

---

Guía de observación  
científica

Observación Científica

Fichas técnicas de  
laboratorio de las  
pruebas a realizar.

---

Fuente: propia

**En resumen los instrumento que utilizaremos:**

**Guía de observación resumen:** este instrumento nos permitirá observar la resistencia en el diseño de la elaboración del mortero, como se ejecuta realmente y cómo repercute en la prevención de fallas constructivas en las zonas urbanas y rurales.

Siendo un proyecto de investigación con un nivel de investigación cuasi experimental y realizar ensayos de las muestra de nuestra población en un laboratorio se opta por usar como técnica de investigación: LA OBSERVACION.(Guía de observación resumen como instrumento), en donde se va comparando la variación de la resistencia, a medida que llegue a su fraguado final y comportamiento de los agregados que se utilizara en el diseño de mezcla ya sea para un mortero convencional o un mortero con sustitución del cemento con un 30% de ceniza de cascara de arroz y adicionando un 3 y 8% de penca de maguey, la cual nos brindara una resistencia para los cubos de morteros (experimental o convencional).

Se tiene que tener en cuenta los materiales a utilizarse en nuestro diseño de mortero, para esto tiene que ser evaluados haciendo una serie de ensayos para la verificación de

la calidad de los materiales a utilizar en el diseño de mezcla de mortero de concreto, por ello se debe tener en cuenta los siguientes ensayos:

**Los instrumentos serán tomados con respecto a los siguientes ensayos:**

- Análisis granulométrico por tamizado.
- Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.
- Ensayo de peso unitario suelto y compactado de la arena.
- Contenido de humedad.
- Material más fino que la malla #200.
- Impurezas Orgánicas
- Diseño de mezcla.
- Elaboración de datos de mortero
- Ensayo de exudación del mortero.
- Ensayo Resistencia a la Comprensión

**Para Agregados:**

**TABLA 12**

	NTP		ASTM	
	Ag.Grueso	Ag. Fino	Ag. Grueso	Ag. Fino
Análisis Granulométrico	NTP 400 - 012		ASTM C - 136	
Peso unitario suelto y varillado	<b>NTP 400 - 017</b>		<b>ASTM C - 29</b>	
Peso Específico y Capacidad de Absorción	<b>NTP 400 - 021</b>	<b>NTP 400 - 022</b>	<b>ASTM C - 127</b>	<b>ASTM C - 128</b>
Contenido de humedad	<b>ASTM - 2216</b>			

Fuente: NTP

Adaptada según propiedades físicas del agregado, con patrones de sustitución al cemento con 18% de ceniza de cascara de arroz y un 3% de penca de maguey.

El tiempo límite para la prueba varía de acuerdo a la edad del ensayo: 24horas  $\pm 0.5$ horas, 3días  $\pm 1$ hora, 7días  $\pm 3$ horas, 28 días  $\pm 12$ horas.

Los morteros se clasifican en: tipo P, empleando en la construcción de los muros cortantes; y NP, utilizando en los muros no portantes (ver tabla 13)

Los componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto) indicadas en la tabla 13.

TIPO	COMPONENTES			USOS
	CEMENTO	CAL	ARENA	
<b>P1</b>	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	Muros Portantes
<b>P2</b>	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
<b>NP</b>	1	-	Hasta 6	Muros no Portantes

- **Procedimiento para recolección de datos – (Fuentes de Información)**

- Se hará un registro de apuntes, mediante fichas, para llevar un control de la toma de muestras y a la vez se realizarán toma fotográfica para tener un registro y secuencia del desarrollo del proyecto.
- Se determinará la composición química del material
- Se termina la cantidad de materiales para la elaboración de mortero de concreto
- Se elaborarán los dados de mortero de concreto convencionales y con la sustitución con 30% de ceniza de cascara de arroz y adicionando 3 y 8% penca de maguey
- Se ejecutará el curado de los morteros de concreto convencional y con la sustitución del 30% de ceniza de cascará de arroz y adicionando un 3 y 8% de penca de maguey. Finalmente se procederán a realizar los ensayos correspondientes en laboratorio de mecánica de suelo y ensayos de materiales

Con los datos obtenidos se realizarán cuadros comparativos que permitirán ver los resultados.

### III.- RESULTADOS

DIMENSIONES PARA 9 DADOS DE MORTERO (PROPORCION EN PESO),  
DISEÑO DE MORTERO PATRÓN.

MATERIAL	PESO (g)
<b>CEMENTO, g</b>	740
<b>ARENA, g</b>	2035
<b>AGUA</b>	359

Fuente: (NTP 33.051)

DIMENSIONES PARA 9 DADO DE MORTERO (PROPORCION EN PESO),  
DISEÑO DE MORTERO EXPERIMENTAL. SUSTICION DE CEMENTO EN 30%  
Y ADICIONANDO 3 % DE FIBRA DE MAGUEY

MATERIAL	PESO (g)
CEMENTO, g	518
ARENA, g	2035
AGUA	359
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ	222
FIBRA DE MAGUEY 3%	22.2

Fuente: (Elaboración propia)

DIMENSIONES PARA 9 DADO DE MORTERO (PROPORCION EN PESO),  
DISEÑO DE MORTERO EXPERIMENTAL. SUSTICION DE CEMENTO EN 30%  
Y ADICIONANDO 8 % DE FIBRA DE MAGUEY.

<b>MATERIAL</b>	<b>PESO (g)</b>
CEMENTO, g	518
ARENA, g	2035
AGUA	359
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ	222
ADICION FIBRA DE MAGUEY 8%	59.2

Fuente: (Elaboración propia)

**TABLA 14****Ensayo de Resistencia a la compresión de mortero (7 días Patrón).**

<b>ID</b>	<b>AREA (cm2)</b>	<b>CARGA ROTURA (kg)</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2)</b>
M1	25,70	6787	264,1
M2	25,80	7202	279,1
M3	25,50	6963	273,5
<b>PROMEDIO</b>		<b>271.1</b>	

Fuente: Elaboración Propia

**TABLA 15****Ensayo de Resistencia a la compresión de mortero (14 días Patrón)**

<b>ID</b>	<b>AREA (cm2)</b>	<b>CARGA ROTURA (kg)</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2)</b>
M4	26,20	8125	310,1
M5	26,50	8631	325,7
M6	26,70	8498	318,3
<b>PROMEDIO</b>		<b>318.0</b>	

Fuente: Elaboración Propia

**TABLA 16****Ensayo de Resistencia a la compresión de mortero (28 días Patrón)**

<b>ID</b>	<b>AREA (cm2)</b>	<b>CARGA ROTURA (kg)</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2)</b>
M7	26,80	9278	346,2
M8	26,20	9445	360,5
M9	26,70	9420	352,8
<b>PROMEDIO</b>		<b>353.2</b>	

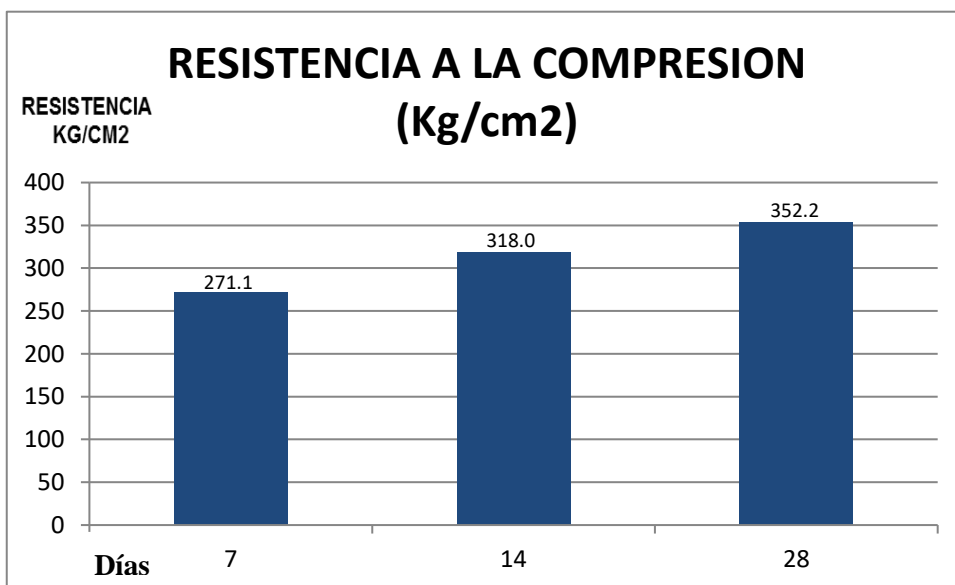
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: De los resultados obtenidos de la prueba de Compresión, se registra que se alcanzó una resistencia promedio que supera lo establecido en los primeros 7 días. Asimismo podemos apreciar que los resultados registrados a los 14 días incrementaron y superaron lo establecido respectivamente. Para los 28 días pasa el 100%, dado que a la arena no está degradada sino esta solo cuarteada obtuvimos estos resultados como lo vemos.

**GRAFICO N° 01**

**RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm<sup>2</sup>)**

**(PATRON)**



Fuente: (Elaboración propia)



**TABLA 16**

**Ensayo de Resistencia a la compresión de mortero (Experimental 1) sustituyendo un 30% de ceniza de arroz y adicionando un 3% de penca de maguey. (7días Experimental 1).**

<b>ID</b>	<b>AREA (cm2)</b>	<b>CARGA ROTURA (kg)</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2)</b>
<b>M1</b>	26,20	7338	280,1
<b>M2</b>	26,50	7584	286,2
<b>M3</b>	26,70	7842	293,7
<b>PROMEDIO</b>		286,7	

Fuente: Elaboración Propia

**TABLA17**

**Ensayo de Resistencia a la compresión de mortero (14 días Experimental 1)**

<b>ID</b>	<b>AREA (cm2)</b>	<b>CARGA ROTURA (kg)</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2)</b>
<b>M4</b>	26,80	8848	330,1
<b>M5</b>	26,20	8754	334,1
<b>M6</b>	26,70	9101	340,9
<b>PROMEDIO</b>		335,0	

Fuente: Elaboración Propia

**TABLA18**

**Ensayo de Resistencia a la compresión de mortero (28 días Experimental 1)**

<b>ID</b>	<b>AREA (cm2)</b>	<b>CARGA ROTURA (kg)</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2)</b>
<b>M1</b>	25,70	9404	365,9
<b>M2</b>	25,80	9604	372,2
<b>M3</b>	25,50	9707	380,7
<b>PROMEDIO</b>		372,9	

