

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**Resistencia a la compresión de un adoquín de concreto tipo  
I sustituyendo al cemento por ceniza de cáscara de arroz y  
concha de lapicero.**

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

**Autor**

Tapia Hernández, Darwin Harli

**Asesor**

Salazar Sánchez, Dante Orlando

Chimbote – Perú  
2020

## ÍNDICE

<b>Tema</b>	<b>Página N°</b>
Palabras Clave – Línea de Investigación.....	i
Título.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice.....	v
Introducción.....	1
Metodología.....	39
Resultados.....	48
Análisis y Discusion.....	61
Conclusiones.....	65
Recomendaciones.....	67
Referencias bibliográficas.....	68
Agradecimientos.....	70
Anexos.....	71

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 01:</b> Propiedades del cemento portland.....	10
<b>Tabla N° 02:</b> Componentes Químicos del Cemento Portland Tipo I.....	12
<b>Tabla N° 03:</b> Requisitos para el agua de mezcla.....	19
<b>Tabla N° 04:</b> Requisitos Granulométricos / ASTM C-33.....	23
<b>Tabla N° 05:</b> Componentes químicos según ensayo de fluorescencia concha de lapicero...30	
<b>Tabla N° 06:</b> Requerimientos Químicas para cenizas.....	33
<b>Tabla N° 07:</b> Composición de la ceniza de cascara de arroz.....	33
<b>Tabla N° 08:</b> Reacciones de Hidratación de los Silicatos del Cemento Portland.....	34
<b>Tabla N° 09:</b> Técnicas e Instrumentos.....	44
<b>Tabla N° 10:</b> Resultados de calcinación de la cascara de arroz.....	48
<b>Tabla N° 11:</b> Resultados de calcinación de la concha de lapicero.....	49
<b>Tabla N° 12:</b> Composición elemental de ceniza de cascara de arroz en % de masa.....	50
<b>Tabla N° 13:</b> Composición elemental de ceniza de concha de lapicero en % de masa.....	52
<b>Tabla N° 14:</b> Determinación del PH de la CCA, CCL y el Cemento.....	53
<b>Tabla N° 15:</b> Pesos específicos de los materiales.....	55
<b>Tabla N° 16:</b> Ensayo de resistencia a la compresión/diseño patrón a los 7,14y28 días de edad.....	55
<b>Tabla N° 17:</b> Ensayo de resistencia a la compresión/diseño experimental (1) a los 7,14y28 días de edad.....	56
<b>Tabla N° 18:</b> Ensayo de resistencia a la compresión/diseño experimental (2) a los 7,14y28 días de edad.....	58
<b>Tabla N° 19:</b> Resistencia a la compresión promedio de diseño patrón vs experimentales...59	

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 01:</b> Ensayo de fluorescencia de rayos –x.....	29
<b>Figura N° 02:</b> Resultados de difractogramas de conchas-moluscos.....	30
<b>Figura N° 03:</b> Curva de pérdida de masa-Análisis Termo gravitatorio.....	48
<b>Figura N° 04:</b> Curva calorimétrica DSC.....	48
<b>Figura N° 05:</b> Curva de pérdida de masa-Análisis Termo gravitatorio.....	49
<b>Figura N° 06:</b> Curva calorimétrica DSC.....	49
<b>Figura N° 07:</b> 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.....	51
<b>Figura N° 08:</b> 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.....	53
<b>Figura N° 09:</b> Grafico de Ph de los materiales.....	54
<b>Figura N° 10:</b> Resistencia a la compresión promedio de adoquines patrón evaluados según su edad.....	55
<b>Figura N° 11:</b> Comportamiento de la curva de resistencia a la compresión promedio de adoquines patrón.....	56
<b>Figura N° 12:</b> Resistencia a la compresión promedio de adoquines experimentales sust. 16% evaluados según su edad.....	57
<b>Figura N° 13:</b> Comportamiento de la curva de resistencia a la compresión promedio de adoquines experimentales sust.16% .....	57
<b>Figura N° 14:</b> Resistencia a la compresión promedio de adoquines experimentales sust. 28% evaluados según su edad.....	58
<b>Figura N° 15:</b> Comportamiento de la curva de resistencia a la compresión promedio de adoquines experimentales sust.28% .....	59
<b>Figura N° 16:</b> Resistencia a la compresión promedio de adoquines Patrón vs Experimentales.....	60
<b>Figura N° 17:</b> Comportamiento de la curva de resistencia a la compresión promedio de adoquines patrón vs experimentales.....	60

**PALABRAS CLAVE**

<b>Tema</b>	Resistencia a la Compresión
<b>Especialidad</b>	Tecnología del Concreto

**KEYWORDS**

<b>Theme</b>	Compressive strength
<b>Speciality</b>	Concrete technology

**Según OCDE**

<b>Línea de Investigación</b>	Construcción y Gestión de la Construcción
<b>Área</b>	Ingeniería y Tecnología
<b>Sub-Área</b>	Ingeniería Civil
<b>Disciplina</b>	Ingeniería Civil

## **TITULO**

“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN ADOQUÍN DE CONCRETO TIPO I SUSTITUYENDO AL CEMENTO CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ Y CONCHA DE LAPICERO”

## **TITLE**

“RESISTANCE TO THE COMPRESSION OF A TYPE I CONCRETE ADOQUIN REPLACING THE CENIZA CEMENT OF RICE HUSK AND CONCHA DE LAPICERO”

## RESUMEN

En la presente investigación se determinó la resistencia a la compresión de un adoquín de concreto tipo I, sustituyendo porcentualmente al cemento por ceniza de cascara de arroz y ceniza de concha de lapicero en comparación a un adoquín de concreto convencional, que cumpla las mejores especificaciones técnicas ASTM y la NTP, teniendo en cuenta que se registran deficiencias en el concreto que repercute en el proceso constructivo.

La metodología aplicada en ésta investigación fue la experimentación debido a que se buscó modificar el diseño de concreto de un adoquín sustituyendo al cemento en un 16% y 28% por cascará de arroz y concha de lapicero activada térmicamente y aplicado en combinaciones de 4% (C.C. A) y 12% (C.C. L), 7% (C.C. A) y 21% (C.C. L). Los ensayos técnicos realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

La resistencia de ambas sustituciones presentó mejores resultados por encima en comparación al diseño patrón, la combinación experimental (1) de 4% y 12% en un 56.68% y la combinación experimental (2) de 7% y 21% en un 65.88%, evaluado a los 28 días de edad.

Las propiedades químicas que tiene el cemento en gran porcentaje es el CaO (óxido de calcio), SiO<sub>2</sub> (óxido de silicio); y según investigaciones realizadas la ceniza de cascara de arroz y la ceniza de concha de lapicero cuentan con propiedades similares, siendo las que más resaltan el: óxido de calcio (CaO), dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), componentes que permitieron sustituir sin problemas al cemento.

## ABSTRACT

In the present investigation, the compressive strength of a type I concrete paver was determined, replacing the percentage by cement with rice husk ash and pencil shell ash compared to a conventional concrete paver, which meets the best technical specifications. ASTM and NTP, taking into account that there are deficiencies in the concrete that have an impact on the construction process.

The methodology applied in this research was experimentation because the aim was to modify the concrete design of a paving stone, replacing cement by 16% and 28% with rice husk and thermally activated pencil shell and applied in combinations of 4% (CCA) and 12% (CCL), 7% (CCA) and 21% (CCL). The technical tests carried out in the Soil Mechanics Laboratory of the San Pedro University.

The resistance of both substitutions presented better results than the standard design, the experimental combination (1) of 4% and 12% in 56.68% and the experimental combination (2) of 7% and 21% in 65.88%, evaluated at 28 days of age

The chemical properties of cement in a large percentage is CaO (calcium oxide), SiO<sub>2</sub> (silicon oxide); and according to research carried out, rice husk ash and pencil shell ash have similar properties, the most notable being: calcium oxide (CaO), silicon dioxide (SiO<sub>2</sub>), components that made it possible to easily replace the cement.

## **INTRODUCCION**

**Mattey, E.P., Robayo, A.R., Díaz E.J., Delvasto, S., & José M.(2015),** Desarrollaron la investigación " *Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso Agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales* " En este proyecto de investigación se alcanzó desarrollar un producto de la cascarilla de arroz mediante un proceso agro-industrial a temperatura controlada obteniendo así como resultado la ceniza de cascarilla de arroz(CCA); El procedimiento de quemado fue realizado en Jumandí,(Cali-Valle del Cauca - Colombia). Este producto obtenido presento un porcentaje del 29.30% de sílice, el cual se agregó a mezclas de concreto con propósito de estudiar su impacto como puzolana sustituyendo parcialmente al cemento Portland tipo I y como agregado fino, para la elaboración de bloques macizos y no estructurales. Con los datos adquiridos se pudo comprobar que la sustitución del 20% de CCA con una relación cemento: agregado 1:6 es la combinación más óptima pues actúa como filler y puzolana para ser usado en bloques no estructurales. Asimismo, se determinó que el proceso de mezcla en dos fases aumenta la calidad del producto, incrementando su resistencia a los 28 días de curado, llegando a la siguiente conclusión:

- Según los resultados en esta investigación se probó desde una perspectiva mecánica es factible elaborar bloques no estructurales utilizando ceniza de cascarilla de arroz (CCA) como sustitución parcial del agregado fino permite la sustitución de hasta un 20% del agregado fino, alcanzando incluso valores de resistencia mayores a al diseño patrón. Asimismo, se halló que el desarrollo de mezclado en dos fases aumenta aún más la resistencia mecánica para este tipo de concreto, ya que causa incrementos en la resistencia a la compresión de hasta un 10%, en comparación al diseño patrón.

**Lencinas, F. y Incahuanaco, B. (2017)** Desarrollaron la investigación titulada "Evaluación de mezclas de concreto con adiciones de ceniza de paja de trigo como sustituto en porcentaje del cemento portland puzolanico Ip en la zona altiplánica" la

cual tuvo como objetivo , Encontrar que efecto tiene en mezclas de concreto en relación sus propiedades físicas (slump) y mecánicas ( $f'c$ ), utilizando Ceniza de paja de Trigo de la Región de Puno como sustitución porcentual al cemento portland ,En un desarrollo de investigación de tipo laboriosa con diseño experimental a nivel casi experimental. Determinando las siguientes conclusiones:

- Se aconseja utilizar entre 2.5% y 5% de ceniza de paja de trigo en sustitución al cemento portland puzolánico IP para mezclas de concreto, y además un factor muy importante a considerar es la trabajabilidad que pueda presentar la mezcla, ya que esta va desapareciendo mientras se va aumentando la puzolana.
- Para comprobar si las puzolanas naturales a utilizarse obedecen las especificaciones de la norma ASTM C 618-03, antes deberán ser analizadas física y químicamente, además se debe tener en cuenta que cada puzolana varia su comportamiento según el proceso de calcinación a la que es sometida, así mismo se deberá tener en cuenta que lugar o zona donde va realizar la calcinación para evitar la liberación de gases contaminantes que dañen al medio ambiente.
- Se sugiere utilizar un tratamiento distinto a la ceniza de paja de trigo con relación a la trabajabilidad, debido a que la puzolana presenta un peso específico muy bajo y requiere un mayor uso de cementantes por lo que disminuye considerablemente la trabajabilidad en el concreto fresco.
- Se aconseja dar un poco de más importancia e interés al estudio de desechos agroindustriales para ser aplicados en la construcción ya que son una buena alternativa para mezclas de concreto que cumplan los requisitos y exigencias de la ASTM C618-03.

**Barrantes. y Holguín, R. (2015)** Desarrollaron la investigación titulada *“Influencia del porcentaje de reemplazo de ceniza volante por cemento, sobre la resistencia a la compresión y absorción en la fabricación de adoquines de transito liviano”* con el objetivo, de definir la resistencia a la compresión y absorción y además explicar cómo influye la ceniza volante añadida porcentualmente al cemento en la producción de adoquines de concreto tipo 1. En la cual llegaron a las siguientes

conclusiones:

- Se concluyó que la ceniza volante añadida porcentualmente al cemento en hasta un 20% influye incrementando la resistencia a la compresión, comprobando de esta manera que partir de allí la resistencia disminuye. también se señaló que si el porcentaje de ceniza es superior la absorción se ve afectada por lo que se requiere un incremento de agua.
- Se determinó que la absorción se incrementó de 5.32% a 8.51% para los adoquines a partir del 20% de sustitución de ceniza volante. Según la relación de los resultados, los adoquines con el 50% de reemplazo de ceniza volante no se acomodan a los requerimientos que establece NTP 399.611
- Se determinó que la sustitución de ceniza volante de hasta un 20% mejoró la resistencia a la compresión de los adoquines con un valor de 361.33 Kg/cm<sup>2</sup>, y sucede todo lo opuesto a mayores porcentajes como del 50% de reemplazo de ceniza la resistencia se reduce en hasta un valor mínimo de 189.34 Kg/cm<sup>2</sup>; sin embargo, al conseguir y comparar todos los resultados se comprobó que hasta un 30% de sustitución cumple según señala la norma NTP 399.611.
- Se pudo comprobar que los más óptimos resultados de resistencia a la compresión y la absorción se encuentran dentro de un rango del 10% al 30% de reemplazo de ceniza volante.

Esta investigación, tiene como justificación conseguir adoquines de concreto con una composición alternativa a la tradicional, empleando la ceniza de cascara de arroz y ceniza de concha de lapicero como sustitución al cemento con la finalidad de conseguir una mejor resistencia a la compresión en comparación a un adoquín convencional y contribuir de manera indirecta a tener un manejo más eficiente de los recursos para la reducción de la contaminación y el impacto ambiental. El que beneficiara casi en su totalidad a la provincia del santa ya que cuenta con los recursos que se van a utilizar en esta investigación. Asimismo, la motivación de realizar esta investigación se da por las deficiencias que se han registrado en los procesos constructivos en cuanto respecta al concreto.

Cada día en el mundo se eliminan toneladas de desperdicios acrecentando así más y más la contaminación ambiental, frente a éste problema y en busca de poder dar una solución, encontramos alternativas que se pueden aprovechar para dar mejor uso a los recursos dependiendo el área de investigación; una de ellas es el ámbito de la construcción que hoy en día se ha vuelto muy versátil por la intervención de nuevas tecnologías e incorporación de nuevos materiales.

El cemento es uno de los materiales más utilizado en la construcción y la ingeniería civil. Hoy en día se puede encontrar en el mercado dos tipos diferentes de cemento, a aquel que es de ascendencia arcillosa y otro que es de ascendencia puzolanica; por último, un tipo de cemento elaborado de material orgánico o volcánico. Debido a éstas características del cemento, en esta investigación se busca sustituir porcentualmente la ceniza de cascara de arroz y concha de lapicero activada, ya que cuentan con propiedades químicas similares al cemento, siendo las que más resaltan el dióxido de silicio( $\text{SiO}_2$ ) y óxido de calcio( $\text{CaO}$ ).

Chimbote cuenta con muchos recursos, que podrían ser usados para diferentes proyectos; como la concha de lapicero y cascara de arroz materiales que se utilizaron en este proyecto. La Bahía de Samánco-Caleta Colorada(Chimbote), alberga una diversidad de recursos pesqueros como concha de lapicero que es un molusco bivalvo también conocido como “Navajuela”, nombre científico (*Tagelus dombeii*); según el Imarpe 2017 la producción es de 209 Tn. Tambo Real (Chimbote -Santa) es uno de los principales lugares que se caracteriza por ser productor de arroz nombre científico (*Oryza sativa*); según el (INEI), a nivel nacional se registró 379 mil 659 toneladas, incrementando cada vez más los desechos de que son eliminados en lugares llamados botaderos. Está información nos da el fundamento para afirmar que la pertinencia y sostenibilidad del proyecto se encuentra asegurada, es decir nuestra investigación es viable su ejecución.

Mediante la metodología experimental avalada del método científico se busca determinar la resistencia a la comprensión de un adoquín de concreto con la sustitución

al cemento del 16% y 28% de ceniza de cascara de arroz y concha de lapicero en dosificaciones de 4% y 12% (C.C.A.) y 7% y 21% (C.L.). El alto contenido de calcio que tiene la Concha de Lapicero más el contenido de sílice que posee la cascara de arroz podría favorecer la resistencia a la compresión de adoquines fabricados.

No existe investigaciones sobre este tema en nuestro país, las pocas que se mencionan con frecuencia son de investigadores que trabajaron con temas parecidos, es por eso que la información obtenida será muy valiosa e importante para el área de la construcción. Y además como aporte fundamental a la población incentivar el uso de estos materiales para elaborar adoquines de concreto con mejores condiciones para utilizarlos en el campo de la construcción.

Asimismo, el aporte científico esta dado en la medida que se aplicaron los conocimientos metodológicos de lo que concierne al concreto y además se usó el conocimiento de las bondades y fortalezas que registran los materiales empleados.

A nivel internacional si bien es cierto el campo de la construcción ha evolucionado con la implementación y aplicación de diferentes adelantos tecnológicos, pero existen todavía sectores de poblaciones que muestran deficiencias en los procesos productivos de sus infraestructuras, en cuanto respecta al concreto utilizado. En lo que respecta a nivel nacional, ésta problemática se acentúa un poco más en la medida que se han registrado deficiencias en la concepción de los diseños de concreto correspondiente. A nivel local prácticamente se evidencia una misma tendencia de resultados en lo que concierne a esta situación problemática.

Ante este panorama y deseando aportar al campo de la investigación es que se busca a través de este proyecto de investigación a contribuir a la solución de esta situación problemática, consistente en buscar diseños de concreto de adoquines con una mejor resistencia a la compresión de diseños de concreto de adoquines elaborados de forma convencional. Para lo cuál en esta investigación se tomó la decisión de apostar como materiales a la Ceniza de concha de Lapicero y la Ceniza de Cascara de Arroz, teniendo

en cuenta sus altas propiedades químicas que evidencian.

Según la NTP existen tres tipos de adoquines de concreto **Tipo I** (Peatonal), Tipo II (Vehicular ligero) y III (Vehicular pesado, patios de contenedores o industriales). Para esta investigación se tendrá en cuenta el adoquín de concreto tipo I, evaluando una de sus características como es la resistencia.

Como se sabe el cemento es un elemento que forma parte del Concreto, y q puede ser sustituido con un material que pueda estar constituido por los mismos componentes químicos, que le den las mismas características y sean capaz de mejorar su resistencia. Así como la Concha de Lapicero (*Tagelus Dombeyi*), que comprende un alto contenido de óxido de calcio y la Ceniza de Cascara de Arroz (*Oryza Sativa*) que contiene sílice que son propiedades puzolanas del cemento. El cemento puede ser sustituido por materiales orgánicos capaces de reducir la contaminación.

Por esta razón nos planteamos el siguiente problema de investigación:

**¿En qué medida la sustitución al cemento por la combinación porcentual de ceniza de cáscara de arroz y concha de lapicero permitirá mejorar la resistencia a la compresión de un adoquín de concreto tipo I?**

La operacionalización y conceptualización de la variable es:

### **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

La resistencia a la compresión, es una propiedad física fundamental que viene a ser la capacidad máxima que puede resistir un material antes de alcanzar a su límite de rotura. También se puede definir como la resistencia a carga axial de los ejemplares de concreto. Comúnmente, se designa en kilogramos por centímetros cuadrados ( $\text{kg/cm}^2$ ), mega pascales (MPa) y también en libras por pulgadas cuadradas ( $\text{lb/pulg}^2$  o psi) determinada a los 28 días de edad. (Juárez E, 2012).

La resistencia a compresión debidamente detallada se denomina con el símbolo  $f'_c$  y la resistencia a la compresión real del concreto  $f_c$  deberá incrementarse. Estos resultados se obtendrán gracias al **ensayo a compresión** que se realicen a las diferentes muestras que se crearán dando como resultado de resistencia a la compresión ultima a la resistencia a la compresión que se logre alcanzar antes de que la muestra se fisure. Se considerará un modelo de adoquín de concreto optimo si cumple o sobrepasa los parámetros de la Norma técnica de Albañilería NTP 399.611, se considerará deficiente si los resultados bajan a los establecidos.

## **EL CONCRETO**

Es una combinación de agregados (fino y grueso), un agente cementante (por lo general cemento portland u algún otro tipo de cemento estandarizado existente), agua y aire en proporciones convenientes para conseguir la resistencia requerida y también ciertas propiedades dispuestas. El resultado de la reacción química de agua y cemento forma un material heterogéneo gracias a la unión de las partículas de los agregados, en ocasiones se agrega algunas sustancias como aditivos para mejorar o ciertas propiedades del concreto. (Abanto C, 2009).

El concreto es un compuesto que dimana del latín “concretus”. Se basa o viene a ser una mezcla de pasta de cemento más agua que unen agregados pétreos graduados. Comúnmente existen dos clases de agregados: finos y gruesos. Los agregados gruesos generalmente tienen más de  $\frac{1}{4}$  de pulgada, los agregados finos se denominan a las arenas de proveniencia natural o producto de molienda, cuyo tamaño de partículas son menor  $\frac{1}{4}$  de pulgada; La pasta se constituye de cemento, agua y a veces aire incorporado. Regularmente ésta pasta que forma parte del concreto representa el 25% al 40 % del volumen total. (Hernández P, 2013)

La permeabilidad y la resistencia mecánica de concreto está dirigido por la relación (a/c) es decir la respuesta de hidratación del cemento, así mientras más alta es la resistencia. Los compuestos del cemento crean un conglomerado debido a que se cristalizan gradualmente para elaborar un gel o pasta que permite unir a los agregados.

## **PROPIEDADES DEL CONCRETO:**

Existen 4 propiedades primordiales del concreto que son: Durabilidad, Resistencia, Cohesividad y Trabajabilidad; que se denominan particularidades o cualidades básicas del concreto.

- **Trabajabilidad:** Es una característica muy sabrosa del concreto. Básicamente, es la simplicidad que tienen los ingredientes para mezclarse y el producto final tiene la capacidad de transportarse, manipularse y acomodarse con mínima merma de homogeneidad.
- **Durabilidad:** Es la capacidad del concreto de poder tolerar la intemperie, al desgaste y el accionar de productos químicos durante su tiempo útil.
- **Impermeabilidad:** Es una característica muy importante en el concreto que suele perfeccionarse frecuentemente lo que origina una reducción proporcional de agua en la mezcla.
- **Resistencia:** Es una característica donde el concreto normalmente incrementa su resistencia en una edad prolongada, siendo casi siempre un motivo de preocupación ya que generalmente se realiza el ensayo de resistencia a la compresión de las probetas a los 28 días de edad. (Sencico, 2013, pág. 9).

## **ESTADOS DEL CONCRETO:**

- **Estado Fresco.** El concreto al comienzo muestra una “masa” blanda capaz de poder ser moldeada y trabajada de distintos modos. Estado que puede conservarse así durante un cierto tiempo para su la colocación y la compactación. La cohesividad y la trabajabilidad son dos propiedades importantes que tiene el concreto fresco.
- **Estado Fraguado.** Es el proceso de endurecido del concreto, al que se le denomina “fraguado” del concreto, ya que deja de ser blando poniéndose así gradualmente rígido; efecto que tiene lugar durante el acabado y después de la compactación.
- **Estado Endurecido.** Posteriormente al fraguado el concreto a medida que va endureciendo comienza a adquirir resistencia. La durabilidad y resistencia son

propiedades que resaltan en esta etapa.

### **Componentes:**

La combinación de pasta de y agregados forman principalmente al concreto. Los agregados (piedra triturada o grava y arena) más la pasta (agua y cemento portland), forman un material similar a una roca, gracias a la reacción química causada por el agua-cemento. Los agregados se clasifican en: agregados gruesos y agregados finos. Las partículas de los agregados gruesos no pasan la malla N°16 y además podrían cambiar en hasta 152 mm, el tamaño máximo normalmente usado es el de 19 mm o el de 25 mm. Caso opuesto con los agregados finos ya que son arenas manufacturadas o naturales con un peculiar tamaño de sus partículas que alcanzan hasta 10 mm.

En la presente investigación el adoquín de concreto evaluado está conformado por, agregado grueso, agregado fino, cemento y agua; donde el cemento ha sido modificado porcentualmente por la sustitución de ceniza de cascara de arroz y ceniza de concha de lapicero, entonces es fundamental conocer la composición e interrelación de los materiales antes señalados:

### **CEMENTO**

Se conoce como cemento a aquel material pulverizado capaz de crear una pasta conglomerante, originada a partir de cierta adición de agua, que son capaces de endurecer y de formar compuestos estables. Los yesos, las cales hidráulicas, y las cales aéreas quedan excluidas esta definición. (Rivva L, 2010).

Aunque, también existen otros agentes cementantes como las cenizas remanentes de procesos de calcinación, las arenas con sílices activos, las escorias de alto horno, cal y en conclusión alguna otra mezcla que contenga los tres elementos básicos para una reacción puzolánica: calcio, silicio y aluminio (“ANFACAL”,2017).

### **Cemento Portland Normal**

Se consigue a partir polvorizar el clinker Portland al añadir una o más formas de sulfato de calcio. También está permitido añadir otros compuestos u o materiales, siempre y cuando durante su inclusión no perjudique sus características y propiedades del cemento o producto resultante. Es recomendable que todos los materiales adicionales sean juntamente polvorizados con el clinker. (Rivera, 2013, págs. 15-22).

Según las propiedades químicas del cemento se ha comprado que las materias primas empleadas y necesarias para su fabricación contienen principalmente cal, sílice, alúmina e hierro (tabla N<sup>a</sup>. 1).

**Tabla N° 01:**

*Propiedades del cemento portland*

<b>%</b>	<b>COMPONENTE QUIMICO</b>	<b>PROCEDENCIA USUAL</b>
<b>95% &lt;</b>	Oxido de Calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Oxido de Sílice (SiO <sub>2</sub> )	Areniscas
	Oxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Arcillas
	Oxido de Fierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Arcillas, Mineral de Hierro, Pirita
<b>5% &lt;</b>	Oxido de Magnesio, Sodio,	Minerales Varios
	Potasio, Titanio, Azufre	
	Fosforo y Magnesio	

**Fuente:** Tesis “Dosis Optima de Escoria para un Concreto F’c =210Kg/cm2 con una relación agua cemento de 0.58”

**Definición del Clinker:**

El Clinker es obtenido a través de un procedimiento que empieza al mezclar un principio de cal, como por ejemplo las calizas en un porcentaje del 60% al 67% (CaO) Oxido Cálxico; más una fuente de sílice y alúmina en un 17% al 25% (SiO<sub>2</sub>) Oxido de silicio, y Oxido alúmino, AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> del 3% al 8%), como las arcillas; y una fuente de

óxido de hierro (Óxido férrico,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  del 0.5% al 6%), así como el mineral de hierro. Esta combinación de los materiales crudos tiene que ser adecuadamente dosificada, luego triturada y posteriormente calcinada a una temperatura de  $1500^\circ\text{C}$ , con el propósito de originar reacciones entre sus componentes, el producto que se obtiene del horno es llamado Clinker de cemento Portland. Finalmente, después de ser enfriado, el Clinker es polvorizado y se le añade un 6% de sulfato de calcio (Yeso) para así conformar y dar como resultado al llamado cemento Portland. (Rivva L, 2010).

### **Clasificación del Cemento Portland**

Según la ASTM C 150 existen 5 tipos de cementos portland, cuyas propiedades se han establecido sobre las bases de las especificaciones ASTM para cementos portland. (Abanto C, 2010)

- **Tipo I:** Este tipo de cemento tiene como destino a toda clase de obras de concreto, generalmente en las cuales no se detalla o especifica el uso de los otros cuatro tipos de cemento.
- **TIPO II:** Este tipo de cemento designado para obras que están en contacto a la acción controlada de sulfatos en las que se necesita un moderado calor de hidratación.
- **TIPO III:** Este cemento tiene una alta resistencia inicial, el concreto elaborado con éste tipo de cemento adquiere una resistencia en 3 días similar a la resistencia alcanzada a los 28 días de edad por concretos fabricados del tipo I o tipo II.
- **TIPO IV:** Este un tipo de cemento de secado lento, pues necesita bajo calor de hidratación.
- **TIPO V:** Es un cemento de alta resistencia a la intervención los sulfatos diseñado con una formula especializada. Las aplicaciones típicas comprenden en estructuras hidráulicas se encuentran en contacto al agua con un elevado concentrado de álcalis y estructuras en contacto con aguas de mar.

Los cementos más utilizados en el Perú son del tipo I, II y V. La Norma NTP 339.009 o ASTM C-150 incluyen normalizaciones para un cemento con aire incorporado, un producto que no se fabrica ni se usa en el Perú. (Pacasmayo, 2016)

**Tabla N° 02:**

*Componentes Químicos del Cemento Portland Tipo I*

<b>Componentes</b>	<b>Cemento Pacasmayo Tipo I</b>
Cal Combinada : CaO	62.5%
Sílice : SiO <sub>2</sub>	21%
Aluminio : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.50%
Hierro : Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.50%
Óxido de Azufre :SO <sub>3</sub>	2.00%
Cal Libre : CaO	0.00%
Magnesio : MgO	2.00%
Perdida al Fuego : PF	2.00%
Residuo Insoluble :RI	1.00%
Álcalis : Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	0.50%

**Fuente:** Cementos Pacasmayo (2016).

**Adiciones de los Cementos Portland:**

Todo aquel compuesto que modifique las propiedades de los materiales en estado endurecido, ya sea de procedencia orgánica como las (resinas) o inorgánico; La ASTM C 595 dispone 5 clases importantes de cementos adicionados: (PCA, 2012)

Actualmente los cementos no son clinker puro; Todos contienen adiciones minerales (éstos componentes reaccionan con los productos de hidratación). Las más comunes son:

Tipo IS Cemento portland alto horno

Tipo IP y Tipo P Cemento portland puzolánico

Tipo I (PM) Cemento portland modificado con puzolana

Tipo S Cemento de escoria o siderúrgico

Tipo (D) Humo de sílice o Micro sílice

Tipo (L, LL) Filler calizo

Tipo I (SM) Cemento portland modificado con escoria

### **Cemento Portland Puzolánico:**

Este cemento se clasifica en tipo IP o tipo P. Donde el tipo IP lo podemos emplear en toda clase de obras de construcción y el tipo P se usa en construcciones en las que no se necesite de una alta resistencia inicial del concreto. Estos cementos son el resultado de la moledura simultanea del clínker de cemento portland con una puzolana apropiada, o la combinación de la molienda y mezclado del cemento portland o cemento de alto horno con puzolana. Estos cementos tienen un contenido de puzolana en un rango de 15% y 40% del total de la masa del cemento. Según el ensayo de laboratorio, el cumplimiento del concreto elaborados con el cemento tipo IP es semejante al concreto de cemento tipo I. (PCA, 2010).

Para la elaboración de cementos la puzolana debe disponer de propiedades puzolánicas, como capacidad para fijar hidróxido de calcio a la temperatura ambiente, creando en disposición de agua, compuestos que tengan características hidráulicas. Debiendo obedecer cierta especificación técnica de la norma ASTM C-595.

Existen puzolanas naturales, así como (rocas opalinas, tierra de acaloradas, cenizas volcánicas, etc.), material artificial (**cenizas** y óxido de silicio precipitado) y material calcinado (los anterior mencionados y esquistos más comunes y algunos como arcillas).