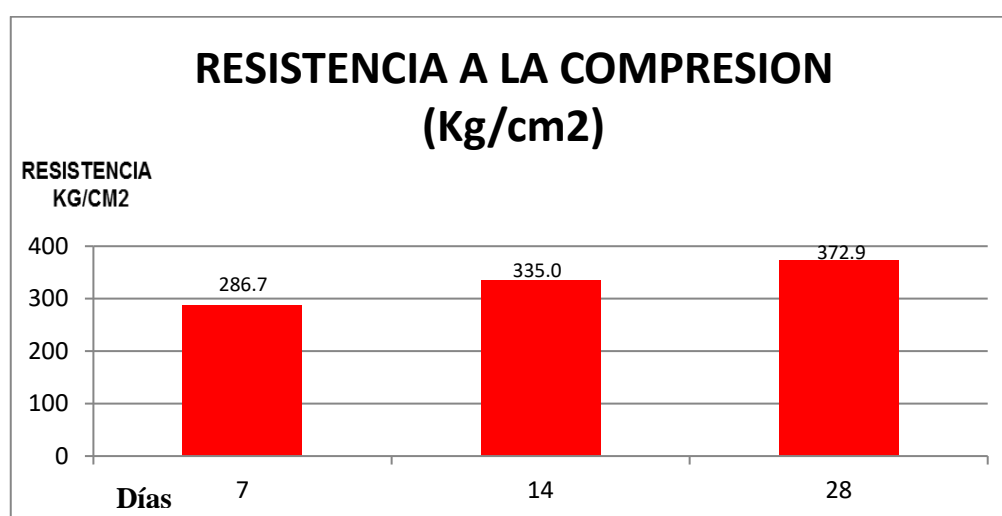
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: De los resultados obtenidos de la prueba de Compresión, se registra que se alcanzó una resistencia promedio establecido que en los primeros 7 días. Asimismo, podemos apreciar que los resultados registrados a los 14 días incrementaron y superaron, a los 28 días superaron lo establecido respectivamente, dado a la sustitución del cemento por un porcentaje de 30% de cascara y a la vez adicionando un 3% de penca de maguey.

### GRAFICO N° 02

#### RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2)

(EXPERIMENTAL 1)



Fuente: Elaboración propia

#### TABLA 19

Ensayo de Resistencia a la compresión de mortero (Experimental 2) sustituyendo un 30% de ceniza de arroz y adicionando un 8% de penca de maguey.

(7días Experimental 2)

ID	AREA (cm2)	CARGA ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2)
M1	26,80	7310	272,8
M2	26,20	7312	279,1
M3	26,70	7079	265,1
<b>PROMEDIO</b>		272,3	

Fuente: Elaboración propia

**TABLA20****Ensayo de Resistencia a la compresión de mortero (14 días Experimental 2)**

<b>ID</b>	<b>AREA (cm2)</b>	<b>CARGA ROTURA (kg)</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2)</b>
<b>M4</b>	25,70	8258	321,3
<b>M5</b>	25,80	8744	338,9
<b>M6</b>	25,50	8401	329,5
<b>PROMEDIO</b>		329,9	

Fuente: Elaboración propia

**TABLA21****Ensayo de Resistencia a la compresión de mortero (28 días Experimental 2)**

<b>ID</b>	<b>AREA (cm2)</b>	<b>CARGA ROTURA (kg)</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2)</b>
<b>M7</b>	26,20	9362	357,3
<b>M8</b>	26,50	9896	373,4
<b>M9</b>	26,70	9667	362,1
<b>PROMEDIO</b>		364,3	

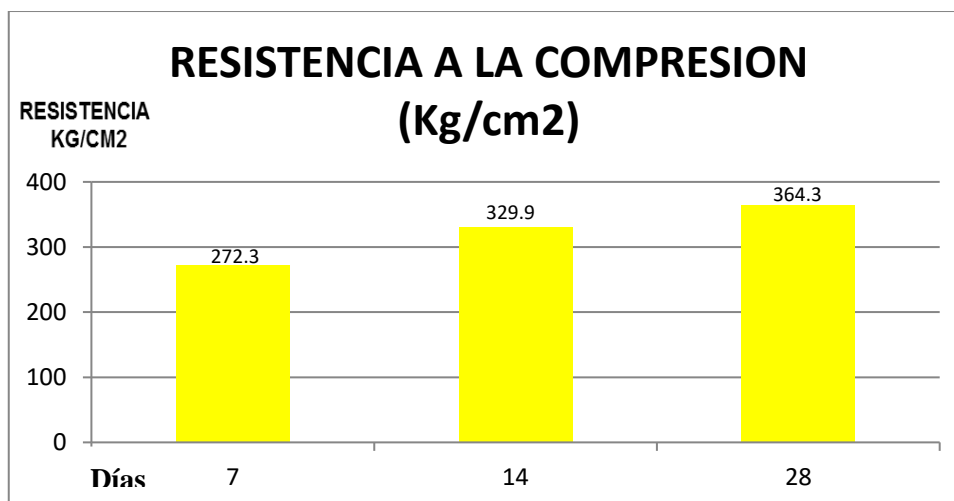
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: De los resultados obtenidos de la prueba de Compresión, se registra que se alcanzó una resistencia promedio establecido que en los primeros 7 días. Asimismo, podemos apreciar que los resultados registrados a los 14 días incrementaron y superaron, a los 28 días superaron lo establecido respectivamente, pero a la vez bajando la resistencia en comparación a los 3% de adición al maguey dado a la sustitución del cemento por un porcentaje de 30% de ceniza de cascara de arroz y adicionando un 8% de penca de maguey.

### GRAFICO N° 03

#### RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm<sup>2</sup>)

(EXPERIMENTAL)



Fuente: Elaboración propia

#### **TABLA 22**

#### **ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm<sup>2</sup>) PATRON Y EXPERIMENTAL**

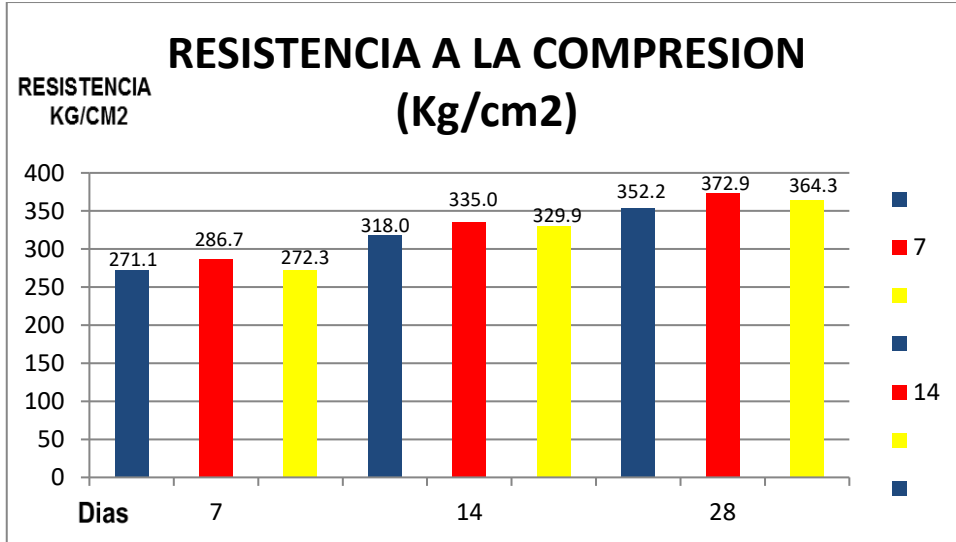
EDAD DIAS	PATRON (Kg/cm <sup>2</sup> )	EXPERIMENTAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	EXPERIMENTAL (Kg/cm <sup>2</sup> )
7	272,2	286,7	272,3
14	318	335	329,9
28	353,2	372,9	364,3

Fuente: (propio).

Interpretación: Podemos decir que la resistencia aumento en comparación con nuestros morteros patrones.

**GRAFICO N° 04**

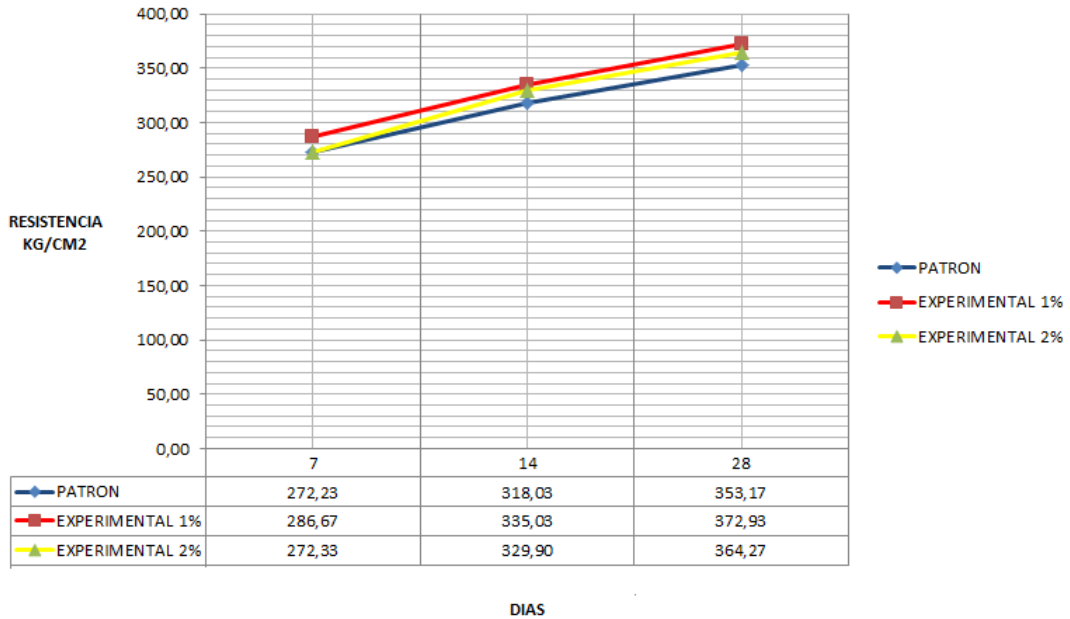
**RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2)  
(PATRON VS EXPERIMENTAL)**



Fuente: Elaboración propia

**GRAFICO N° 05**

**GRÁFICA RESUMEN COMPARACIÓN**



Fuente: Elaboración propia

**TABLA 23****DETERMINACIONES DEL PH DE LOS MATERIALES**

<b>PH</b>	
<b>CENIZA DE CASCARA DE ARROZ</b>	10.04
<b>PENCA DE MAGUEY</b>	5.44
<b>CEMENTO PORTLAND</b>	12.57
<b>COMBINACION</b>	12.09

Fuente: (propio).