### **Compuestos Principales**

Es difícil representar al cemento en una sola fórmula química ya que cuenta con una combinación de diversos, Sin embargo, más del 90% del peso del cemento lo conforman cuatro componentes muy importantes que son:

Silicato Tricálcico ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) = C3S

Silicato Dicálcico ( $2\text{Ca} \cdot \text{SiO}_2$ ) = C2S

Aluminato Tricálcico ( $3\text{Ca}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ) = C3A

Alumino Ferrita Tricálcica ( $4\text{Ca}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) = C4AF

Estos compuestos son muy importantes porque que ayudan en la actuación del cemento portland, principalmente en el proceso de estado plástico al endurecido luego de la hidratación. (Abanto C, 2013)

Estos compuestos influyen en el concreto de la siguiente manera:

- **Silicato Tricálcico  $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  (C3)**

Es la combinación de cal-sílice que permite que el concreto endurezca más rápidamente y alcance resistencias significativas. Es el compuesto mineral más importante del Clinker. El C3S permite un rápido endurecimiento del cemento ya que genera una gran velocidad de hidratación, gracias sus excelentes características hidráulicas, su calor de hidratación completa en 120 cal/gr. Además son muy recomendables en zonas de bajas temperaturas los cementos con alto contenido de silicato tricálcico para trabajos de concretado, por la facultad de generar calor, y su rápida velocidad de endurecimiento; al mismo tiempo éstos concretos no son muy recomendables en climas cálidos pues deben tomar todas las precauciones si se emplean estos cementos en grandes cantidades por unidad de volumen para trabajos de concretado en construcciones a gran escala, por ejemplo presas, por su peligro de fisuración del concreto,.

- **Silicato Dicálcico  $2\text{Ca}\cdot\text{SiO}_2$  (C2S)**

El silicato dicálcico es un constituyente que se caracteriza principalmente por presentar una tardía velocidad de hidratación y endurecimiento, se calcula que completa su calor de hidratación en 62 cal/gr. El aporte del C2S permite el desarrollo de la resistencia del concreto a los ciclos de congelación y deshielo, aunque al inicio de las primeras edades la resistencia es muy baja, luego empieza a desarrollar conforme incrementa el porcentaje de los silicatos cálcicos del cemento.

Los cementos con alto contenido de silicato dicálcico son recomendados en

construcciones masivas; en climas cálidos; y de manera particular en aquellos casos donde los cuales no se necesite conseguir grandes resistencias a corto plazo. Se caracterizan por ser químicamente más duradero y resistentes al ataque por sulfatos.

- **Aluminato Tricálcico  $3\text{Ca}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$  (C3A)**

A parte de los álcalis, los aluminatos en el cemento son compuestos que primeramente reaccionan con el agua. En los cementos enfriados rápidamente el contenido de C3A es seriamente más bajo en comparación a los clínkeres de la misma composición enfriados de forma lenta. Su fraguado es casi instantáneo pues se da a una velocidad de hidratación muy grande, se calcula que su calor de hidratación finaliza en 207 cal/gr, la adición de sulfato de calcio al Clinker es necesaria durante el proceso de molienda ya que ayuda a poder controlar la velocidad de hidratación de la misma.

El C3A es muy importante durante las primeras 24 horas ya que contribuye al desarrollo de la resistencia, después su contribución a la resistencia es prácticamente nula. Con incrementos en el contenido de C3A la resistencia del concreto tiende a disminuir las fases de congelación y deshielo. El C3A muestra un sensible desempeño en las aguas sulfatadas, aguas que contienen cloruros; por lo que se recomienda un alto contenido de sulfatos valores de C3A máximos al 5%.

En general los cementos que contienen C3A y C3S pueden presentar altas resistencias a corto plazo, pero tienen un problema de una baja resistencia a agentes agresivos a diferencia de las que muestran los cementos ricos en Silicato Dicálcico.

- **Alumino Ferrita Tricálcica  $4\text{Ca}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$  (C4AF)**

Se considera que su calor de hidratación total de 100 cal/gr, y tiene un efecto muy bajo en diferente fase, así que calor producido por el C4AF es muy bajo. Por lo que no está claro su desempeño en las resistencias mecánicas.

Los cementos ricos en C4AF presentan condiciones para un uso definido como por

ejemplo en aquellos casos en los que se considere más su tiempo útil ante los agresivos químicos que puedan llegar a presentar las resistencias mecánicas.

### **Compuestos Secundarios**

El Clinker contiene en su gran mayoría en un 90% al 95% de su total los cuatro compuestos principales. El resto faltante del porcentaje pertenece a los que son denominados compuestos secundarios (Rivva L, 2010). Y se agrupan en:

- **Óxido de Cal libre (CaO)**

También conocida como cal combinada que es calcinada a una temperatura muy elevada y como resultado su tiempo de hidratación es muy lento, la cal libre del Clinker y/o cemento Portland es un elemento transitorio, que pueden ser ocasionado por las siguientes causas:

- Inadecuada cocción del Clinker se da una mala e imperfecta combinación de la cal con los otros materiales.
- Falta de homogenización, dosificación o inadecuada finura del mismo; o cocción del crudo.
- Defectos durante el enfriamiento del Clinker al momento de salir del horno.

Cuando la cal libre se encuentra expuesta a sustancias acidas o el agua, crea sales de calcio que dan comienzo a agrietamientos, desmoronamiento y expansiones del concreto. La cantidad de cal libre tiene que ser menor al 2%.

- **Óxido de magnesio (MgO)**

Es una sustancia, presente en el Clinker que con frecuencia esta junto al óxido de calcio. Lo podemos extraer de la materia prima arcillosa como de la caliza. El óxido de magnesio es un componente decisivo en la calidad del cemento Portland. Además, la cantidad de MgO está por debajo del 2.5% las expansiones son bajas; pero cuando supera el 5% en el Clinker, el cemento podría ser altamente expansivo.

Según los ensayos de laboratorio aseguran que los cementos con alta concentración de óxido de magnesio logran su máxima expresión en un estadio de 1 a 10 años. La magnesia tiene un proceso de hidratación lenta; los óxidos de magnesia de algunos cementos bajo intervención del agua no llegan a hidratarse completamente aun después de cinco años. El MgO al juntarse con el agua, se hidrata e incrementa de volumen. Sin embargo, ésta expansión puede ser más riesgosa cuando se presenta de forma lenta en los concretos ya endurecidos y fraguados, ocasionando anormalidades en el concreto en una intervención a largo plazo como la dilatación y el agrietamiento.

#### ○ **Óxidos de sodio y potasio**

Son acompañantes inevitables que forman parte del cemento también conocidos como álcalis, provenientes de la materia prima principalmente de la arcillosa, el cemento portland normal no debe tener más del 0.6% de álcalis del peso total del cemento según la norma ASTM C150. Por lo que el óxido de potasio y de sodio son componentes despreciables en el cemento.

Se sabe que en pequeñas cantidades o proporciones son inofensivos, pero cuando sobrepasan ciertos rangos de porcentajes el óxido de potasio y sodio son perjudiciales por su facultad de accionar frente a la presencia de compuestos en algunos agregados. Lo que ocasiona la expansión y destrucción del concreto.

#### ○ **Pérdida por calcinación**

Es la disminución de peso que experimenta una muestra de cemento que es sometido o calentado a una temperatura de 1000°C. Esta disminución se da a lo largo que el calentamiento se libera el vapor de agua y anhídrido carbónico. Hipotéticamente si un Clinker es debidamente cocido no debe percibir pérdidas por calcinación, a pesar de ello, el Clinker tiene la capacidad de absorber humedad del propio ambiente durante el proceso de almacenamiento y se puede observar que las pérdidas son mayores a las que uno se puede imaginar, por ejemplo, el yeso añadido contiene 21% de agua químicamente combinada adicional a su humedad de cantera.

Está establecido en las normas ASTM C 150, o las que competen a la NTP, todos los tipos de cemento portland deben obtener una pérdida de calcinación máxima del 3%, excluyendo el Tipo V que tiene una pérdida de calcinación máxima del 2.3%. Se evalúa que a disminuciones mayores a las convenientes es un indicador de desarrollo en un proceso de hidratación que afecta sus cualidades hidráulicas al cemento, perjudicando sustancialmente el buen desempeño de la resistencia del concreto según la edad.

○ **Anhídrido sulfúrico SO<sub>3</sub>**

Es un elemento emana del yeso (CaSO<sub>4</sub> Sulfato de calcio) sumado al Clinker, se caracteriza por ser un elemento muy necesario para el cemento, el cual se muestra en pequeños porcentajes, La agregación de yeso al Clinker del cemento portland se realiza con el propósito de controlar la duración de fraguado, pero si se adiciona más de lo normal se puede exponer al concreto a que se presente expansiones por intervención del yeso. Se sabe que el C3A, fragua en forma prácticamente instantánea cuando entra en contacto con el agua, sin embargo, el contenido de C3A en el cemento empuja a un rápido fraguado, no obstante, un mínimo aumento de yeso elimina la dificultad citada.

La norma ASTM C150 prohíbe la concentración de anhídrido sulfúrico del cemento portland normal a un máximo el cual está en función al contenido de C3A; Si la cantidad de C3A es de 8% o menor, pues la norma acepta el siguiente contenido máximo de SO<sub>3</sub> de:

- ✓ (2.5%), para cemento portland Tipo I y II.
- ✓ (2.3%), para cemento portland Tipo V.

Si la concentración de C3A fuese más del 8%, la norma permite un moderado máximo de SO<sub>3</sub> de:

- ✓ (3%), para cementos portland Tipo I.

## AGUA

La presencia del agua en el concreto permite que el cemento reaccione químicamente con el material cementante para alcanzar: La constitución de gel faculta que toda la masa la masa de concreto obtenga las propiedades que:

- Faciliten un manejo adecuado de manipulación y colocación durante el estado no endurecido.
- Se transforme en un producto de las características y propiedades anheladas en estado endurecido.

Las aguas de mezclado que se podrá utilizar como requisito primordial deberán ser aquellas que se dictaminen potables o por conocimiento se perciban que pueden ser usadas en la elaboración del concreto, sin que ello amerite tener que realizar ensayos que permitan comprobar su calidad, (Rivva L, 2012).

### Requisitos que debe cumplir

Según la Norma NTP 339.088 el agua debe cumplir con ciertos requisitos y ser de preferencia Potable, para poder ser utilizada en la preparación y curado del concreto.

**Tabla N° 03:**

*Requisitos para el agua de mezcla*

SUSTANCIAS DISUELTAS	VALOR MAX. ADMISIBLE
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de Magnesio	150 ppm
Sales Solubles	150 ppm
PH	Mayor de 7
Sólidos en Suspensión	1500 ppm
Materia Orgánica	10 ppm

**Fuente:** NTP 339.088

La NTP 339.088 resalta 4 tipos de agua aptas para el concreto:

- Agua combinada, es aquella que es obtenida de la mezcla de dos o más fuentes al mismo tiempo, antes o en el proceso es insertada en la mezcla para emplearla como agua de mezcla.
- Aguas que han sido recuperadas de procesos u operaciones de elaboración de concreto de cemento Portland; agua de lluvia colectada; o aguas que contengan ingredientes del concreto.
- Agua no potable, la cual proveniente de fuentes de agua que no son recomendables para el consumo humano, o si cuentan con cantidades de sustancias que la decoloran y ocasionan que huelga o adquiera un sabor opuesto.
- Agua que no apta para el consumo humano, pero sin embargo es potable.

## **AGREGADOS**

Es un material el cual ocupa del 65% al 80% del volumen del concreto; el resto está constituido por una pasta de cemento y agua en la que se hallan incorporadas partículas conocidas como agregado (Rivva L, 2010)

Es muy recomendable que los agregados posean una buena resistencia, durabilidad y resistencia a los elementos, y que su superficie esté libre de residuos como limo, barro, o algún tipo de materia orgánica, que perjudiquen y debiliten la pasta cemento. Los agregados a la vez son denominados áridos, ya que se mezclan con los aglomerantes (cal, cemento, etc.) y el agua creando los concretos y morteros,

El agregado fino usado para el diseño de mezcla de un adoquín concreto en la presente investigación, fue procedente de la cantera “Besique”, y el confitillo también empleado denominado agregado grueso fue extraído de la cantera “La Sorpresa” ambas en el distrito de Chimbote, provincia del Santa, región de Áncash.

Se clasifican en:

### **a) Agregado Fino**

Se considera como agregado fino al material obtenido de la arena o piedra natural triturada en dimensiones pequeñas, que ingresan por el tamiz 3/8" (9.52mm), y que finalmente es retenido en el tamiz N°200 (0.074mm); tamaño nominal según la NTP400.037a (Abanto C, 2009).

El Manual de ensayo de materiales (EM 2000) del MTC E 204-2000, está fundado en las normas ASTM 136 y AASHTO T 27, los cuales se han ajustado e implementado, a las condiciones que se dan en la realidad. Este Manual señala que para mezclas de agregados finos y gruesos la muestra debe ser apartado en dos tamaños, por el tamiz 4.75mm (N°4). Por ende, en ésta investigación, se empleará el tamiz N°4 para apartar los agregados grueso y fino.

### **Propiedades Físicas**

Conforme a las especificaciones técnicas la NTP el agregado fino a emplearse en el concreto deberá adoptar algunos requerimientos mínimos de calidad.

- **Peso Unitario**

El peso unitario de los agregados se simboliza en  $\text{kg/m}^3$ , este peso que logra un definido volumen unitario, El peso unitario se sujeta de algunas restricciones esenciales de los agregados, como su granulometría, tamaño y forma, el tamaño máximo nominal del agregado en coherencia con el volumen del recipiente, también el contenido de humedad, así como necesita de agentes externos como el grado de compactación aplicado; la forma de consolidación, etc.

- **Peso Específico**

Es la relación entre el peso del material y su volumen, es muy necesario obtener este valor para llevar a cabo la dosificación de la mezcla e incluso para comprobar que el agregado pertenece al material de peso normal. La diferencia con el peso unitario está en que éste no se considera el volumen que poseen los vacíos del material.

- **Contenido de Humedad**

Se denomina a la cantidad de agua con la que cuenta el agregado fino. Por lo que es una propiedad muy fundamental ya que conforme a su valor (en %), se determina la cantidad de agua en el concreto. Asimismo, se puede definir como la discrepancia que existe entre el peso del material que ha sido secado al horno durante (24 horas.) y el peso del material natural, dividido entre el peso del material natural, todo multiplicado por 100.

- **Absorción**

Es la capacidad que tiene el material de asimilar agua, en este caso el agregado fino al entrar en contacto con él. Esta peculiaridad repercute en la cantidad de agua al igual que el contenido de humedad, para la relación a/c en el concreto. Asimismo, se puede decir que es la variedad en el peso del material superficialmente seco y el peso del material secado en horno (24 horas), todo dividido entre el peso seco y todo multiplicado por 100.

- **Granulometría**

Se conoce como la distribución de las partículas de arena, a través la abertura de los tamices usados. El análisis granulométrico separa el material en porciones de elementos del mismo tamaño. Establecidas en las especificaciones granulométricas de la norma técnica peruana.

Para empezar con cualquier estudio de las características del concreto, es primordial determinar la calidad del agregado que se va trabajar y comprobar si cuenta con los requisitos y estándares básicos de la norma.

La calidad del concreto se sujeta principalmente de la granulometría y otras cualidades de la arena además de las propiedades del mortero. Dado que es difícil cambiar la granulometría de la arena a todo lo contrario que pasa con el agregado grueso, el cual lo podemos almacenar por separado y cerner sin problemas, cuya atención se basa principalmente en el control de su homogeneidad.

**Tabla N° 04:**

*Requisitos Granulométricos / ASTM C-33*

<b>Malla</b>	<b>% Que Pasa</b>
<b>3/8"</b>	100
<b>N°4</b>	95-100
<b>N°8</b>	80-100
<b>N°16</b>	50-100
<b>N°30</b>	25-60
<b>N°50</b>	10-30
<b>N°100</b>	0

**Fuente:** ASTM C-33

#### **Módulo de Finura**

Se usa para manejar la homogeneidad de los agregados. Asimismo, es un indicador aproximado y simboliza el tamaño promedio de las partículas de la muestra de arena. La norma determina que la arena debería poseer un Módulo de Fineza no menor a 2.35 ni mayor a 3.15. Se calcula como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas N°4, 8, 16, 30, 50, 100 dividido entre 100.

En la apreciación del Módulo de Finura, se calcula que las arenas comprendidas entre un rango del 2.2 y 2.8 módulos generan una mejor trabajabilidad en los concretos y reducen la segregación; sin embargo, los que se ubican entre 2.8 y 3.2 son más eficaces para concretos de alta resistencia.

#### **Superficie Específica**

Viene a ser la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado por unidad de peso, se toman en cuenta dos hipótesis para su obtención: Que todas las partículas son esféricas y el promedio de las partículas es igual al tamaño medio de las partículas que ingresan por un tamiz quedando retenidos en el otro.

### **Material más fino que pasa la malla N° 200**

Se basa en definir la cantidad de materiales finos que pueda obtener el agregado, ya sea en forma de partículas sueltas o en forma de revenimiento superficial. El agregado grueso muchas veces se presenta recubierto por material muy fino, conformado por arcilla y limo, o mezclando con la arena. Donde el primer caso, perjudica directamente a la adherencia del agregado y la pasta, en el segundo, hace que los requisitos del agua de mezcla sean más altos.

### **b) Agregado Grueso**

Es el agregado que proviene de la descomposición natural o mecánica de las rocas que queda detenido en el tamiz n°4 (4.75mm) y además cumplan con los requerimientos definidos por la norma NTP 400.037 o ASTM C33. La piedra chancada, etc. pueden ser considerados agregados gruesos

### **Gravas**

Es la selección de pedazos pequeños de piedra, provenientes del desmenuzamiento natural de las rocas, por la intervención de agentes atmosféricos y otros como el hielo, también llamados "Canto Rodado", y comúnmente los podemos encontrar en canteras, lechos de ríos o causes acumulados de manera natural.

Las características que presenta este material son más o menos en forma redondeadas. Donde cada fragmento ha perdido sus aristas vivas por el contacto o rozamiento que tienen entre sí. Las gravas pesan de 1600 a 1700 kg/m<sup>3</sup>. (Abanto C, 2013)

### **Piedra partida o Chancada**

Es obtenido del agregado grueso por medio del resultado de la molienda artificial de rocas o gravas. Cualquier tipo de piedra como agregado grueso para ser usada como piedra partida tiene que ser siempre limpia dura y resistente. Ya que su característica primordial es dar volumen y proporcionar su particular resistencia. Los ensayos señalan que la piedra partida o chancada brinda concretos prestamente más resistentes

que los elaborados con piedra redonda, (Abanto C, 2013).

### **Propiedades Físicas**

Para que los agregados gruesos sean usados en la elaboración del concreto de alta resistencia deberán seguir requisitos mínimos de las Normas, y muy aparte a tener en cuenta que el agregado sea procedente de rocas ígneas plutónicas de grano fino, que han sido congeladas en profundidad, y deben presentar una dureza no menos de 7 y al mismo tiempo su resistencia a la compresión no debe ser menor al doble de la resistencia que se quiere lograr en el concreto.

Los agregados gruesos deberán cumplir los requisitos mínimos que señalan las normas técnicas de control (ASTM-C33), además es muy importante que sus características físicas conserven el borde de los límites pre definidos en las normas de calidad.

- **Peso Unitario**

Es el peso que logra un definido volumen unitario, el cual se manifiesta en  $\text{kg/m}^3$ . Y se clasifican en dos, PUC (Peso unitario compactad) y PUS (Peso Unitario Suelto). El valor para agregados normales varía entre 1500 y 1700  $\text{kg/m}^3$ . Este valor es necesario cuando corresponde a agregados ligeros o pesados, y en caso de suministrarse el concreto por volumen.

- **Peso Específico**

Es un índice claro de la calidad del agregado; según la norma los valores entre 2.5 a 2.8, pertenecen a agregados de muy buena calidad, en cambio los valores del menor señalado son de baja calidad (débiles, porosos y principalmente con bastante cantidad de agua, etc).

- **Contenido de Humedad**

Esta propiedad nos permite determinar la cantidad de agua que comprende el

agregado grueso. Es muy fundamental ya que conforme a su valor (en porcentaje) puede variar la dosis de agua del concreto. También es semejante decir que es la desigualdad entre el peso del material natural y el peso del material seco en el horno (24 horas.), dividido entre el peso natural del material, todo multiplicado por 100.

- **Absorción**

El agregado grueso tiene la facultad de impregnar agua cuando al entrar en contacto con él. Esta cualidad repercute en la cantidad de agua para la relación agua/ cemento al igual que el contenido de humedad. Asimismo, se conoce como la variedad del peso del material someramente seco y el peso del material seco en horno (24 hrs), todo dividido entre el peso seco y todo multiplicado por 100.

- **Granulometría**

Es la separación por tamaño de las partículas de los agregados., según la abertura de los tamices utilizados el análisis granulométrico separa la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño. El tamiz empleado para establecer la granulometría de los agregados es escogido por el tamaño de la abertura cuadrada en pulgadas.

Según las Normas Nacionales se detallan la granulometría de los agregados gruesos en 10 secuencias, que son idénticas a las normas ASTM. La graduación del agregado grueso debe cumplir los límites dispuestos en la Norma.

## **CONCHA DE LAPICERO**

Son valvas alargadas casi similares, estiradas y de concha endeble. Su nombre deriva por forma rectangular y curva por los bordes, igual a una navaja o faca. Estrías verticales y horizontales muy delgadas, con las líneas de desarrollo muy bien remarcadas. Dos sifones para proveerse a base de materia orgánica en suspensión. Ligamento y dientes en charnela. Presentan un color externo blanco al marrón claro realzado con bordes anchos de marrón más intenso o rojizo, y un color Interior, blanco o gris azulado claro. Tienen un tamaño máximo de 18 cm, pero las comunes son de 7

a 10 cm.

### **Producción.**

Mediante un estudio del crecimiento y pesquería de *Tagelus Dombeyi* "Concha de Lapicero o Navajuela" la demostración e indagación estadística correspondientes fueron extraídas del centro natural El Dorado, ubicado en la banda noroeste de la Bahía de Samanco, donde recaudándose información perteneciente al mes de enero\_diciembre del 2012. En el estudio la *Tagelus dombeii*, manifiesta una interrumpida actividad sexual durante todo el año, mostrando un importante pico de desove en la estación de otoño. La actividad reproductiva global para las estaciones de invierno y verano fue beneficiosa significativamente para los machos; mientras que para otoño y primavera se consignó una proporción 1:1. Además se evaluó el tamaño de primera madurez sexual y de primer desove a los 67 mm y 68 mm de longitud total donde mostró un crecimiento diferencial de tipo alométrico negativo. ("Mercasa", 2011)

A través del análisis de frecuencia de tallas, las constantes de crecimiento partieron de 109,07 años de edad a una longitud de cero ( $t_0$ ); estos parámetros definieron un crecimiento tardío en la especie. La categoría de tallas de *T. dombeii*, en la captura comercial registrada cambio de 45 a 104 mm, mostrando una conformación de tallas de tipo polimodal, con modas primordiales más comunes en 63 mm; conformando la fracción de muestras menores a la talla mínima de extracción 77%. Se registró una captura anual de 209 t, variada de 12 a 28 t/mes, se comprobó que los mayores niveles de extracción son en las estaciones de verano y primavera. (Berru B, 2012, pág. 17).

#### **a) Producción Nacional**

En el Perú la concha de lapicero, *Tagelus Dombeyi*, empezó a ser consignada en la pesquería artesanal a partir del año 2000, en la bahía Sechura (05°49'S - 81°01'W); considerada hoy en día como un recurso fundamental bentónico. Se ha reportado desde el año 2003 la utilización de motobombas hidráulicas para la separación de *Tagelus Dombeyi*, arte que es usado hasta cuatro veces por encima a la extracción tradicional.

La Bahía de Sechura, alberga una diversidad de recursos pesqueros importante; los bivalvos “Concha de lapicero” (*Tagelus Dombeyi*), “navajuela, pico de pato”, “almeja”. La producción el 2016 es de 645 Tn. (Imarpe, 2016)

- **Accesibilidad Nacional**

El puerto Sechura está ubicado en la costa norte del Perú, a 60 km de la ciudad de Piura. La bahía de Sechura es una zona pesquera muy importante que proporciona a la región y país peces y recursos invertebrados bentónicos comerciales (bivalvos, gasterópodos y decápodos). siendo la actividad con más relevancia la pesca de invertebrados entre ellos la *Tagelus Dombeyi*.

**b) Producción Local:**

La producción el 2016 según Imarpe es de 209Tn. (Chimbote-Samanco).

- **Accesibilidad Local**

El lugar donde se extrajo dicho material “concha de lapicero” para la elaboración de esta investigación fue de la Bahía de Samanco- Caleta Colorada, distrito de Chimbote, provincia de Santa, región de Ancash.

**Clases de Moluscos.**

El filo de los Moluscos se divide en 8 clases: Bivalvos, Gasterópodos, Cefalópodos, Caudofoveados, Aplacóforos, Monoplacóforos, Poliplacóforos y Escafópodos. En esta práctica se estudiará la primera clase:

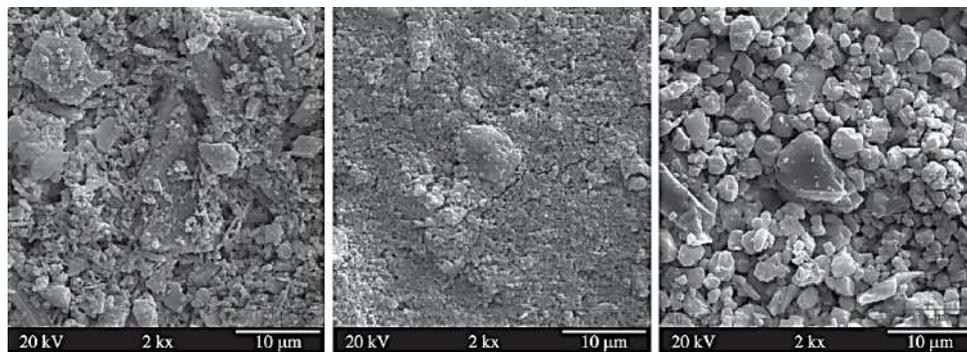
- **Especie Bivalvos**

Se caracterizan por la presencia de una concha formada por 2 valvas, una izquierda y otra derecha, articuladas entre sí, un pie en forma de hacha, y branquias laminares. El cuerpo está comprimido lateralmente y se sitúa dorsalmente dentro de las valvas, ocupando la cavidad del manto, las regiones laterales y ventrales. Carecen de cabeza

diferenciada y se alimentan por filtración mediante las branquias, por lo que éstas se encuentran muy desarrolladas y modificadas. Instituto Del Mar Del Perú (2013) - Nombre común: Navajuela, lapicero.

### **Caracterización Común del Residuo de Concha de Molusco:**

En los diversos estudios publicados sobre la composición microscópica y mineralógica de diferentes clases de conchas de moluscos concuerdan en gran mayoría. Principalmente existe un componente que las vincula a todas que es el carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ) pues lo contienen entre 95-99% de su peso total el resto lo componen otros óxidos en una pequeña cantidad (de potasio, de silicio, de hierro, etc...). Se ha comprobado que la concha de ostra es una de las que cuenta con más carbonato de calcio incorporado (hasta un 98%). También se presenta en formas cristalográficas como son aragonito y calcita, con características planas o reticulares. (Rodríguez A, 2014, págs. 72-74)

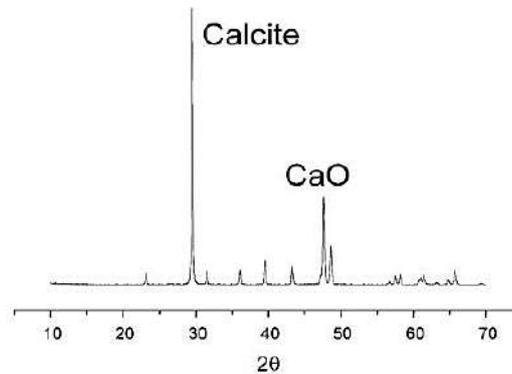


*Figura N° 01:* Ensayo de fluorescencia de rayos X.

Los resultados para todos los tipos de concha de acuerdo con el ensayo de fluorescencia de rayos X son bastante similares (83%). Para las especies de mejillón verde, almeja de cuello corto, lapicero, ostra y berberecho la proporción de masa calcinada se encuentra entre el 42,2 y el 42,8%. A pesar que las diferencias entre especies de moluscos sean pequeñas la estructura composicional básica de las conchas es idéntica particularmente de cada especie.

Mediante el ensayo de difracción de rayos X elaborados a las conchas de moluscos nos

permite comprobar que en todos ellos los minerales presentes son calcita y aragonito dos variedades polimórficas de carbonato cálcico.



**Figura N° 02:** Resultados de difractogramas de conchas - moluscos

**Tabla N° 05:**

*Componentes químicos según ensayo de fluorescencia concha de lapicero*

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)
Oxido De Calcio (CaO)	94.317
Oxido De Potasio (K <sub>2</sub> O)	2.338
Dióxido De Silicio (SiO <sub>2</sub> )	2.038
Óxido De Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1.808
Oxido De Estroncio (SO <sub>3</sub> )	0.415
Trióxido De Azufre (SO <sub>3</sub> )	0.092
Materia Orgánica	0.010

**Fuente:** (Montes,2017)

Como vemos según ensayo de fluorescencia como antecedente de unas tesis la concha de lapicero tiene 4 componentes químicos que son calcio, silicio, potasio, hierro que se podrá sustituir en un 12% y 16% por el cemento en un adoquín de concreto a la comprensión y además es un cementante ya que su porcentaje es mayor al 50%.

## **CENIZA CASCARA DE ARROZ**

La cascarilla de arroz, también llamada “pajilla”, es obtenida de un proceso de pilado, el cual consiste en separar haciendo pasar el arroz o grano de la cascara mediante rodillos de jebe que se encargan de dicha operación, luego de una previa limpieza. (FAO, 2016)

### ○ **Puzolanas Naturales:**

Son materiales silíceos o alumino-silíceos como ejemplo, la escoria, la pómez, las cenizas volcánicas, las tobas y obsidiana. Rocas o suelos que tienen composición silícea además de ópalo. Las precipitaciones de la sílice de una solución o de los residuos de organismos son un claro ejemplo las tierras de diatomeas, o las arcillas calcinadas de forma natural a consecuencia del calor o de un flujo de lava. Las rocas volcánicas, en las que el constitutivo amorfo es vidrio resultado del enfriamiento violento de la lava.

### ○ **Puzolanas Artificiales:**

Un ejemplo son las cenizas volantes que son el resultado de la combustión del carbón mineral (lignito) y principalmente en las plantas térmicas que producen electricidad. También pertenecen a este grupo las arcillas activadas o calcinadas artificialmente: Por ejemplo, residuos de la quema de ladrillos de arcilla y otros tipos de arcilla que han tenido contacto directo a temperaturas superiores a los 800 °C. Los residuos de fundición: Primordialmente obtenidas mediante la fundición de aleaciones ferrosas en altos hornos que deberán ser bruscamente enfriadas para alcanzar una estructura amorfa.

### ○ **Las cenizas de residuos agrícolas:**

Las cenizas de los desechos agrícolas como la de la cascarilla de arroz, paja de trigo, bagazo y paja de la caña de azúcar, etc. Son residuos minerales ricos en sílice y alúmina, cuya estructura necesita de la temperatura de combustión a la que son quemados cuyo grado de calcinación se obtiene mediante el ensayo de análisis térmico

diferencial.