**TABLA 24****COMPONENTES QUIMICOS DE CASCARA DE ARROZ POR MEDIO DE RAYOS X (FRXDE)**

<b>OXIDO</b>	<b>CONCENTRACION % MASA</b>	<b>Normalizado al 100%</b>
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	4.021	3.966
<b>SiO<sub>2</sub></b>	86.342	85.162
<b>P<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.139	0.138
<b>SO<sub>2</sub></b>	0.485	0.478
<b>ClO<sub>2</sub></b>	2.923	2.883
<b>K<sub>2</sub>O</b>	5.678	5.600
<b>CaO</b>	1.090	1.075
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0.011	0.010
<b>MnO</b>	0.300	0.296
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.358	0.353
<b>CuO</b>	0.008	0.008
<b>ZnO</b>	0.024	0.024
<b>As<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.006	0.006
<b>SrO</b>	0.177	0.182
<b>Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.001	0.001
<b>Total</b>	101.386	100.00

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 25****COMPONENTES QUIMICOS DE LA PENCA DE MAGUEY POR MEDIO DE RAYOS X (FRXDE)**

<b>ELEMENTO</b>	<b>% MASA</b>
<b>Al</b>	2.122
<b>Si</b>	2.184
<b>S</b>	0.269
<b>Cl</b>	0.052
<b>K</b>	1.424
<b>Ca</b>	5.995
<b>Ti</b>	0.024
<b>Mn</b>	0.012
<b>Fe</b>	0.302
<b>Cu</b>	0.051
<b>Zn</b>	0.051
<b>As</b>	0.006
<b>Sr</b>	0.036
<b>Pt</b>	0.143
<b>Sun-Total</b>	12.670
<b>Otros</b>	87.330
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**DETERMINACIÓN DE LA FLUIDEZ DE LA MEZCLA DEL MORTERO PATRON Y EXPERIMENTAL SUSTITUYENDO CON 30% DE CASCARA DE ARROZ Y 3 Y 8 % DE PENCA DE MAGUEY**

<u>M. Patrón</u>	<u>M1. Experimental</u>	<u>M2. Experimental</u>
D1: 12.22	D1:12.24	D1: 12.21
D2: 12.19	D2: 12.29	D2: 12.26
D3: 12.14	D3: 12.35	D3: 12. 30
<u>Promedio= 12.18</u>	<u>Promedio= 12.29</u>	<u>Promedio= 12.25</u>
$\%Fluidez = \frac{12.18-10.16}{10.16} \times 100$	$\%Fluidez = \frac{12.29-10.16}{10.16} \times 100$	$\%Fluidez = \frac{12.25-10.16}{10.16} \times 100$
%Fluidez = 19.88	%Fluidez = 20.96	%Fluidez = 20.57
Relación A/C = 0.485	Relación A/C = 0.547	Relación A/C = 0.524
Cemento= 250gr	Cemento= 175gr	cemento= 175gr
Arena= 687.5gr	Arena= 687.5gr	Arena= 687.5gr
Agua= 121gr	Agua= 141.96gr	Agua= 141.57gr
	Ceniza Ca= 75gr	Ceniza Ca= 75gr
	Maguey= 7.5gr	Maguey= 20gr



## DETERMINACION DEL ANOVA

**TABLA 26 ANOVA GLOBAL**

	MUESTRA	P	EX1	EX2
<b>7d</b>	1	264,1	280,1	272,8
	2	279,1	286,2	279,1
	3	273,5	293,7	265,1
<b>14d</b>	4	310,1	330,1	321,3
	5	325,7	334,1	338,9
	6	318,3	340,9	329,5
<b>28d</b>	7	346,2	365,9	357,3
	8	360,5	372,2	373,4
	9	352,8	380,7	362,1

Fuente (propio)

**TABLA 27 ANOVA**

Análisis de varianza de un factor				
RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
P	9	2830,3	314,477778	1277,66694
EX1	9	2983,9	331,544444	1435,05528
EX2	9	2899,5	322,166667	1667,1025

Fuente (propio)

**TABLA 28 ANOVA**

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1314,99852	2	657,499259	0,45035998	0,64267595	3,40282611
Dentro de los grupos	35038,5978	24	1459,94157			
Total	36353,5963	26				

Fuente (propio)

**TABLA 29 ANOVA DE 7 DIAS**

<b>MUESTRA</b>	<b>P</b>	<b>EX1</b>	<b>EX2</b>
<b>1</b>	264,1	280,1	272,8
<b>2</b>	279,1	286,2	279,1
<b>3</b>	273,5	293,7	265,1

Fuente (propio)

**TABLA 30 ANOVA**

Análisis de varianza de un factor				
RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
P	3	816,7	272,233333	57,4533333
EX1	3	860	286,666667	46,4033333
EX2	3	817	272,333333	49,1633333

Fuente (propio)

**TABLA 31 ANOVA**

ANÁLISIS DE VARIANZA							
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>	
Entre grupos	413,775556	2	206,887778	4,05609289	0,07685478	5,14325285	
Dentro de los grupos	306,04	6	51,0066667				
Total	719,815556	8					

Fuente (propio)

**TABLA 32 ANOVA DE 14 DIAS**

<b>MUESTRA</b>	<b>P</b>	<b>EX1</b>	<b>EX2</b>
<b>1</b>	310,1	330,1	321,3
<b>2</b>	325,7	334,1	338,9
<b>3</b>	318,3	340,9	329,5

Fuente (propio)

**TABLA 33 ANOVA**

Análisis de varianza de un factor				
RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
P	3	954,1	318,033333	60,8933333
EX1	3	1005,1	335,033333	29,8133333
EX2	3	989,7	329,9	77,56

Fuente (propio)

**TABLA 34 ANOVA**

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	456,168889	2	228,084444	4,06648177	0,07651631	5,14325285
Dentro de los grupos	336,533333	6	56,0888889			
Total	792,702222	8				

Fuente (propio)

**TABLA 35 ANOVA DE 28 DIAS**

<b>MUESTRA</b>	<b>P</b>	<b>EX1</b>	<b>EX2</b>
<b>1</b>	346,2	365,9	357,3
<b>2</b>	360,5	372,2	373,4
<b>3</b>	352,8	380,7	362,1

Fuente (propio)

**TABLA 36 ANOVA**

RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
P	3	1059,5	353,166667	51,2233333
EX1	3	1118,8	372,933333	55,1633333
EX2	3	1092,8	364,266667	68,3233333

Fuente (propio)

**TABLA 37 ANOVA**

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	589,042222	2	294,521111	5,05731403	0,05161702	5,14325285
Dentro de los grupos	349,42	6	58,2366667			
Total	938,462222	8				

rechaza la hipótesis nula

Fuente (propio)

#### IV.- ANALISIS Y DISCUSIÓN

Rivva, E. (2010), detalla que la composición química del cemento presenta los siguientes óxidos:

CaO 60-67%      SiO<sub>2</sub> 17-25%      Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 8%      Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.5-6%

El proceso de fusión de la materia prima que ha de dar origen al Clinker se forman silicatos cálcicos, aluminatos cálcicos y ferritos de composición compleja. De ellos los componentes básicos del cemento son los silicatos cálcicos. La fórmula de composición de los cuatro compuestos principales, así como la forma abreviada de los mismos es:

Silicato Tricálcico:  $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  = C3S 30-60 %

(Alita). Favorece un rápido endurecimiento del cemento. Al endurecer a gran velocidad, contribuye en forma importante a las resistencias mecánicas iniciales. Su contribución a la resistencia mecánica final no es tan importante en comparación con el silicato bicálcico.

Silicato Bicálcico:  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  = C2S 15-37 %

(Belita). Su contribución en el desarrollo de la resistencia inicial es poco. Fuente principal del desarrollo de la resistencia en el tiempo.

Aluminato Tricálcico:  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$  = C3A 7-15 %

Contribuye al desarrollo de resistencia durante las primeras 24 horas. Posteriormente su aporte a la resistencia es prácticamente nulo.

Ferroaluminato Tetracálcico:  $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$  = C4AF 8-10 %

(Fase ferrítica). Papel aún no definido. La resistencia disminuye con el aumento de este compuesto, ligera tendencia a la contracción, no siempre acompañada de la formación de grietas capilares, durante los procesos de fraguado y endurecimiento.

Al analizar la composición química de las cenizas de cáscara de arroz podemos apreciar 86.3% de  $\text{SiO}_2$  (Dióxido de Sílice), es un compuesto de silicio y oxígeno, llamado comúnmente sílice. Este compuesto ordenado espacialmente en una red tridimensional (cristalizado) forma el cuarzo y todas sus variedades. Si se encuentra en estado amorfo constituye el ópalo, que suele incluir un porcentaje elevado de agua, y el sílex. Es uno de los componentes de la arena. Siendo los compuestos difícilmente solubles, se produce un precipitado cuando se mezcla una solución que contiene sílice con otra que contiene cal, produciéndose un cuerpo sólido. La presencia de este compuesto en alto porcentaje en nuestro material es un indicador de que nuestro material podría ser considerado cementante.

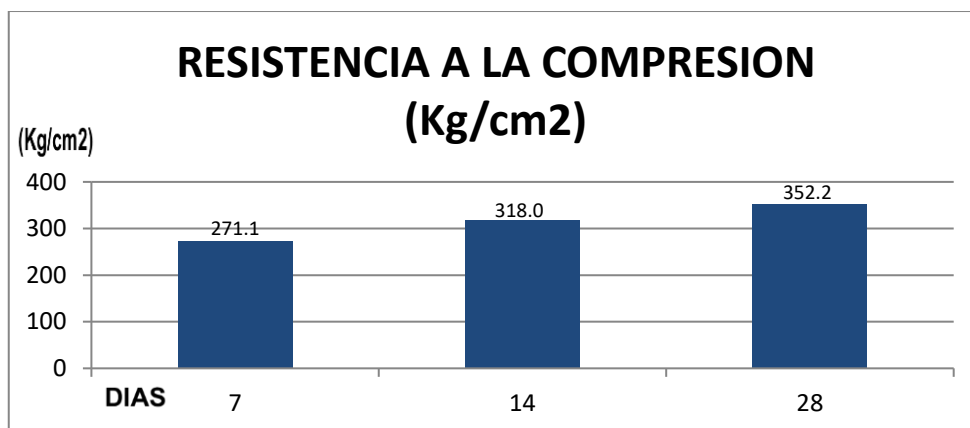
4.02% de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (Trióxido de Aluminio), conocido como Alúmina, es un polvo blanco de elevada dureza y resistencia media. Está presente en la naturaleza en forma de corindón y de esmeril. Su obtención puede realizarse de forma sintética a partir de la bauxita. Dada su gran dureza y elevado punto de fusión el óxido de aluminio suele utilizarse como: Aislante térmico, dispositivo refractario, esmaltes y cerámicas (proporciona dureza). Rivva (2010), menciona que la alúmina reacciona con la arcilla, además puede unirse en combinación geliforme con la cal y el agua. A su vez menciona que un material cementante debe tener entre 3-8 %, siendo esto un valor en nuestro material para ser considerado cementante.