La norma ASTM C 618-03 clasifica en tres los tipos a las cenizas:

- ✓ **Clase N:** Pozolanas naturales calcinadas o sin calcinar, como ciertas tierras diatomáceas; pizarras y horstenos opalinos; cenizas volcánicas y tobas o pumíticas, calcinadas o sin calcinar; y muchos materiales que necesitan de calcinación para conseguir propiedades beneficiosas, como algunas pizarras y arcillas.
- ✓ **Clase F:** Ceniza volante generalmente es el resultado de la calcinación del carbón bituminoso o antracítico. Este tipo de ceniza volante contiene características puzolánicas.
- ✓ **Clase C:** Es la ceniza volante generalmente proviene del resultado de calcinar el carbón sub bituminoso o lignito. Esta clase de ceniza tiene propiedades puzolánicas y al mismo tiempo propiedades cementicias.

Las cenizas recomendadas a ser usadas para la fabricación del concreto las cenizas deberían ser de Clase F, ya que las cenizas de Clase C, contienen un exceso de cal y poco de óxido de alúmina y óxido de hierro. (Rivva L, 2012).

### **Composición Química:**

La (CCA) es un material que cada vez está siendo estudiado en los últimos años, ya que presenta características idénticas a la sílice activa, pero a su vez se exige un riguroso control de la temperatura y tiempo durante su calcinación según el uso que se le quiera dar, pues es un proceso donde cambia la estructura y características del material.

Existen discrepancias importantes en la composición química de las puzolanas, se han realizado ciertas opiniones sobre la suma recomendada para los óxidos como elementos de plastificación de las cenizas y se ha sugerido que estas deben ser organizadas de acuerdo a la capacidad de óxido de cal. La cantidad de sulfato en las cenizas puede definir la cantidad necesaria de ceniza para el crecimiento de una máxima resistencia y un fraguado admisible en las mezclas de cemento portland para

que sea admitida. Es por ello en base a las normas que existen y están vigentes en la actualidad.

La norma ASTM-C-618-03 menciona que la composición química deberá estar de acuerdo con los requisitos según la tabla n°6.

**Tabla N° 06:**

*Requerimientos Químicas para cenizas*

	CLASE		
	N	F	C
<b>Dióxido de Silicio (SiO<sub>2</sub>) + Oxido de Aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) + Oxido de Hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), min %</b>	70.00	70.00	50.00
<b>Trióxido de Azufre (SO<sub>3</sub>), Max. %</b>	4.00	5.00	5.00
<b>Contenido de Humedad, Max. %</b>	3.00	3.00	3.00
<b>Perdida por Calcinación , Max. %</b>	10.00	6.00	6.00

El uso de puzolanas Clase F que contenga hasta un 12% de pérdida por calcinación puede ser aprobado por el usuario si los registros de desempeño aceptables o los resultados de la prueba del laboratorio están disponibles.

**Fuente:** ASTM C 618-03

**Tabla N° 07:**

*Composición de la ceniza de cascara de arroz.*

DESCRIPCION	CENIZA CASCARILLA DE ARROZ(%)
SiO <sub>2</sub>	<b>90</b>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<b>0.62</b>
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<b>0.5</b>
Ca	<b>1.23</b>
MgO	<b>0.34</b>
Na <sub>2</sub> O	<b>&lt; 0.32</b>
K <sub>2</sub> O	<b>2.07</b>
TiO <sub>2</sub>	<b>0.03</b>
Perdida al fuego	<b>0.5</b>

**Fuente:** Incitema

### Composición Física:

Se ha comprobado que la reactividad de las cenizas tiene relación directa con la cantidad que ingresa por el tamiz, pues las partículas más gruesas comúnmente no actúan de manera con el concreto. La finura de cenizas es moderada en algunas ocasiones determina la cantidad que queda en la malla N°325 o también por lavado húmedo. (Rivva L, 2010)

La norma ASTM C 618-03 requiere que los diferentes tipos de cenizas deben cumplir ciertas características físicas.

### Reacción Química de las Cenizas con los Componentes del Cemento

El C3S y C2S son silicatos de calcio que conforman el 75% del peso del cemento portland, al entrar en contacto con el agua reaccionan formando dos componentes: hidróxido de calcio y silicato de calcio hidratado (hidrato de silicato de calcio). La resistencia y otras características del cemento hidratado se dan primordialmente por el silicato de calcio hidratado, éste es el centro del concreto. El cemento portland hidratado comprende de un 15% hasta 25% de hidróxido de calcio y acerca del 50% de silicato de calcio hidratado, en masa. (PCA, 2012)

**Tabla N° 08:**

*Reacciones de Hidratación de los Silicatos del Cemento Portland*

$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	+	$\text{H}_2\text{O}$	=	C-S-H	+	$\text{CaO} \cdot \text{H}_2\text{O}$
Silicato Tricálcico		agua		Silicato de calcio hidratado		Hidróxido de calcio
$2\text{Ca} \cdot \text{SiO}_2$	+	$\text{H}_2\text{O}$	=	C-S-H	+	$\text{CaO} \cdot \text{H}_2\text{O}$
Silicato Dicálcico		agua		Silicato de Calcio Hidratado		Hidróxido de calcio

Fuente: (PCA, 2010)

Uno de los beneficios principales de las cenizas, es la respuesta con el hidróxido de calcio ( $\text{CaOH}$ ) en el concreto, y la producción de compuestos cementantes complementarios. La próxima ecuación muestra la reacción de la puzolana sustituida por las cenizas con la cal, para elaborar complementariamente hidrato de silicato de

calcio (C-S-H)

✓ Reacción cemento:  $C_3S + (\text{hidratación}) \rightarrow \text{C-S-H} + \text{CaOH}$

✓ Reacción Puzolana:  $\text{CaOH} + S \text{ sílice componente de ceniza} \rightarrow \text{C-S-H}$

El concreto va ganado dureza durante el tiempo gracias a la reacción complementaria que se genera a consecuencia de la respuesta de las cenizas con la cal libre. (ACAA, 2011).

## CONCEPTUACION Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

**Variable dependiente:** RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### **Definición conceptual:**

La resistencia a la compresión, es una propiedad física importante que se describe como la facultad máxima que resiste un material antes de alcanzar su límite de rotura. La resistencia a compresión se define como la medida máxima de la resistencia a la carga axial de cualquier espécimen de concreto. Y se presenta en (kg/cm<sup>2</sup>), mega pascales (MPa) o también en (lb/pulg<sup>2</sup> o psi) alcanzando su máxima resistencia a los 28 días de edad. (Juarez E, 2012)

### **Definición operacional:**

La resistencia a compresión detallada se denomina con el símbolo  $f'_c$  y la resistencia a la compresión real del concreto  $f_c$  debería incrementarse. Estos resultados se obtendrán gracias al **ensayo a compresión** que se realicen a las diferentes muestras que se crearán dando como resultado de resistencia a la compresión ultima a la resistencia a la compresión que se logre alcanzar antes de que la muestra se fisure.

Se considerará un modelo de adoquín de concreto optimo si cumple o sobrepasa los parámetros de la Norma técnica de Albañilería NTP 399.611, se considerará deficiente si los resultados bajan a los establecidos.

**Dimensiones:**

- Carga Axial: es la fuerza que procede en todo el perímetro de una sección estructural destinado al centroide de la sección transversal del mismo generando un esfuerzo homogéneo. Además, denominada fuerza axial. (Juárez E. 2012).
- Área: El ensayo de compresión debe ser ejecutado sobre todo Área del adoquín, aplicando la carga perpendicular a la sección de mayor superficie. (NTP 399.611.2015)
- Tiempo de fraguado: Es una fase en el cual las respuestas químicas del cemento y el agua llevan a un desarrollo que, a través distintas velocidades de reacción, producen calor y crean un nuevo compuesto. Éstos en la pasta de cemento ocasionan que este endurezca y aglutine el agregado.

**Indicadores:** Kg/cm<sup>2</sup>

**Variable independiente:** SUSTITUCION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE LAPICERO.

**Definición Conceptual:**

El diseño de mezclas consiste en elegir proporciones adecuadas para elaborar el concreto considerando el tipo de estructura a la que se va añadir, y condiciones ambientales a las que estará expuesto, (Navarro T. 2011). La dosificación compromete instaurar las proporciones más convenientes de los materiales que integran el hormigón, con el propósito alcanzar la resistencia y durabilidad requerida, para lograr un acabado o una adherencia correcta. Comúnmente se expresa en gramos por metro cúbico (g/m<sup>3</sup>).

**Definición Operacional:**

Se seguirán todas las pautas ya hechas por la Norma Técnica de Edificaciones en cuanto a los requerimientos para una buena dosificación de un adoquín de concreto, el cual nos certifique de una determinada proporción de los materiales que usaremos en la elaboración del concreto como:

- Agua.
- Cemento Portland.
- Agregado Fino (Arena Gruesa)
- Agregado grueso (Confitillo)

Según los resultados obtenidos se pasará a la sustitución del cemento portland por las cenizas de cascará de arroz y polvo de concha de lapicero.

#### **Dimensiones:**

- **Porcentajes**, Sustitución del cemento por 16% de ceniza de paja de arroz y 28% de concha de lapicero

#### **Indicadores:**

- 4% CCA y 12% CCL
- 7% CCA y 21% CCL

#### **HIPOTESIS:**

“Sustituyendo al cemento en un 16% y 28% por la combinación de ceniza de cáscara de arroz y ceniza de concha de lapicero, debido a sus propiedades puzolánicas, se lograría una resistencia mayor a la de un adoquín tipo I de concreto convencional.”

#### **OBJETIVOS:**

##### **Objetivo general:**

Determinar la resistencia a la compresión de un adoquín de concreto tipo I sustituyendo al cemento en un 16% y 28% por la combinación de ceniza de cáscara de arroz y ceniza concha de lapicero, en comparación a un adoquín tipo I de concreto convencional

**Objetivo específico:**

- Determinar la temperatura de calcinación de la concha de lapicero y ceniza de cascara de arroz mediante el ensayo de Análisis Térmico Diferencial (ATD).
- Determinar la composición química de la concha de lapicero y ceniza de cascara de arroz mediante el ensayo de fluorescencia rayos x.
- Determinar el Grado de alcalinidad (pH) de la ceniza de concha lapicero y la ceniza de cascara de arroz y su combinación.
- Determinar la relación de agua cemento de la muestra patrón y muestra experimental.
- Determinar la resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días de los adoquines experimental y el patrón y comparar y analizar los resultados.

## **METODOLOGÍA**

### **TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION:**

Experimentación complementada por la observación científica por que el diseño de concreto se modificó agregando porcentualmente 16% y 28% de ceniza de cascara de arroz y concha de lapicero, para determinar su resistencia a la compresión; también se aplicó la observación científica porque estuvo en contacto con las unidades de análisis, controlando su comportamiento en función a las variables, además el investigador mismo organizo y controló el proceso de investigación correspondiente.

### **TIPO DE INVESTIGACIÓN:**

#### **Investigación Aplicada:**

Son los Resultados de nuevos conocimientos obtenidos y al mismo tiempo aplicados a la solución de un problema a mediano o largo plazo.

Nuestra investigación desarrollada será aplicada porque los resultados encontrados servirán para la solución de problemas relacionados a la pavimentación, específicamente al diseño de concreto de adoquines. Para lo cual se aplicaron los conocimientos metodológicos del concreto y de lo que concierne a la pavimentación y además se utilizó la información referente al conocimiento de las propiedades de la composición química de los materiales.

La ampliación del tipo de investigación usada tuvo una dirección cuantitativa porque se basa al estudio de variables y se aplicaron los métodos estadísticos.

#### **Investigación Explicativa:**

Causa y efecto como son las características a consecuencia de la aplicación de un porcentaje de la materia.

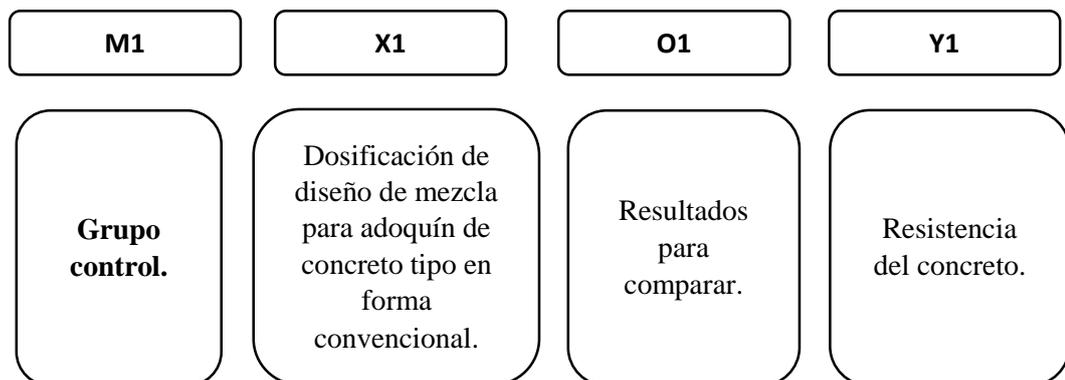
## DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

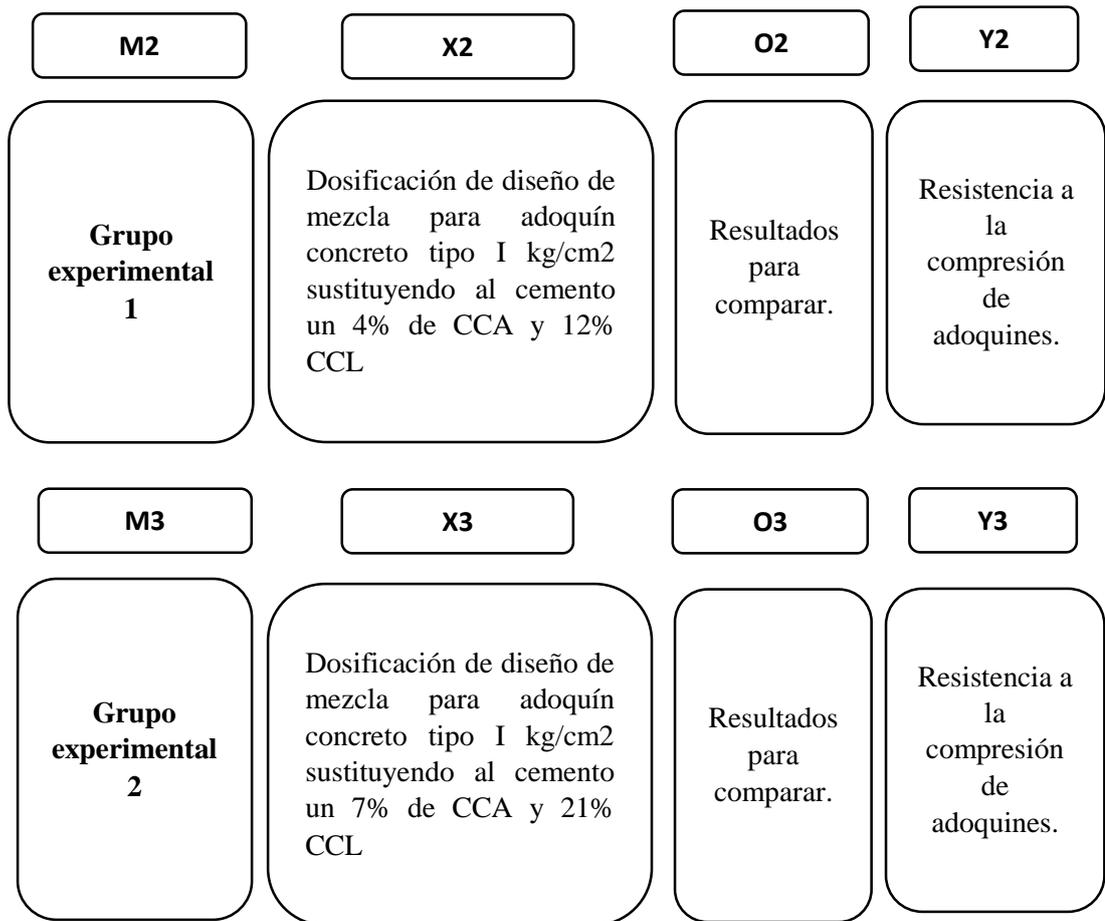
Diseño Experimental de nivel cuasi experimental, considerando que un diseño experimental consiste en una base estadística donde podemos identificar y cuantificar diversas cosas u objetos en estudio, en función de lo cual en este proyecto de investigación se compararon los resultados de la resistencia a la compresión de dos grupos de adoquines de concreto elaborados.

Así tenemos al grupo de probetas de concreto elaboradas de manera convencional, la cual fue denominada Grupo Control y el grupo de adoquines de concreto cuyos diseños fueron modificadas al sustituir al cemento por los materiales empleados como lo constituyen la cascara de arroz y concha de lapicero, en un 16% y 28% respectivamente.

Para obtener los resultados y generar la medición de las variables a evaluar en el estudio se aplicó pruebas y ensayos técnicos en el laboratorio respectivo.

### Esquema del Diseño de Investigación:





Donde:

- M1:** Muestra de Adoquines de concreto con diseño de mezcla convencional para adoquín tipo I
- M2:** Muestra de Adoquines de concreto con diseño de mezcla sustituyendo porcentualmente en un 16% al cemento por ceniza de cáscara de arroz y concha de lapicero.
- M3:** Muestra de Adoquines de concreto con diseño de mezcla sustituyendo porcentualmente en un 28% al cemento por ceniza de cáscara de arroz y concha de lapicero.
- X1:** Dosificación de mezcla de concreto en forma convencional.
- X2:** Dosificación de mezcla de concreto al sustituir al cemento por ceniza de cáscara de arroz y concha de lapicero en un **16%** (4%CCA y 12%CCL).

**X3:** Dosificación de mezcla de concreto al sustituir al cemento por ceniza de cáscara de arroz y concha de lapicero en un **28%** (7%CCA y 21%CCL).

**O1, O2 Y O3:** Evaluación de los resultados obtenidos de las propiedades físico mecánico del adoquín de concreto Tipo I con sustitución porcentual al cemento por ceniza de cáscara de arroz y concha de lapicero.

**Y1:** Resistencia a la compresión de diseño de mezcla de concreto no modificadas.

**Y2:** Resistencia a la compresión de diseño de mezcla de concreto modificado al 16%

**Y3:** Resistencia a la compresión de diseño de mezcla de concreto modificado al 28%

### **POBLACIÓN Y MUESTRA:**

- **Unidad de Análisis:** adoquines de concreto.
- **Población y Muestra:** Para esta investigación se tuvo como población de estudio al conjunto de 27 bloques de adoquines diseñados experimentalmente con sustituciones porcentuales al cemento por ceniza de cascara de arroz y concha de lapicero, en comparación al diseño convencional de adoquines de concreto tipo I.

El diseño se elaboró en el Laboratorio de Suelos de la Universidad San Pedro considerando la resistencia a la compresión en relación a su diseño de concreto.

#### **Diseño Patrón**



#### **Diseño Experimental (16%): 4% (C.C.A) y 12% (C.C.L)**



**Diseño Experimental (28%): 7% (C.C.A) y 21% (C.C.L)**



- ✓ Para este trabajo de investigación se utilizó la ceniza (Cáscara de arroz) extraída de Tambo Real, Distrito de Chimbote, Provincia del Santa y la concha de lapicero de La Caleta Colorada-Bahía de Samanco -Chimbote - Ancash; ambos materiales fueron llevados al laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad San Pedro
- ✓ Para hacer los ensayos respectivos del presente estudio, se utilizó 9 adoquines de concreto patrón 0% de sustitución CCA y CCL para 7, 14 y 28 días de curado respectivamente, de la misma forma 18 adoquines de concreto para 7, 14 y 28 días de curado, con sustitución de 16% y 28%; Suman un total de 27 adoquines de concreto, de acuerdo a lo que indica la norma estandarizada del ACI; para ambos se hizo el curado mediante el método de inmersión bajo sombra durante todo el proceso de evaluación de los adoquines patrones y experimentales.

$N_{\text{Total}} = 27$  Adoquines de concreto.

- **n1 = 9** Adoquines de concreto con sustitución de ceniza cascara de arroz y ceniza de concha de lapicero al 16%.
- **n2 = 9** Adoquines de concreto con sustitución de ceniza cascara de arroz y ceniza de concha de lapicero al 28%.
- **n3 = 9** Adoquines de concreto convencional.

**TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN:**

**Técnicas: OBSERVACIÓN – EXPERIMENTACION**

En el proyecto de investigación se utilizó la técnica de la observación, ya que se realizó pruebas y ensayos de laboratorio, en la que se pudo observar el comportamiento de la resistencia del concreto, con la sustitución de ceniza de cáscara de arroz y concha de lapicero al cemento para un diseño de adoquín de concreto tipo I.

A fin de recoger información necesaria que haga posible el desarrollo de esta investigación aplicaremos las siguientes técnicas e instrumentos.

**Tabla N° 09:**

*Técnicas e Instrumentos.*

<b>TECNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
<b>La Observación Científica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guía de observación Resumen.</li> <li>- Fichas técnicas del laboratorio de las pruebas a realizar.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia.

Se aplicó como técnica la observación científica ya que la percepción de los resultados a encontrarse como consecuencia de la aplicación de los ensayos fueron ser registrados de forma cuidadosa y experta, de tal manera que facilito el procesamiento respectivo. Lo que implicó elaborar diseños de concreto de adoquines a los cuales se les aplicó una modificación en su estructura consistente en sustituir al cemento por 16% de ceniza de cascara de arroz y por 28% de concha de lapicero , a los cuales se buscó determinar la resistencia a la compresión, en comparación a la resistencia a la compresión de diseños de concreto de adoquines no modificados o convencionales, es decir el investigador estuvo en contacto directo con las unidades de análisis, desde conseguir los materiales a utilizados, pasando por la aplicación técnica a los mismos.

Seguidamente la elaboración de los bloques de diseño de concreto de los adoquines conformó los grupos de estudio respectivos, hasta llegar a la ruptura de las mismas y la aplicación de las pruebas respectivas en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro. Todo lo observado se registró de manera escrita detalladamente en cada momento. Para esto se utilizó como instrumento una guía de observación resumen que nos permitió elaborar sistemas de organización y clasificación de la información.

### **Instrumentos de Investigación:**

- ✓ El Instrumento fue una guía de observación resumen, en donde se mostró la información a recopilada. Donde se muestra una relación de las variables del proyecto de investigación.
- ✓ Planilla de notas: Se utilizó para vaciar información de interés generado durante el transcurso de la realización de la mezcla y ejecución de los ensayos de compresión respectivos.
- ✓ Planilla de datos: Utilizado para almacenar la información de los ensayos planteados realizados.
- ✓ Cámara Fotográfica: Elemento utilizado para realizar tomas de los cementos durante el proceso de las mezclas tanto patrón como de concreto con ceniza de cascara de arroz y ceniza de concha de lapicero, tomando en cuenta el proceso de ensayo de los mismos.
- ✓ Los recipientes, balanzas, mallas y otros instrumentos fueron tomados con relación a los siguientes ensayos de agregados:
  - Ensayo Granulométrico
  - Ensayo de Peso Específico de Arena Gruesa
  - Ensayo de Peso Específico del confitillo
  - Ensayo de Peso Unitario de Arena Gruesa
  - Ensayo de Peso Unitario del confitillo
  - Contenido de Humedad
  - Diseño de Mezcla; Cono de Abams
  - Elaboración de adoquines de concreto patrón y experimentales.
  - Ruptura de Probetas (adoquines).
- ✓ Guía de Registro realizados por el investigador, para observar el avance de las probetas.
- ✓ Computadoras para el análisis de los resultados arrojados en el laboratorio.

### **Procedimiento de recolección de datos**

- ✓ Aplicamos un registro de apuntes, mediante Fichas. Acompañadas de un registro fotográfico para observar la evolución y comportamiento de nuestros bloques a lo largo del desarrollo de la investigación.

### **Validación de los instrumentos**

#### **- Método de opinión de expertos**

Para lo cual se solicitó la colaboración de un grupo de 3 profesionales expertos en el tema, a fin de que revisen los instrumentos antes de ser aplicados y evalúen la consistencia, eficacia de los mismos como herramientas para lograr obtener la información que se necesitaba para el desarrollo de la investigación, en concordancia a los objetivos del proyecto de investigación y a la finalidad fundamental de la investigación.

Después de haber revisado los instrumentos a aplicarse, los expertos dieron algunas observaciones, y después de realizar las correcciones correspondientes, se les presentó nuevamente, lo revisaron y posteriormente opinaron que dichos instrumentos estaban bien determinados y estructurados en relación a los ensayos aplicados, y dirigidos a obtener la información importante que permitió el desarrollo de dicho proyecto de investigación.

### **Procesos y análisis de la información**

- Se presentó una solicitud al laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro para poder acceder al mencionado establecimiento.
- Se realizó la obtención de los materiales que se utilizarán en la fabricación de nuestros adoquines de concreto.
- Se aplicó un registro de apuntes, mediante fichas, filmación, acompañadas de un registro fotográfico para ver el desarrollo de nuestros ensayos.
- Se realizó un diseño de mezcla  $f'c$  para un adoquín tipo 1 convencional, experimental 16% y experimental 28%, con su respectiva desviación estándar.

- Elaboramos los adoquines de concreto con el diseño convencional.
- Elaboramos los adoquines de concreto experimental 16% (4% ceniza de cascara de arroz y 16% ceniza de concha de lapicero).
- laboramos los adoquines de concreto experimental 28% (7% ceniza de cascara de arroz y 21% ceniza de concha de lapicero).
- Ejecutamos el Curado de nuestras o bloques elaborados y finalmente los ensayos de resistencia la compresión de la misma durante 7,14 y 28 días.

Asimismo, se aplicaron los métodos estadísticos, tanto descriptivos como inferenciales.

- **Métodos descriptivos**

Dentro de los métodos descriptivos, la información recogida se clasifico sistemáticamente y presentado en tablas estadísticas de distribución de frecuencias, además para observar mejor el comportamiento de las variables se elaboraron gráficos como: gráficos de barras, gráfico de sectores circulares y asimismo se calcularon medidas estadísticas como: media aritmética, moda, varianza, desviación estándar, coeficiente de correlación lineal (coeficiente de Pearson) para determinar el grado de relación entre las variables de estudio.

- **Métodos inferenciales.**

Para proyectar los resultados de la muestra a la población se aplicaron el método de la valoración de parámetros de la media poblacional de la resistencia a la compresión tanto puntual como interválica. Para comprobar la hipótesis de trabajo se usaron la prueba de hipótesis denominada: prueba de diferencia de medias, que permitió comparar las resistencias a la compresión promedio de los dos grupos de trabajo.

Asimismo, se aplicó el análisis de varianza, para determinar y comparar la variabilidad entre la resistencia a la compresión de los dos grupos de trabajo.

## RESULTADOS

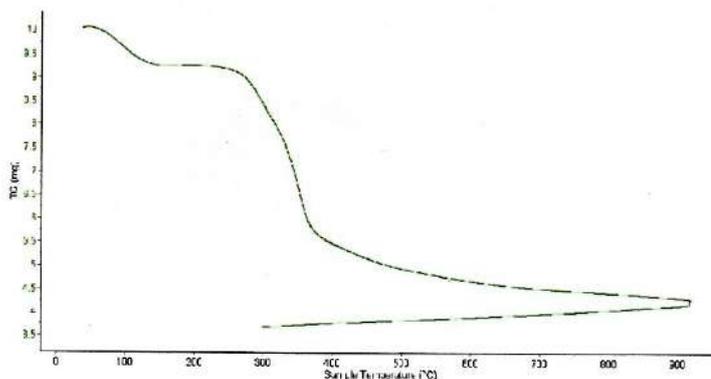
### Determinación del Tiempo y el Grado de Calcinación de la Cascara de Arroz

**Tabla N° 10:**

*Calcinación del Material (C.A)*

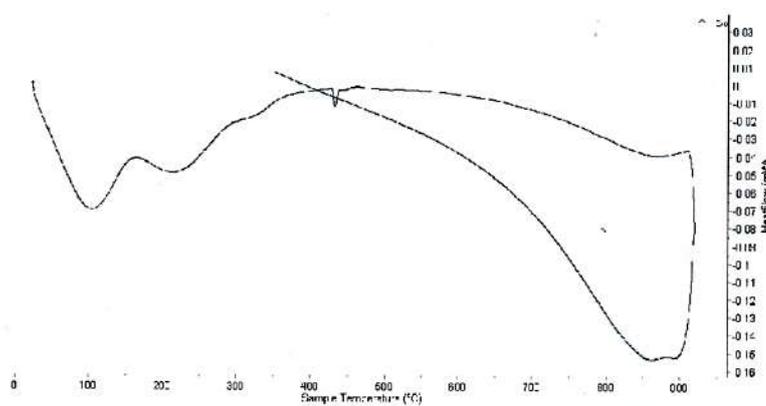
Resultados	
Temperatura de Calcinación	430 °C
Tiempo a Temperatura Constante Máxima	2 hrs
Peso Inicial	2.5 kg
Peso Final	0.58 kg
Perdida (%)	76.8 %

**Fuente:** Laboratorio de Polímeros Departamento Ingeniería de Materiales – UNT



**Figura N° 03:** Curva de pérdida de masa-Análisis Termo gravimétrico

**Fuente:** Laboratorio de Polímeros Departamento Ingeniería de Materiales – UNT



**Figura N° 04:** Curva Calorimétrica DSC

**Fuente:** Laboratorio de Polímeros Departamento Ingeniería de Materiales – UNT

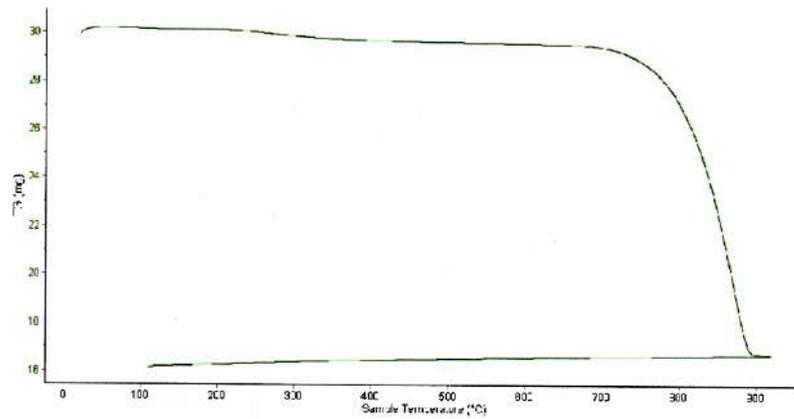
## Determinación del Tiempo y el Grado de Calcinación de la Concha de Lapicero

**Tabla N° 11:**

*Calcinación de Material (C.L)*

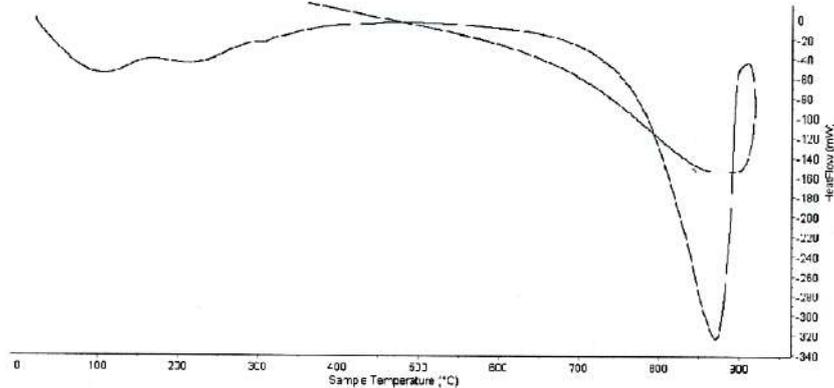
Resultados	
Temperatura de Calcinación	870 °C
Tiempo a Temperatura Constante Máxima	3 Hrs
Peso Inicial	5 Kg
Peso Final	3.85 Kg
Perdida (%)	23 %