1.09% de  $\text{CaO}$  (Óxido de Calcio), conocido como cal, es el componente más importante del cemento, se puede encontrar en la naturaleza de la aglomeración del agua marina, la cual posee concentraciones de carbonato de calcio y magnesio. Existe déficit en nuestro material al ser menor que el mínimo 60%, lo cual tal como indica Rivva (2010), en el análisis de las combinaciones cal-sílice, se presentan condiciones distintas ya que se entra en el campo de las dimensiones coloidales a las cuales se debe en parte a la alta resistencia de los cementos.

**GRAFICO N° 01**

**RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm<sup>2</sup>)**

**(PATRON)**

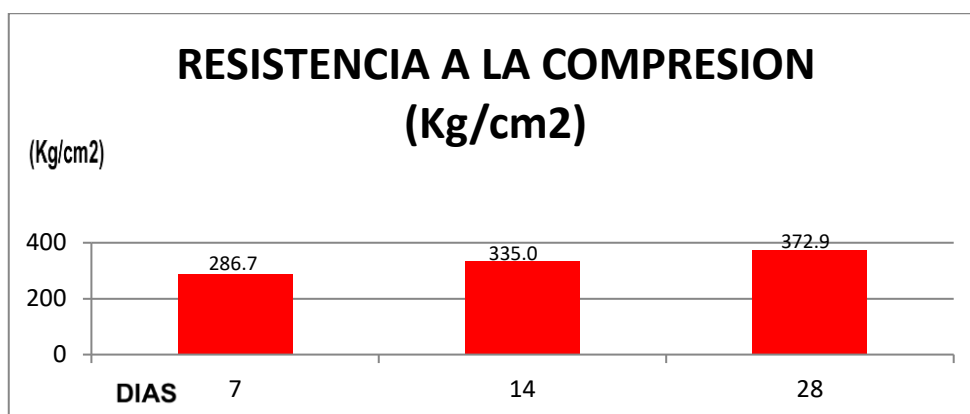


Fuente: Propia

**GRAFICO N° 02**

**RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm<sup>2</sup>)**

**(EXPERIMENTAL 1)**



Fuente: propia



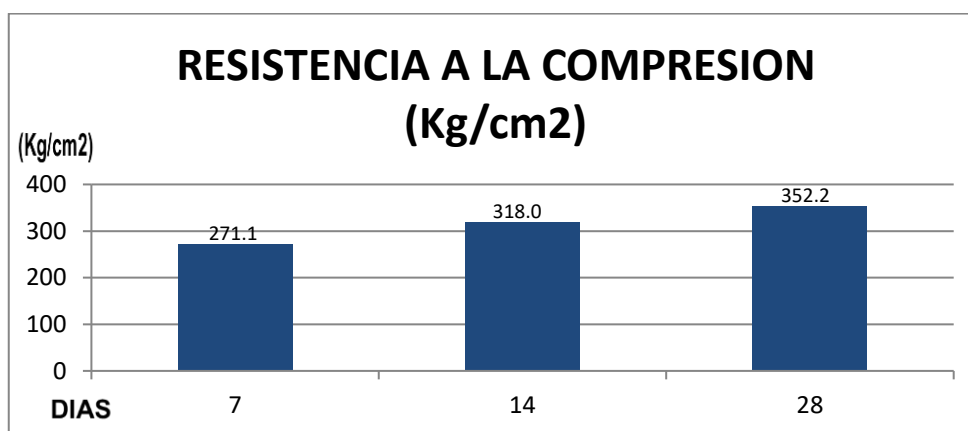
<b>Días</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>28</b>
<b>Patrón</b>	272,2	318,0	353,2
<b>30% Ceniza de cascara y 3 % de fibra de maguey</b>	286,7	335,0	372,9

Grafico 01 y 2. Desarrollo de las resistencias de mortero patrón y experimental 1 que es la sustitución de cemento en 30% con ceniza de cascara de arroz y adicionando 3 % de penca de maguey, donde nos damos cuenta que el experimental1 supera en resistencia en sus 28 días, con la resistencia de 372,9 kg/cm<sup>2</sup>

**GRAFICO N° 01**

**RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm<sup>2</sup>)**

**(PATRON)**

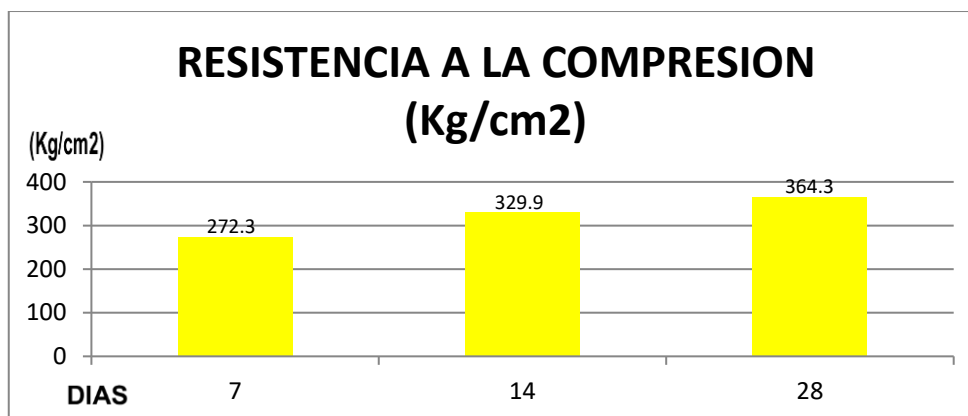


Fuente: Propia

### GRAFICO N° 03

#### RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm<sup>2</sup>)

(EXPERIMENTAL 2)



Fuente: propia

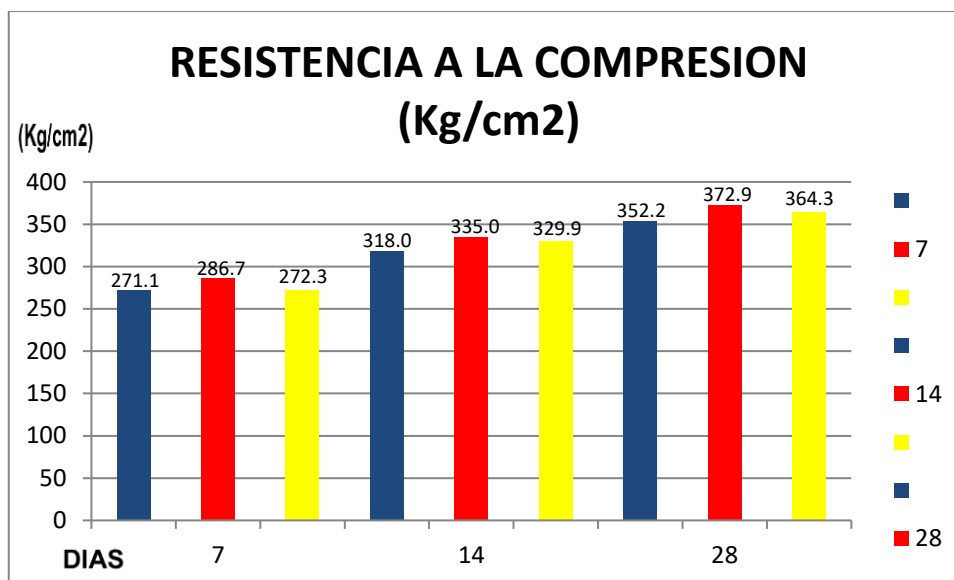
Días	7	14	28
Patrón	272,2	318,0	353,2
30% Ceniza de cascara y 8 % de fibra de maguey	272,3	329,9	364,3

Grafico 01 y 3. Desarrollo de las resistencias de mortero patrón y experimental 2 que es la sustitución de cemento en 30% con ceniza de cascara de arroz y adicionando 8 % de penca de maguey, donde nos damos cuenta que el experimental 2 supera en resistencia en sus 28 días, con la resistencia de 364,3 kg/cm<sup>2</sup>

#### GRAFICO N° 04

#### RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm<sup>2</sup>)

(PATRON VS EXPERIMENTAL 1,2)



Fuente: propia

EDAD DIAS	PATRON (Kg/cm <sup>2</sup> )	EXPERIMENTAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	EXPERIMENTAL (Kg/cm <sup>2</sup> )
7	272,2	286,7	272,3
14	318	335	329,9
28	353,2	372,9	364,3

Fuente: propia

Grafico 04. Se desarrolló la comparación de las resistencias de mortero entre patrones y experimentales con la sustitución de cemento en 30% con ceniza de cascara de arroz y adicionando 3 y 8% de penca de maguey, donde vemos que la resistencia máxima que llego a superar al patrón, fue con 3% de maguey que llego alcanzar 372,9kg/cm<sup>2</sup>, pero también vemos que el 8% de maguey llega a superar con 364,3kg/cm<sup>2</sup> al patrón.

Los resultados obtenidos para la actividad puzolánica muestran que las variaciones de conductividad frente a los tiempos de reacción (h) muestra la suspensión de hidróxido de puzolana / calcio (CH). Este comportamiento sólo se atribuye a la reacción puzolánica entre la sílice amorfa y CH para dar la formación de C - S - H geles, con la correspondiente disminución de la concentración de CH en la solución. Como resultado de esta actividad puzolánica, una variación considerable (pérdida) de la conductividad en edades tempranas se obtiene. La estabilización de la curva que se alcanza durante largos períodos de tiempo, esto indica el momento en que la reacción ha terminado prácticamente.

La composición química de la ceniza se determinó por el Xray fluorescencia (XRF) mediante el uso de una técnica de PAN-alytical-Axio XRF Espectrómetro. La Tabla 1 muestra los elementos principales (expresada como óxidos) presentar en la ceniza de bambú. Sílice (SiO<sub>2</sub>) es el componente principal en cenizas, siguiendo por CaO, K<sub>2</sub>O, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y SO<sub>3</sub> en concentraciones. Óxidos como Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y MnO

La resistencia de los morteros, siguiendo la gráfica 1, fueron de: 272.2, 318.0 y 353.2, en las edades de 7, 14 y 28 días.

La resistencia de los morteros experimentales con ceniza de cascara de arroz en 30% y 3% de maguey, siguiendo la gráfica2, fueron de: 286.7, 335.0 y 372.9, en las edades de 7, 14 y 28 días.

La resistencia de los morteros experimentales con ceniza de cascara de arroz en 30% y 8% de maguey, siguiendo la gráfica2, fueron de: 272.3, 329.9 y 364.3, en las edades de 7, 14 y 28 días.

## V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

En el gráfico de la curva calorimétrica del ATD se aprecia una pérdida de calor que oscila entre los 400 y 500 °C, mientras que el gráfico de curva de masa se aprecia que entre los 350 y 500 °C hay una pérdida de masa considerable. Optando por la activación térmica a 430 °C durante el tiempo de unos 120 minutos, porque en esta temperatura ocurre un cambio o alteración en los componentes de la arcilla dando paso a los óxidos. La penca de maguey no fue sometida a este ensayo, ya que fue adicionado en forma natural, previo secado.

El óptimo nivel de utilización de la pasta compuesta por cemento, cenizas de cáscara de arroz y fibra de penca de maguey en mortero fue de 30% CCA y 3% PM, alcanzando un  $f'c=372.9 \text{ kg/cm}^2$ , en la edad de 28 días en comparación del concreto patrón  $f'c=353.20 \text{ kg/cm}^2$ , incremento del 5.6%, del mortero híbrido frente al concreto patrón.

Obteniendo la segunda resistencia que llegar a superar al patrón utilizando la pasta compuesta por cemento, cenizas de cáscara de arroz y fibra de penca de maguey en mortero fue de 30% CCA y 8% PM, alcanzando un  $f'c=364.3 \text{ kg/cm}^2$ , en la edad de 28 días en comparación del concreto patrón  $f'c=353.20 \text{ kg/cm}^2$ , incremento del 3.15%, del mortero híbrido frente al concreto patrón.

Las cenizas de cáscaras de arroz, sus precursores puzolánicos, la naturaleza amorfa y sus altos contenidos de óxidos de silicio (86%) y su alta actividad puzolánica han logrado sustituir satisfactoriamente al cemento en mezclas de mortero en el porcentaje de 30%. No se evidenció el incremento de la resistencia a la compresión en mortero al adicionar la fibra de penca de maguey, asimismo el ensayo de arqueometría no evidenció niveles de óxidos característicos en materiales puzolánicos

De la tabla 32 podemos observar que el análisis de varianza tiene una probabilidad menor a 0.05 (ensayo de resistencia a la compresión a edad de 28 días), por lo que debemos rechazar la hipótesis nula, es decir el uso de cenizas de cáscaras de arroz y

fibra de penca de maguey es factible, asimismo el valor estadístico F de Fisher de 5.05 el cual es inferior al valor crítico de F por lo tanto estamos aceptando las condiciones.

Al haberse comprobado que este nuevo material se obtuvo a partir de residuos, a relativas bajas temperaturas de calcinación y tiempos de trituración que el cemento, implica una contribución hacia un bajo costo y menor contaminación además de ser este un material alternativo amigable con el medio ambiente.

## **RECOMENDACIONES**

Investigar en un diseño óptimo con mayores niveles de sustitución de cemento por cenizas de cáscaras de arroz, además investigar nuevos materiales puzolánicos diferentes a la penca de maguey y que trabajen en conjunto con la ceniza de hoja seca de cáscara de arroz, a fin de formar híbridos y modelar nuevos diseños de mezcla en función a los precursores puzolánicos, la naturaleza amorfa y sus altos contenidos de óxidos de silicio y calcio.

Tener en cuenta la presencia de elementos nocivos en las mezclas de concreto, como óxido de potasio, elementos encontrados en la ceniza de cáscara de arroz y penca de maguey.

Analizar pruebas estadísticas T-Student, para llevar un control estadístico en muestras de mortero de concreto, que permitan mejorar la calidad de elaboración del mismo.

Realizar repeticiones de la investigación, considerando diseños de mezcla en función a la durabilidad, considerando además métodos alternativos de diseño, Walker, Pesos Unitarios.

Tener en cuenta que al utilizar materiales orgánicos como la fibra de penca de maguey, debemos de utilizar un aditivo como SikaCem-1 Fiber (Fibra sintética para refuerzo del concreto y mortero) donde nos ayude para evitar el agrietamiento que nos puede producir algún material orgánico.

De la tabla 01 de la normal NTP 33-051, llegue a utilizar las cantidades de materiales que nos recomiendan para el cemento, arena y agua, donde llegar a tener unos excelentes resultados para mi investigación.

## VI.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Norma Técnica Peruana (NTP) 334.051. (2013). *Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de mortero de cemento Tipo I, usando especímenes cúbicos de 50mm de lado.*
- American Society for Testing and Materials (ASTM). (2007). *Especificación estándar para el cemento Portland.*
- Barbaran, J. (2012). *Materiales no tradicionales.* Obtenido de litracon: <http://litracon.hu/en>
- Carvajal, E. P. (2013). *Tecnología del concreto y mortero.*
- Coronacion, D. (2016). *La resistencia a la compresión de un mortero, utilizando la ceniza de la cascara de arroz y el polvo de concha de abanico.* Chimbote.
- et.al, J. (2015). *Determinacion de la resistencia en compresion de un mortero.*
- Gonzales. (2009). *La evaluación de algunas puzolanas locales como materiales susceptibles de ser utilizados como adición mineral activa en la elaboración de elementos prefabricados para la construcción de viviendas de bajo coste.* Lima.
- Gonzales, A. (2009). *caracteristica de puzolanas como aditivos minerales activos en cementos, aplicacion en viviendas de bajo costo.* Valencia- España .
- Jimenez, A. R. (2016). *ESTUDIO MECÁNICO DE UN COMPOSITE ADICIONADO CON FIBRAS DE AGAVE.* Lima.
- Julian et, a. (2015). *Determinacion de la resistencia en compresion de un mortero.*  
Determinacion de la resistencia en compresion de un mortero.
- Lopez, E. R. (2012). *Tecnología del concreto y mortero.*
- Martinez. (2012). *La utilización de puzolanas en la producción de morteros y concretos para revestimientos y fabricación de componentes constructivos con base cementicia.* Lima.
- Norma Técnica Peruana (NTP) 334-051. (2008). *Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de mortero de cemento Tipo I, usando especímenes cúbicos de 50mm de lado.*
- Norma Técnica Peruana (NTP). 334.009. (2007). *Cementos portland Requisitos.*
- Norma Técnico peruana (NTP), 339.088. (2006). *Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto.*



- Pasquel, E. (1993). *Temas de tecnología del concreto*. Lima. Editorial UNI. Recuperado de: [https://es.slideshare.net/cmanuel\\_locky/topicos-de-tecnologia-del-concreto-en-el-peru](https://es.slideshare.net/cmanuel_locky/topicos-de-tecnologia-del-concreto-en-el-peru)
- Portland Cement Association, PCPA. (2002). *Diseño y control de mezclas de concreto (1 ed.)*. Skokie, Illinois. EE.UU.
- Quevedo. (2012). *Evaluar la cáscara de arroz calcinada como puzolana artificial en el mejoramiento del diseño de morteros para acabados, de acuerdo a las normas ASTM de referencia*. Chimbote. Recuperado de : <https://es.slideshare.net/luisalbertoportocarr2/328332828-tesisdecascaradearrozo-86320314>
- Vasquez. (2002). *La calcinación controlada de la cáscara de arroz a baja temperatura de 400°C por 2 horas*. Piura.
- Vasquez, O. (2016). *reglamento nacional de edificaciones*.
- Villegas. (2012). *La utilización de puzolanas en la producción de morteros y concretos para revestimiento, utilizando la ceniza de la cascara de arroz obtenida de una calcinación controlada al aire libre*. Lima. Recuperado de: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/663/T%20693.5%20L795%202014.pdf?sequence=1>

## **VII.- AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer primeramente a Dios, por haberme dado la vida, por ser mi apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad, por permitirme llegar a este momento tan importante de mi formación profesional. También agradezco a mis padres; el esfuerzo y las metas alcanzadas, refleja la dedicación, el amor que invierten los padres en sus hijos. Gracias a mis padres soy quien soy, orgullosamente y con la cara muy en alto agradezco a Florentino Sánchez y Flor Pérez, mi mayor inspiración, gracias a mis padres he concluido con mi mayor meta.

Y a mi futura esposa Yubixza Huaraz por llegar en el momento especial para apoyarme en todo este largo camino de la carrera y seguir con los logros, a mis familiares que están día a día pendiente de mí; a mis amigos con los cuales pasamos muchas anécdotas en el transcurso de la carrera, a Luis Segura por apoyarme y brindarme el conocimiento en la carrera profesional.

Agradezco a mi asesor Ing. Solar Jara Miguel Ángel por apoyarme en todo el curso de titulación brindándome consejos para poder realizar la elaboración y culminación de la tesis.