**Fuente:** Laboratorio de Polímeros Departamento Ingeniería de Materiales – UNT



**Figura N° 05:** Curva de pérdida de masa-Análisis Termo gravimétrico

**Fuente:** Laboratorio de Polímeros Departamento Ingeniería de Materiales – UNT



**Figura N° 06:** Curva Calorimétrica DSC

**Fuente:** Laboratorio de Polímeros Departamento Ingeniería de Materiales – UNT

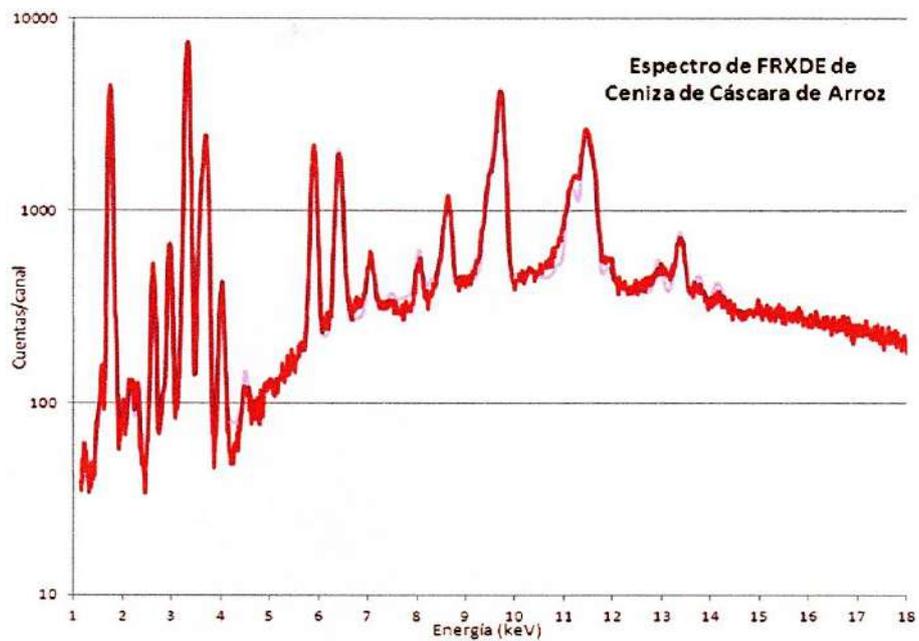
**Determinación de la composición química de la Ceniza de Cascara de Arroz por FRXDE**

**Tabla N° 12:**

*Composición elemental de ceniza de cáscara de arroz en % de masa*

<b>Oxido</b>	<b>Concentración % masa</b>	<b>Normalizado al 100%</b>
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	1.918	2.104
<b>SiO<sub>2</sub></b>	82.377	90.354
<b>P<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.647	0.710
<b>SO<sub>2</sub></b>	0.394	0.432
<b>ClO<sub>2</sub></b>	1.080	1.185
<b>K<sub>2</sub>O</b>	3.578	3.924
<b>CaO</b>	0.856	0.938
<b>TiO</b>	0.011	0.012
<b>MnO</b>	0.151	0.166
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.124	0.136
<b>Ni<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.002	0.002
<b>CuO</b>	0.004	0.005
<b>ZnO</b>	0.021	0.023
<b>SrO</b>	0.009	0.010
<b>Total</b>	91.171	100.00

**Fuente:** Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lab. de Archeometría



**Figura N° 07:** 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.

**Fuente:** Laboratorio de Polímeros Departamento Ingeniería de Materiales – UNT

**Determinación de la composición química de la Ceniza de Concha de Lapicero por FRXDE**

**Tabla N° 13:**

*Composición elemental de ceniza de concha de lapicero en % de masa*

<b>Oxido</b>	<b>Concentración % masa</b>	<b>Normalizado al 100%</b>
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	4.690	4.271
<b>SiO<sub>2</sub></b>	0.848	0.773
<b>SO<sub>2</sub></b>	0.519	0.473
<b>ClO<sub>2</sub></b>	0.107	0.098
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0.107	0.097
<b>CaO</b>	103.41	93.828
<b>TiO</b>	0.011	0.012
<b>MnO</b>	0.002	0.002
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.012	0.011
<b>Ni<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.006	0.006
<b>CuO</b>	0.003	0.003
<b>ZnO</b>	0.096	0.005
<b>SrO</b>	0.462	0.421
<b>Total</b>	109.819	100.00

**Fuente:** Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lab. De Arqueometría



**Figura N° 08:** Espectro de FRXDE de ceniza de concha de lapicero 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.

**Fuente:** Laboratorio de Polímeros Departamento Ingeniería de Materiales – UNT

## Determinación de la Potencial de Hidrogeno de las muestras

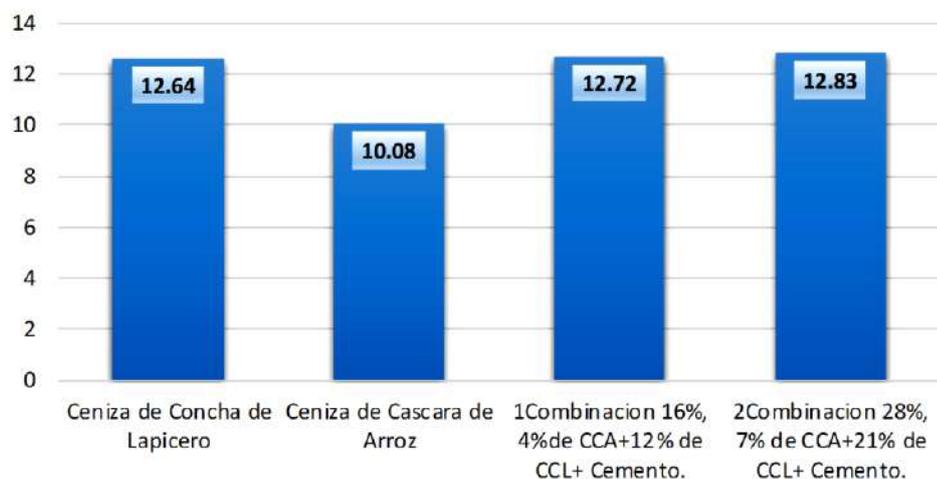
**Tabla N° 14:**

*Determinación del PH de la CCA, CCL y el Cemento*

MUESTRA	PH
Ceniza de Concha de Lapicero	12.64
Ceniza de Cascara de Arroz	10.08
1Combinacion 16%, 4%de CCA+12% de CCL+ Cemento.	12.72
2Combinacion 28%, 7% de CCA+21% de CCL+ Cemento.	12.83

**Fuente:** Laboratorios COLECBI

## Potencial de Hidrógeno



**Figura N° 09:** Grafico de Ph de los Materiales.

**Fuente:** Laboratorios COLECBI

## Determinación del peso específico de los materiales.

**Tabla N° 15:**

*Pesos específicos de los materiales*

MATERIAL	PESO ESPECÍFICO (gr/cm <sup>3</sup> )
Cemento	3,23
CCA	2,81
CCL	2,98
Sust. 16% (4% CCA + 12% CCL + Cemento)	3,64
Sust. 28% (7% CCA + 21% CCL + Cemento)	3,33

**Fuente:** Elaboración propia / Laboratorio de mecánica de suelos USP

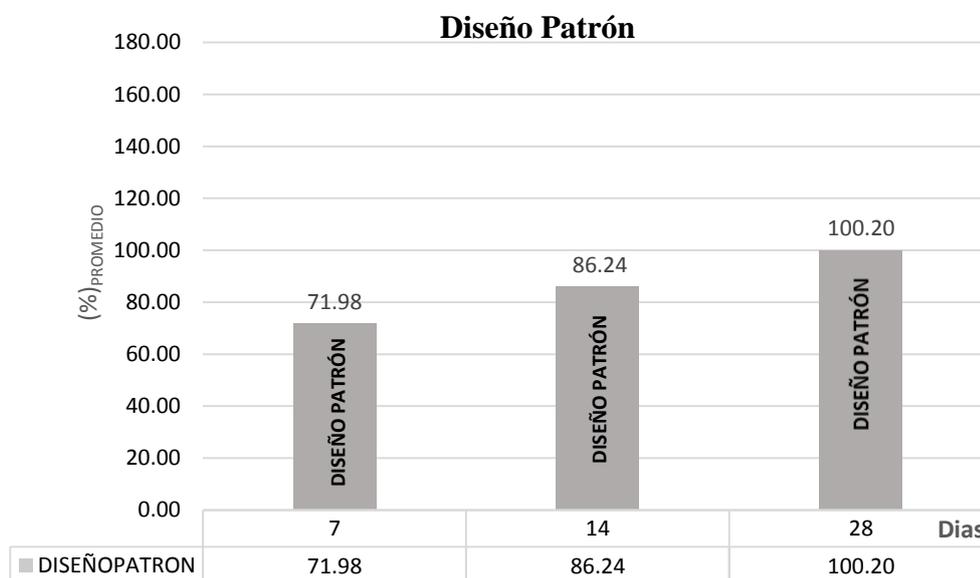
## Resistencia a la compresión de adoquines patrón.

**Tabla N° 16:**

*Ensayo de resistencia a la compresión / diseño patrón a los 7,14 y28 días de edad.*

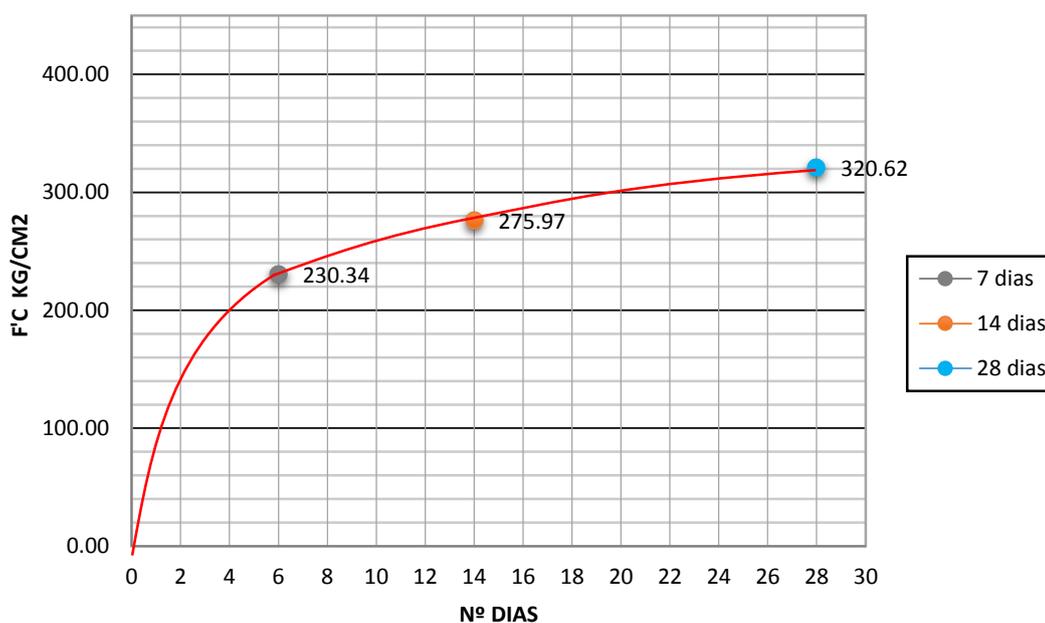
Diseño Patrón	Edad	Pesos	Espesor	Área	Fuerza	F'c	F'c Prom	F'c	F'c Prom
	N° días	kg	cm	cm2	kgf	kg /cm2	kg /cm2	%	% prom
P-01	7	1.90	4.00	205.53	48240	234.71		73.35	
P-02	7	1.89	4.01	201.00	45900	228.36	230.34	71.36	71.98
P-03	7	1.87	4.00	200.80	45770	227.94		71.23	
P-04	14	1.90	4.00	206.04	57520	279.17		87.24	
P-05	14	1.90	4.00	200.10	54220	270.96	275.97	84.68	86.24
P-06	14	1.89	4.01	202.61	56280	277.78		86.81	
P-07	28	1.93	4.00	202.01	65070	322.12		100.66	
P-08	28	1.92	4.00	200.40	62190	310.33	320.62	96.98	100.20
P-09	28	1.92	4.01	202.81	66810	329.42		102.94	

**Fuente:** Laboratorio de Mecánica de suelos de la Usp/Elaboración Propia.



**Figura N° 10:** Resistencia a la compresión promedio de adoquines patrón evaluados según su edad.

**Fuente:** Elaboración propia / Laboratorio de mecánica de suelos USP



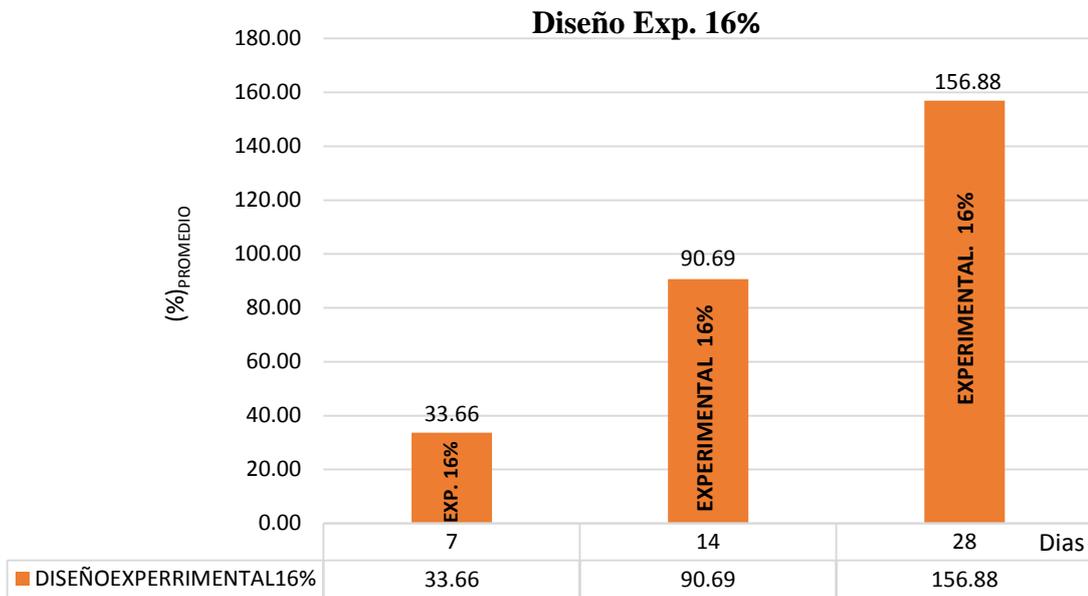
**Figura N° 11:** Comportamiento de la curva de resistencia a la compresión de adoquines patrón.  
**Fuente:** Elaboración propia / Laboratorio de mecánica de suelos USP

**Tabla N° 17:**

*Ensayo de resistencia a la compresión – diseño experimental (1) a los 7,14 y28 días de edad.*