**VIII.- ANEXOS Y APENDICE**  
**ANEXO 01 Resultados de Laboratorio**



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

SOLICITA : BACH. SANCHEZ PEREZ JOAN WILLIAMS

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESION EN MORTERO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRA DE MAGUEY"

FECHA: 23/04/2019

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA MOLDEO	ROTURA	EDAD DIAS	FC Kg/cm4	FC/F'C (%)
1	CONCRETO CON 30% DE SUSTITUCION DE CENIZA ADICIONANDO 8% DE MAGUEY			08/02/2019	15/02/2019	7	272,8	77,9
2	CONCRETO CON 30% DE SUSTITUCION DE CENIZA ADICIONANDO 8% DE MAGUEY			08/02/2019	15/02/2019	7	279,1	79,7
3	CONCRETO CON 30% DE SUSTITUCION DE CENIZA ADICIONANDO 8% DE MAGUEY			08/02/2019	15/02/2019	7	265,1	75,7
4	CONCRETO CON 30% DE SUSTITUCION DE CENIZA ADICIONANDO 8% DE MAGUEY			08/02/2019	22/02/2019	14	321,3	91,8
5	CONCRETO CON 30% DE SUSTITUCION DE CENIZA ADICIONANDO 8% DE MAGUEY			08/02/2019	22/02/2019	14	338,9	96,8
6	CONCRETO CON 30% DE SUSTITUCION DE CENIZA ADICIONANDO 8% DE MAGUEY			08/02/2019	22/02/2019	14	329,5	94,1
7	CONCRETO CON 30% DE SUSTITUCION DE CENIZA ADICIONANDO 8% DE MAGUEY			08/02/2019	08/03/2019	28	357,3	102,1
8	CONCRETO CON 30% DE SUSTITUCION DE CENIZA ADICIONANDO 8% DE MAGUEY			08/02/2019	08/03/2019	28	373,4	106,7
9	CONCRETO CON 30% DE SUSTITUCION DE CENIZA ADICIONANDO 8% DE MAGUEY			08/02/2019	08/03/2019	28	362,1	103,5



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA EN INGENIERIA DE MATERIAS  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH. SANCHEZ PEREZ JOAN WILLIAMS

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESION EN MORTERO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRA DE MAGUEY"

FECHA: 23/04/2019

NR	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm3	FC/F' C (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO CON 30% DE SUSTITUCION DE CENIZA ADICIONANDO 3% DE MAGUEY	-		07/02/2019	14/02/2019	7	280,1	80,0
2	CONCRETO CON 30% DE SUSTITUCION DE CENIZA ADICIONANDO 3% DE MAGUEY	-		07/02/2019	14/02/2019	7	286,2	81,8
3	CONCRETO CON 30% DE SUSTITUCION DE CENIZA ADICIONANDO 3% DE MAGUEY	-		07/02/2019	14/02/2019	7	293,7	83,9
4	CONCRETO CON 30% DE SUSTITUCION DE CENIZA ADICIONANDO 3% DE MAGUEY	-		07/02/2019	21/02/2019	14	330,1	94,3
5	CONCRETO CON 30% DE SUSTITUCION DE CENIZA ADICIONANDO 3% DE MAGUEY	-		07/02/2019	21/02/2019	14	334,1	95,5
6	CONCRETO CON 30% DE SUSTITUCION DE CENIZA ADICIONANDO 3% DE MAGUEY	-		07/02/2019	21/02/2019	14	340,9	97,4
7	CONCRETO CON 30% DE SUSTITUCION DE CENIZA ADICIONANDO 3% DE MAGUEY	-		07/02/2019	07/03/2019	28	365,9	104,5
8	CONCRETO CON 30% DE SUSTITUCION DE CENIZA ADICIONANDO 3% DE MAGUEY	-		07/02/2019	07/03/2019	28	372,2	106,3
9	CONCRETO CON 30% DE SUSTITUCION DE CENIZA ADICIONANDO 3% DE MAGUEY	-		07/02/2019	07/03/2019	28	380,7	108,8



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
RECTORADO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 178544  
-JEFE-



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH. SANCHEZ PEREZ JOAN WILLIAMS

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESION EN MORTERO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y FIRRA DE MAGUEY"

FECHA: 23/04/2019

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/FC (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO PATRON	-		17/01/2019	24/01/2019	7	264,1	75,5
2	CONCRETO PATRON	-		17/01/2019	24/01/2019	7	279,1	79,7
3	CONCRETO PATRON	-		17/01/2019	24/01/2019	7	273,5	78,1
4	CONCRETO PATRON	-		17/01/2019	31/01/2019	14	310,1	88,6
5	CONCRETO PATRON	-		17/01/2019	31/01/2019	14	325,7	93,1
6	CONCRETO PATRON	-		17/01/2019	31/01/2019	14	318,3	90,9
7	CONCRETO PATRON	-		17/01/2019	14/02/2019	28	346,2	98,9
8	CONCRETO PATRON	-		17/01/2019	14/02/2019	28	360,5	103,0
9	CONCRETO PATRON	-		17/01/2019	14/02/2019	28	352,8	100,8



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FALLEN - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CENTRO DE INVESTACIONES EN MATERIALES  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## PESOS UNITARIOS

**SOLICITA :** Bach. Sanchez Perez, Joan Williams

**TESIS :** "Resistencia a Compresion en Mortero con Ceniza de Cascara de Arroz y Fibra de Maguey"

**LUGAR :** HUARAZ

**CANTERA :** TACLLAN

**MATERIAL :** AGREGADO FINO

**FECHA :** 21/01/2019

### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7680	7670	7660
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4260	4250	4240
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1535	1531	1527
<b>Peso unitario prom.</b>	1531 Kg/m <sup>3</sup>		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8005	8020	8010
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4585	4600	4590
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1652	1657	1653
<b>Peso unitario prom.</b>	1654 Kg/m <sup>3</sup>		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
OFICIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
INGENIERIA GEOTECNICA

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 115544  
JEFE

**RECTORADO:** Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf: (043) 483320  
**CAMPUS UNIVERSITARIA:** Urb. Los Pinos Telf: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolnesi 421 Telf: (043) 483810  
**Nuevo Chimbote** Av. Pacifico y Anchoveta Telf: (043) 483802 / San Luis Telf: (043) 483826  
**OFICINA DE ADMISION:** Esq. Aguirre y Espinor - Telefono: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA : **Bach. Sanchez Perez, Joan Williams**  
 TESIS : "Resistencia a Compresion en Mortero con Ceniza de Cascara de Arroz y Fibra de Maguey"  
 LUGAR : HUARAZ  
 CANTERA : TACLLAN  
 MATERIAL : **AGREGADO FINO**  
 FECHA : 21/01/2019

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)  
 B : Peso de frasco+ agua  
 C = A + B : Peso frasco + agua +material  
 D : Peso de material+agua en el frasco  
 E = C - D : Volumen de masa+volumen de vacio  
 F : Peso Material seco en horno  
 G= E- (A - F) : Volumen de masa

300,0	300,0	
679,0	679,0	
979,0	979,0	
863,3	863,8	
115,7	115,2	
296,8	296,8	
112,5	112,0	
1,08	1,08	
1,08		

ABSORCION (%) : ((A-F/F)x100)  
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = F/E  
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E  
 P.e. Aparente (Base Seca) = F/G

PROMEDIO

2,57	2,58	
2,59	2,60	
2,64	2,65	

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)  
 P.e. Bulk (Base Saturada)  
 P.e. Aparente (Base Seca)

2,57
2,60
2,64



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 Y MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosini  
 CIP: 116544  
 JEFE





**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA**

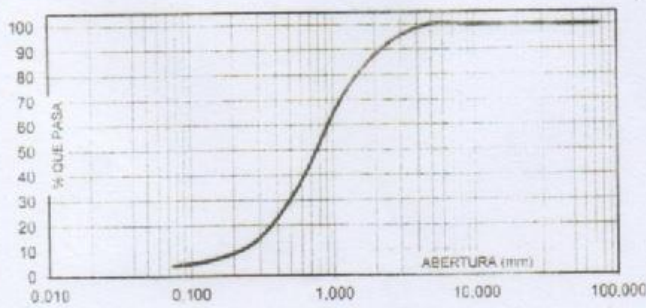
**SOLICITA :** Bach. Sanchez Perez, Joan Williams  
**TESIS :** "Resistencia a Compresion en Mortero con Ceniza de Cascara de Arroz y Fibra de Maguey"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**FECHA :** 21/01/2019 **CANTERA :** TACLLAN **MATERIAL :** AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	1837
PESO SECO LAVADO	1807.60
PESO PERDIDO POR LAVADO	79.50

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No 3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.380	158.50	8.40	8.40	91.60
N° 16	1.180	374.00	19.82	28.22	71.78
N° 30	0.600	641.50	34.00	62.22	37.78
N° 50	0.300	430.60	22.81	85.03	14.97
N° 100	0.150	155.00	8.21	93.24	6.76
N° 200	0.075	48.00	2.54	95.79	4.21
PLATO		79.50	4.21	100.00	0.00
TOTAL		1887.00	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL n° 8  
 MODULO DE FINEZA 2.77  
 HUMEDAD 6.06%

**CURVA GRANULOMETRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYOS METEOROLOGICOS  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 116544  
 JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
<b>TESIS</b>		: "Resistencia a Compresion en Mortero con Ceniza de Cascara de Arroz y Fibra de Maguey"			
<b>SOLICITA</b>		: Bach. Sanchez Perez, Joan Williams			
<b>DISTRITO</b>		: HUARAZ		<b>HECHO EN</b> : USP -HUARAZ	
<b>PROVINCIA</b>		: HUARAZ		<b>FECHA</b> 21/01/2019	
<b>PROG. (KM.)</b>		:		<b>ASESOR</b>	
DATOS DE LA MUESTRA					
<b>CALICATA</b>		:			
<b>MUESTRA</b>		: AGREGADO FINO TACLAN			
<b>PROF. (m)</b>		:			
AGREGADO FINO					
<b>Nº TARRO</b>		1	2		
<b>PESO TARRO + SUELO HUMEDO</b>	(g)	1022.0	879.0		
<b>PESO TARRO + SUELO SECO</b>	(g)	997.5	856.0		
<b>PESO DE AGUA</b>	(g)	24.50	23.00		
<b>PESO DEL TARRO</b>	(g)	170.20	164.4		
<b>PESO DEL SUELO SECO</b>	(g)	827.30	691.6		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	(%)	2.96	3.33		
<b>HUMEDAD PROMEDIO</b>	(%)			3.14	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
GRUPO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 118544  
JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE IMPUREZAS ORGANICAS DEL AGREGADO FINO

(ASTM C 33-03)

Bach. SANCHEZ PEREZ, Joan.

**SOLICITA** :  
**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION EN MORTERO CON CEMENTO EN 18% CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y ADICIONANDO 3% DE PENCA DE MAIZ"  
**LUGAR** : HUARAZ – ANCASH  
**CANTERA** : TACLLAN  
**MATERIAL** : AGREGADO FINO  
**FECHA** : 21/01/2019

- El resultado de las pruebas de impurezas orgánicas dio como resultado el grado I dentro de la placa orgánica de colores Gardner.
- Significa que el material es limpio no tiene impurezas organicas y es de buena o excelente calidad.
- Se recomienda su uso para diferentes mezclas de concreto y otros.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
ENSAYO DE MORTERO  
Ing. Elizabeth Maza Amadorio  
CIP: 116544  
JEFE



**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE FLUIDEZ DE LAS PASTAS DE  
MORTERO-PATRON  
(MTC E 616-NTP 334.126)**

SOLICITA : BACH. SANCHEZ PEREZ JOAN WILLIAMS  
TC/DIG : RESISTENCIA A COMPRESION EN MORTERO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
Y FIBRA DE MAGUEY  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
MATERIAL : ARENA GRUESA  
FECHA : 21/10/2019  
RELACION A/C : 0.485

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
12.22	12.18	10.16	19.91
12.19			
12.14			
12.18			

**OBSERVACIÓN** La fluidez se debe encontrar dentro del rango 110 +/-5%

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
*Mg. Miguel S. Jara*  
JEFE



**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE FLUIDEZ DE LAS PASTAS DE  
MORTERO-EXPERIMENTAL-M1  
(MTC E 616-NTP 334.126)**

SOLICITA : BACH. SANCHEZ PEREZ JOAN WILLIAMS  
TÍTULO : RESISTENCIA A COMPRESION EN MORTERO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
Y FIBRA DE MAGUEY  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
MATERIAL : ARENA GRUESA  
FECHA : 21/10/2019  
RELACION AC : 0.495

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
12.24	12.29	10.16	20.99
12.29			
12.35			
12.29			

**OBSERVACIÓN** La fluidez se debe encontrar dentro del rango 110 +/-5%

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
*Mg. Miguel Ángel Jara*

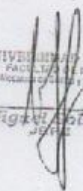


**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE FLUIDEZ DE LAS PASTAS DE  
MORTERO-EXPERIMENTAL-M2  
(MTC E 616-NTP 334.126)**

SOLICITA : BACH. SANCHEZ PEREZ JOAN WILLIAMS  
TCGS : RESISTENCIA A COMPRESION EN MORTERO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
Y FIBRA DE MAGUEY  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
MATERIAL : ARENA GRUESA  
FECHA : 21/10/2019  
RELACION A/C : 0.495

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
12.21	12.25	10.18	20.60
12.26			
12.30			
12.24			

**OBSERVACIÓN** La fluidez se debe encontrar dentro del rango 110 +/-5%

  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LAB. MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
Mg. Miguel Ángel Jara



### DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

( Frasco de Le Chaletoir)

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

SOLICITA : BACH. SANCHEZ PEREZ JOAN WILLIAMS  
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION EN MORTERO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
Y FIBRA DE MAGUEY  
MATERIAL : 100% CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
FECHA : 21/10/2019

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	21.00	21.00
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	21.00	21.00
PESO ESPECIFICO		3.048	3.048
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	( gr / cm <sup>3</sup> )	3.048	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Los Pinos Mz. B s/n y 5<sup>a</sup> Av. de Montañas,  
Mg. Miguel Rafael Jara



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 Chaletoir)

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

SOLICITA : BACH. SANCHEZ PEREZ JOAN WILLIAMS  
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION EN MORTERO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
Y FIBRA DE MAGUEY  
MATERIAL : CEMENTO 70% + 30% CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
FECHA : 21/10/2019

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	20.40	20.40
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	20.40	20.40
PESO ESPECIFICO		3.137	3.137
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm <sup>3</sup> )	3.137	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Los Pinos - Urb. Los Pinos - Chimbote  
Mg. Miguel Solar Jara





**INFORME DE ENSAYO OT180100**

**CLIENTE** Razón Social : SANCHEZ PEREZ JOAN WILLIAMS  
 Dirección : Palmira - Independencia  
 Atención : Sanchez Perez Joan W.  
  
**MUESTRA** Producto declarado : Cemento Portland  
 Matriz : Otros  
 Procedencia : Huaraz  
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180056  
  
**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
 Referencia: : No indica  
  
**LABORATORIO** Fecha de recepción : 29/Mayo/2018  
 Fecha de análisis : 29 - 05 de Junio/2018  
 Cotización N° : CO180321

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	M - 03
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	29/05/2018
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	15:30
					Código de Laboratorio	OT180145
OT	OTROS ANALISIS FISICOQUIMICOS					
OT02	pH (en laboratorio)	Unid. pH	NOM21-AS-02(*)		12.57	

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA  
<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

  
 Msc. Quím. Mario Leyva Collas  
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Huaraz, 05 de Junio de 2018



**INFORME DE ENSAYO OT180099**

**CLIENTE** Razón Social : SANCHEZ PEREZ JOAN WILLIAMS  
 Dirección : Palmira - Independencia  
 Atención : Sanchez Perez Joan W.  
**MUESTRA** Producto declarado : Penca de Magey  
 Matriz : Otros  
 Procedencia : Picup - Distrito de Independencia  
 Ref/Condición : Cadena de Custodia CC180056  
**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
 Referencia : No indica  
**LABORATORIO** Fecha de recepción : 29/Mayo/2018  
 Fecha de análisis : 29 - 05 de Junio/2018  
 Cotización N° : CO180321

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código de cliente	M - 02
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	14/05/2018
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	15:00
					Código del Laboratorio	OT180144
OT	OTROS ANALISIS FISICOQUIMICOS					
OT02	pH (en laboratorio)	Unid. pH	NOM21 -AS - 02 (*)	.....		5.44

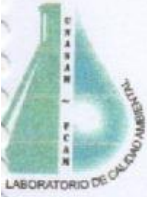
(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente



MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 COP N° 804

Huaraz, 05 de Junio de 2018



### INFORME DE ENSAYO OT180101

**CLIENTE** Razón Social : SANCHEZ PEREZ JOAN WILLIAMS  
 Dirección : Palmira - Independencia  
 Atención : Sanchez Perez Joan W.

**MUESTRA** Producto declarado : Mezcla de Cascara de Arroz, Penca de Magey y Cemento  
 Matriz : Otros  
 Procedencia : Huaraz  
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180056

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
 Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 29/Mayo/2018  
 Fecha de análisis : 29 - 05 de Junio/2018  
 Cotización N° : CO180321

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código de cliente	M - 04
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	29/05/2018
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	18:30
					Código de Laboratorio	OT180146
OT	OTROS ANALISIS FISICOQUIMICOS					
OT02	pH (en laboratorio)	Unid. pH	NOM21-AS-02 (*)			12.09

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

  
 MSc. Quím. Mario Leyva Collaz  
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Huaraz, 05 de Junio de 2018



### INFORME DE ENSAYO OT180098

**CLIENTE** Razón Social : SANCHEZ PEREZ JOAN WILLIAMS  
Dirección : Palmira - Independencia  
Atención : Sanchez Perez Joan W.

**MUESTRA** Producto declarado : Ceniza de Cascara de Arroz  
Matriz : Otros  
Procedencia : Santa Distrito de Santa  
Ref/Condición : Cadena de Custodia CC180058

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 29/Mayo/2018  
Fecha de análisis : 29 - 05 de Junio/2018  
Cotización N° : CO180321

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	M - 01
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	14/05/2018
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	12:00
					Código del Laboratorio	OT180143
OT	OTROS ANALISIS FISICOQUIMICOS					
OT02	pH (en laboratorio)	Unid. pH	NOM21-AS-02 (*)			10.04

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA  
<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

Msc. Químico Mario Leyva Colías  
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
COP N° 804

Huaraz, 05 de Junio de 2018

**ANEXO 02 Ensayo de Análisis Térmico Diferencial**



Trujillo, 16 de mayo del 2018

**INFORME N° 143 - AER-18**

Solicitante: Sánchez Pérez Joan C – Universidad San Pedro  
RUC/DNI: .....  
Supervisor: .....

**1. MUESTRA:** Cáscara de arroz (1.5 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-143 MA	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



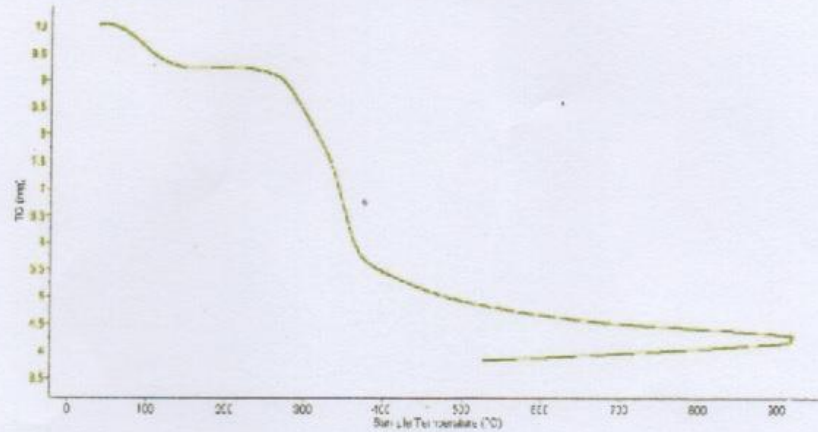


Trujillo, 16 de mayo del 2018

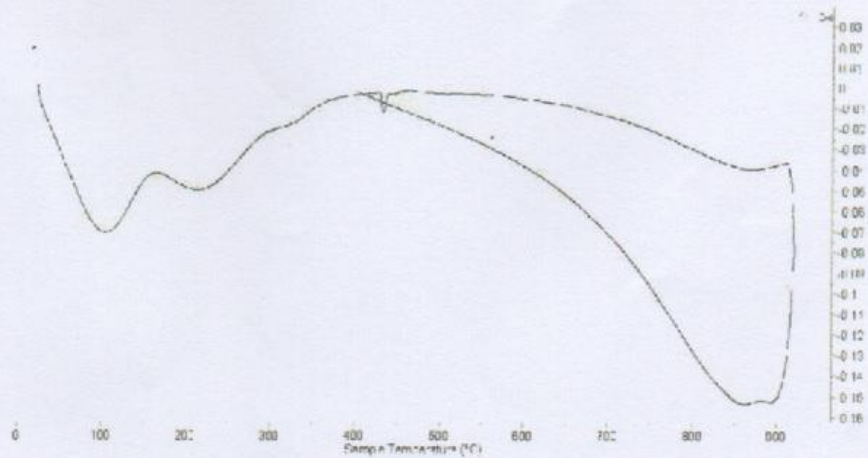
INFORME N° 143 - ABR-18

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica DSC



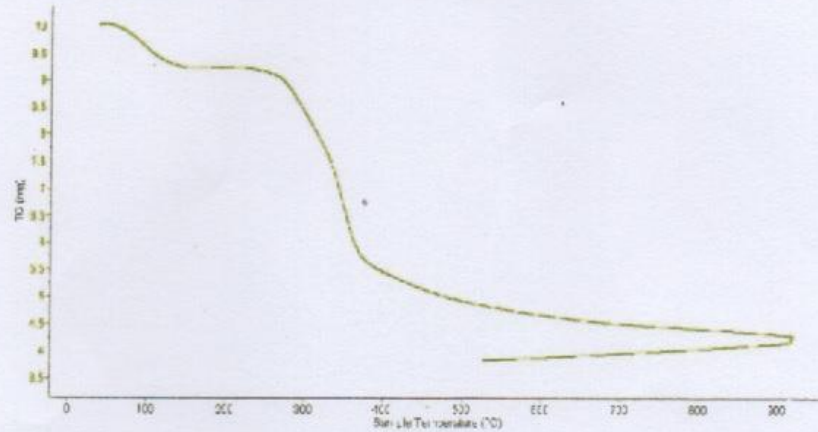


Trujillo, 16 de mayo del 2018

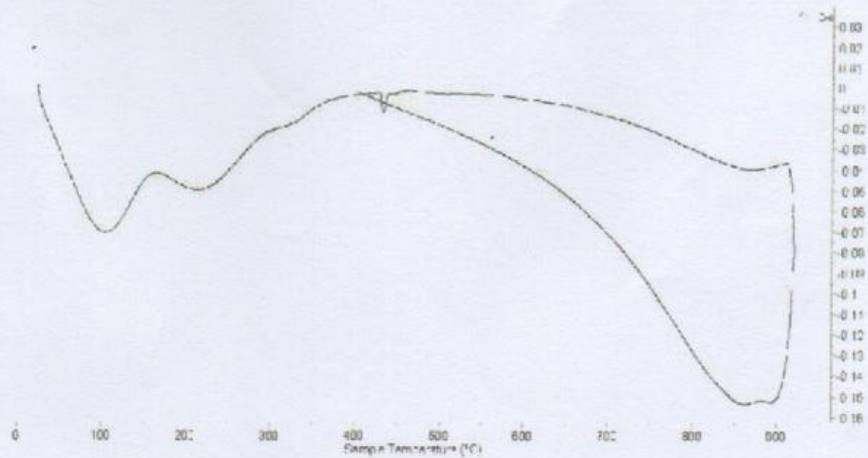
INFORME N° 143 - ABR-18

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica DSC







Trujillo, 16 de mayo del 2018

**INFORME N° 143 - AER-18**

**5. CONCLUSION:**

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra dos caídas de la masa, la primera se da en un rango entre 80 y 120°C y la segunda se da entre 250 y 340°C, posteriormente la caída es gradual y lentamente, hasta llegar a perder un total de 53% de su masa inicial aproximadamente cuando se ha alcanzado su máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar dos picos endotérmicos en torno a 100°C y 220°C y posteriormente se muestra un ligero pico de absorción térmica a 430°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características del material.

Trujillo, 16 de mayo del 2018



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

### **ANEXO 03 Ensayo de Composición Química**



**Informe N°50-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 arroz a pedido del Sr. **Sánchez Pérez, Joan Williams**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Huaraz, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Resistencia a la Compresión en Mortero con Cemento Sustituido en 18% con Ceniza de Cáscara de Arroz y Adicionando 3% de Panca de Maguey.”**

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

**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 3920 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 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una



# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

### Laboratorio de Arqueometría

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

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

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

#### **Resultados.**

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta 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 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico 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%. 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>	4.021	3.966
SiO <sub>2</sub>	86.342	85.162
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.139	0.138
SO <sub>2</sub>	0.485	0.478
ClO <sub>2</sub>	2.923	2.883
K <sub>2</sub> O	5.678	5.600
CaO	1.090	1.075
TiO <sub>2</sub>	0.011	0.010
MnO	0.300	0.296
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.358	0.353
CuO	0.008	0.008
ZnO	0.024	0.024
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.006	0.006
SrO	0.177	0.182
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.001	0.001
Total	101.386	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Archeometría

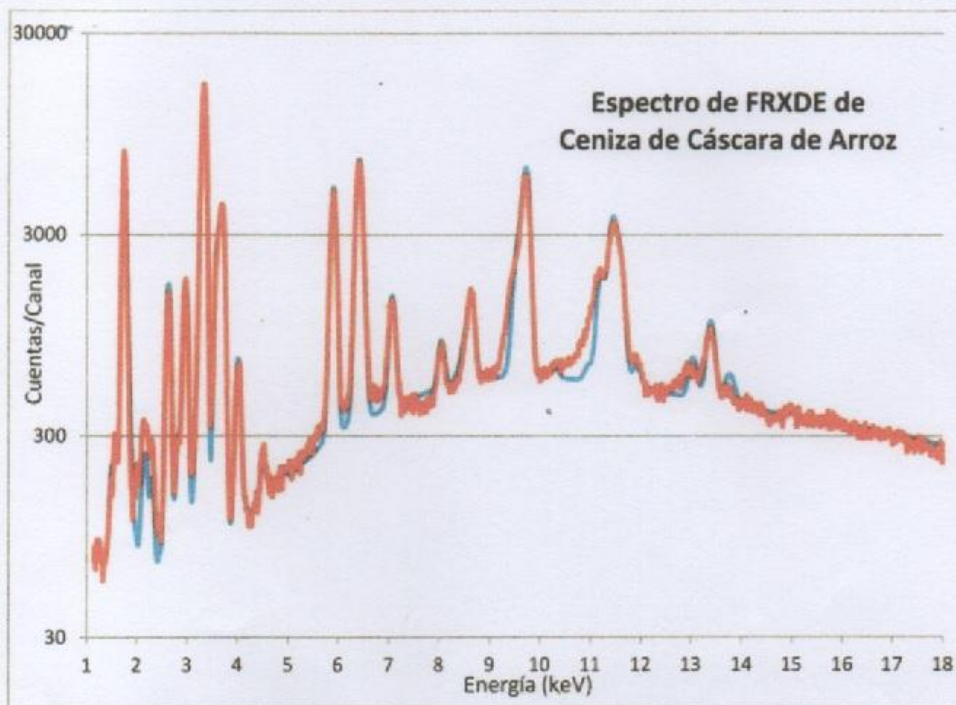


Figura 1. Espectro de FRXDE de ceniza de cáscara de arroz en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos.....

Laboratorio de Archeometría

Lima, 24 de mayo del 2018





**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**

**Laboratorio de Arqueometría**

**Informe N°12 - LAQ/2019**

**Análisis de una muestra de penca de maguey por FRXDE**

**Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de penca de maguey a pedido del Bach. **Sánchez Pérez, Joan Williams**, egresado de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Resistencia a Compresión en Mortero con Ceniza de Cáscara de Arroz y Fibra de Maguey.”**

La muestra consiste de penca seca de maguey en forma de grano fino de color gris.

**Arreglo experimental.**

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15  $\mu$ 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. 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 4211 cts/s

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

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

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

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

### **Resultados.**

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de peca seca de maguey. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV, que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. L

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 elementos más pesados que magnesio encontrados y cuantificados, cuya suma es de 12.67%. El resto, 83.33% está constituido por



elementos más livianos que aluminio, entre los que deben predominar hidrógeno, carbono y oxígeno por tratarse de una material orgánico.

T

Tabla 1. Composición elemental de la penca seca de maguey en % de masa.

Elemento	% masa
Al	2.122
Si	2.184
S	0.269
Cl	0.052
K	1.424
Ca	5.995
Ti	0.024
Mn	0.012
Fe	0.302
Cu	0.051
Zn	0.051
As	0.006
Sr	0.036
Pt	0.143
Sub-Total	12.670
Otros	87.330
Total	100.00

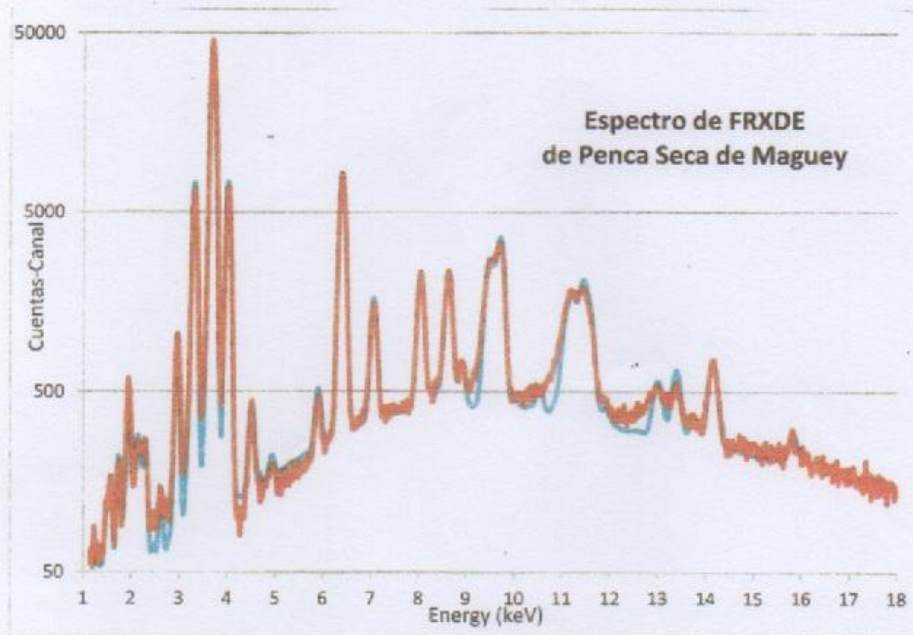


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de penca seca de maguey en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 20 de abril del 2019

**ANEXO 04 Panel Fotográfico**

## ELABORACION DE LOS ENSAYOS DEL LABORATORIO



**Tamizando el material por la malla N°4**



**Elaboración de peso unitario compactado**



**Peso unitario suelto**



**Peso unitario suelto**



**Peso unitario suelto**



**Elaboración de peso Específico**



**Elaboración de peso Específico**



**Elaboración de impurezas orgánicas**



**Tamizando por las mallas para la granulometría**



**Tamizando por las mallas para la granulometría**





**Mufla antes de poner la cascara de arroz**



**Cascara de arroz en ceniza a 430°C por 2horas**



**Moliendo la cascara de arroz**



**Moliendo la cascara de arroz**



**En el horno industrial la cascara de arroz**



**Penca de maguey en la recogida**



**Penca de maguey en la recogida**



**Fibras de penca de maguey**



**Elaboración de Fluidez**



**Elaboración de Fluidez**



**Elaboración de Fluidez**



**Elaboración de Fluidez**



**Elaboración de los morteros**



**Elaboración de los morteros**



**Elaboración de los morteros**



**Desencofrado del mortero**





**Elaboración de los morteros**



**Elaboración de los morteros**



**Desencofrado del mortero**



**Ruptura de los morteros**



**Ruptura de los morteros**



**Ruptura de los morteros**