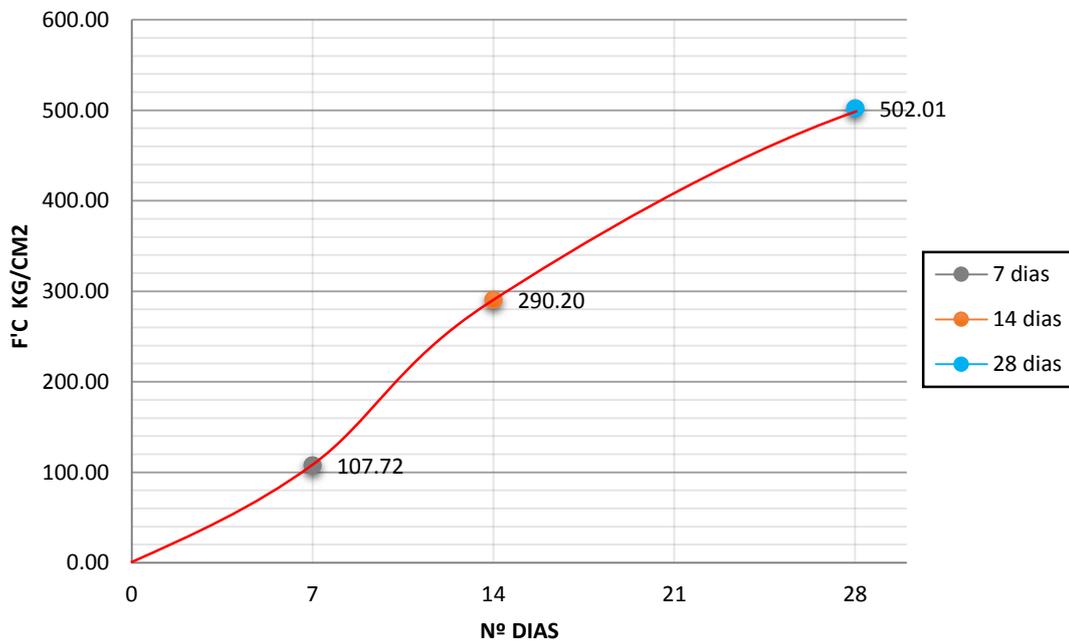
Diseño Exp.16%	Edad	Pesos	Espesor	Área	Fuerza	F'c	F'c Prom.	F'c	F'c Prom.
	Nº días	kg	cm	cm2	kgf	Kg/cm2	Kg/cm2	%	% Prom.
P-01	7	1.91	4.01	203.92	21010	103.03		32.20	
P-02	7	1.91	4.03	207.05	22440	108.38	107.72	33.87	33.66
P-03	7	1.93	4.02	211.09	23590	111.75		34.92	
P-04	14	1.95	4.02	204.03	59740	292.80		91.50	
P-05	14	1.91	4.01	207.08	60420	291.77	290.20	91.18	90.69
P-06	14	1.90	4.02	206.35	59020	286.02		89.38	
P-07	28	1.92	4.02	206.02	102500	497.52		155.48	
P-08	28	1.94	4.03	208.64	105300	504.70	502.01	157.72	156.88
P-09	28	1.93	4.03	206.83	104200	503.80		157.44	

**Fuente:** Laboratorio de Mecánica de suelos de la Usp/Elaboración Propia.



**Figura N° 12:** Resistencia a la compresión promedio de adoquines experimentales sust.16%, evaluados según su edad.

**Fuente:** Elaboración propia / Laboratorio de mecánica de suelos USP



**Figura N° 13:** Comportamiento de la curva de resistencia a la compresión de adoquines experimentales sust.16%.

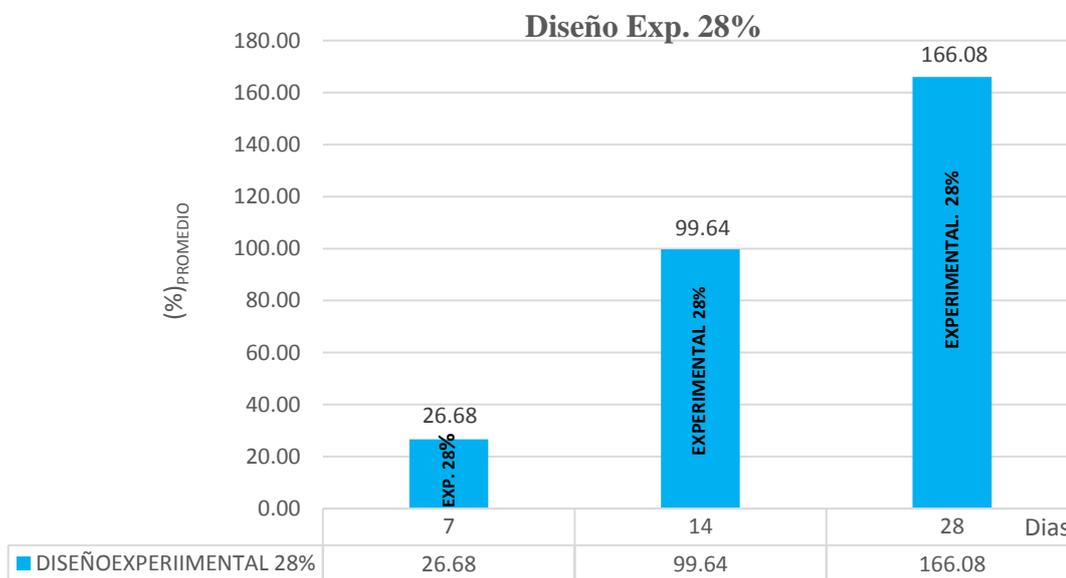
**Fuente:** Elaboración propia / Laboratorio de mecánica de suelos USP

**Tabla N° 18:**

*Ensayo de resistencia a la compresión – diseño experimental (2) a los 7,14 y28 días de edad.*

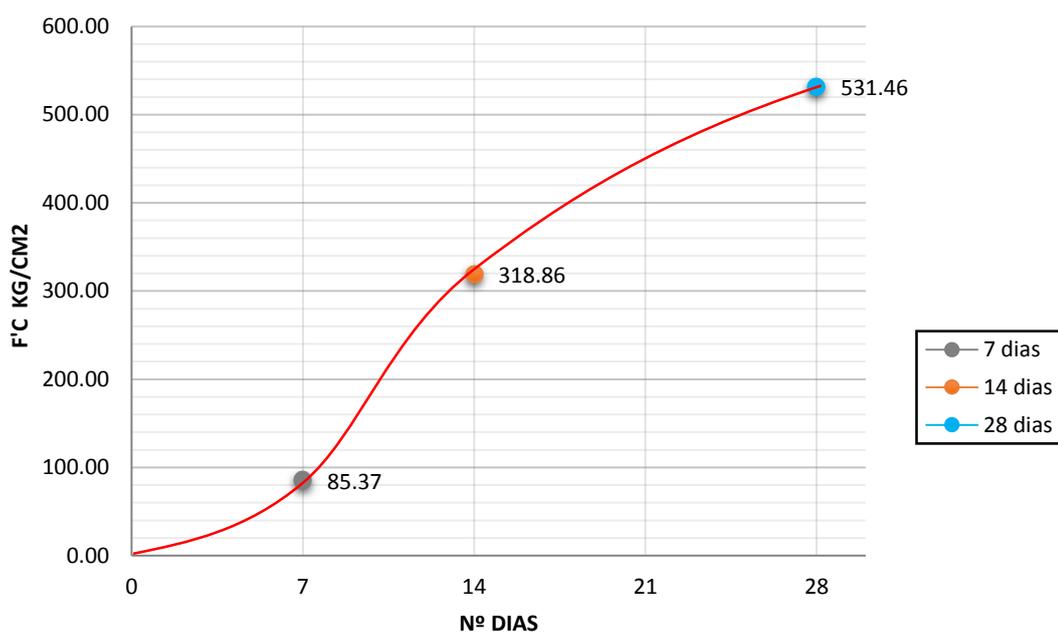
Diseño Exp.28%	Edad	Pesos	Espesor	Área	F'c	F'c	F'c Prom.	F'c	F'c Prom.
	N° días	kg	cm	cm2	kgf	Kg/cm2	Kg/cm2	%	% Prom.
P-01	7	1.95	4.03	207.57	17850	86.00	85.37	26.87	26.68
P-02	7	1.92	4.05	208.08	18530	89.05		27.83	
P-03	7	1.92	4.05	208.08	16870	81.08		25.34	
P-04	14	1.91	4.05	209.94	67800	322.95	318.86	100.92	99.64
P-05	14	1.92	4.04	206.88	65420	316.22		98.82	
P-06	14	1.91	4.05	208.35	66130	317.40		99.19	
P-07	28	1.93	4.05	209.78	110200	525.31	531.46	164.16	166.08
P-08	28	1.94	4.03	210.03	112000	533.26		166.64	
P-09	28	1.95	4.05	212.95	114100	535.81		167.44	

**Fuente:** Laboratorio de Mecánica de suelos de la Usp/Elaboración Propia.



**Figura N° 14:** Resistencia a la compresión promedio de adoquines experimentales sust.28%, evaluados según su edad

**Fuente:** Elaboración propia / Laboratorio de mecánica de suelos USP



**Figura N° 15:** Comportamiento de la curva de resistencia a la compresión de adoquines experimentales sust.28%.

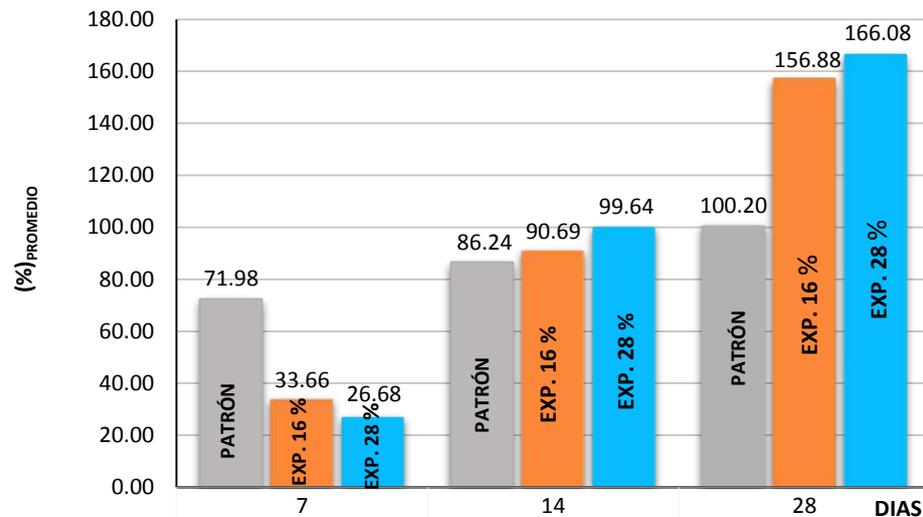
**Fuente:** Elaboración propia / Laboratorio de mecánica de suelos USP

**Tabla N° 19:**

*Resistencia a la compresión promedio de Diseño Patrón vs Experimentales.*

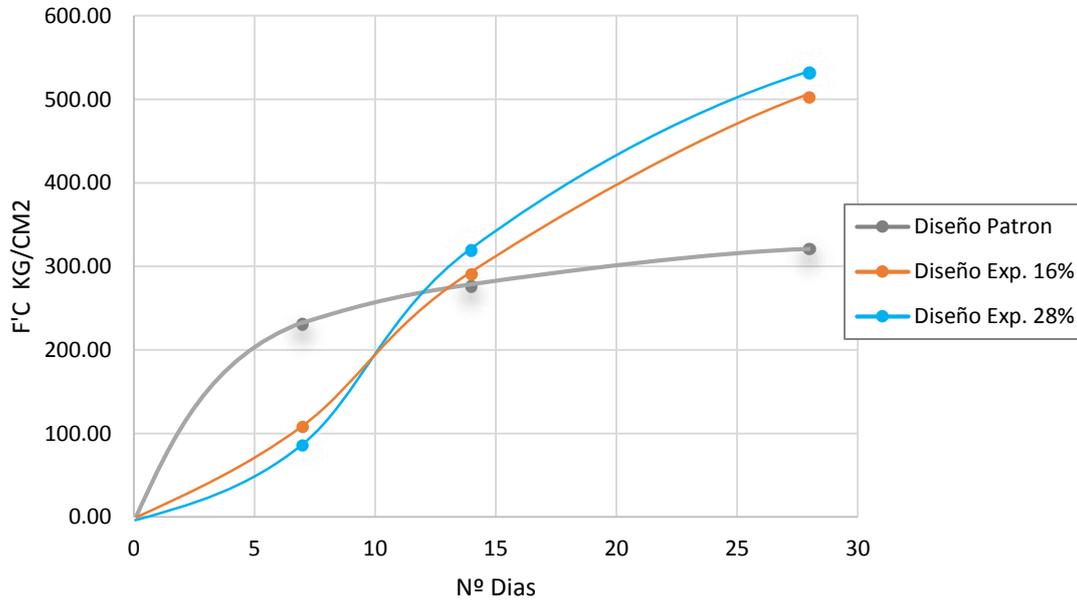
Nº días	Diseño Patrón		Diseño Experimental Sust. 16%		Diseño Experimental Sust. 28%	
	F'C Prom kg/cm2	%Prom	F'C Prom kg/cm2	%Prom	F'C Prom kg/cm2	%Prom
7	230.34	71.98	107.72	33.66	85.37	26.68
14	275.97	86.24	290.20	90.69	318.86	99.64
28	320.62	100.20	502.01	156.88	531.46	166.08

**Fuente:** Laboratorio de Mecánica de suelos de la Usp/Elaboración Propia.



	7	14	28	DIAS
■ DISEÑO PATRÓN	71.98	86.24	100.20	
■ DISEÑO EXPERIMENTAL 16%	33.66	90.69	156.88	
■ DISEÑO EXPERIMENTAL 28%	26.68	99.64	166.08	

**Figura N° 16:** Resistencia a la compresión promedio de adoquines Patrón vs Experimentales.  
**Fuente:** Elaboración propia / Laboratorio de mecánica de suelos USP



**Figura N° 17:** Comportamiento de la curva de resistencia a la compresión de adoquines Patrón vs Experimentales.  
**Fuente:** Elaboración propia / Laboratorio de mecánica de suelos USP

## **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

**Con relación al análisis térmico diferencial (ATD)**, en tabla n° 10 se describe que la temperatura de calcinación para la Cascara de Arroz es de 430°; de acuerdo la figura n° 04 la muestra alcanza un ligero pico de absorción térmica a partir del cual se da un cambio estructural y de características en el material, es decir que la sílice constituyente químico principal de la cascara de arroz se transforma en dióxido de silicio. Según López, (2018) afirma que la temperatura constante máxima para la cascara de arroz es de 2 horas a temperatura controlada.

En cuanto a la Concha de Lapicero en la tabla n° 11 se señala que la temperatura de calcinación para este material es de 870°C, tal como se muestra en la figura n° 06 la curva presenta un intenso pico de absorción térmica a esa temperatura, en la cual surge un cambio estructural y de características en el material. También se podría decir que carbonato de calcio constituyente químico principal de la concha de lapicero se transforma en óxido de calcio. Según Montes, (2017) recomienda que el tiempo de calcinacion constante de la concha de lapicero es de 3 horas a temperatura controlada.

**De acuerdo al análisis de fluorescencia de rayos -x**, la composición química de la Ceniza de Cascara de Arroz, según tabla n° 12, podemos observar que el mayor porcentaje de óxidos activados, es el dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) con 90,354 % siendo uno de los componentes puzolanicos principales para la sustitución al cemento ,así mismo como la presencia de otros componentes como el óxido de aluminio, ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) con 2,104%, óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) con 0.136%, óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ) con 0.938%, en porcentajes menores también necesarios en un material cementante.

Respecto a la composición química de Ceniza de Concha de Lapicero presentada en la tabla n° 13, claramente podemos apreciar, que el óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ) con 93.828 %, es el componente con mayor porcentaje, el cual es primordial para la sustitución al cemento, así como el óxido de aluminio, ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) con 4,271%, óxido de

hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) con 0.011%, dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) con 0.773%, óxido de potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) con 0.097%, que son componentes puzolanicos cementantes muy útiles para el cemento.

**Según el Ensayo de PH**, en la tabla n° 14 nos presenta los resultados que la CCA tiene un Ph de 10.08, la CCL un Ph de 12.64; por lo que podemos afirmar que ambos materiales son moderadamente básicos según la escala de Ph; es decir son alcalinos. Lo mismo para las combinaciones, la combinación 16% (4% de CCA+12% de CCL+ Cemento) tiene un Ph de 12.72 y la combinación 28% (7% de CCA+21% de CCL+ Cemento) tiene un Ph de 12.83. entonces con certeza se podemos asegurar que al combinar todos estos materiales con el cemento se obtiene una mejor alcalinidad en un alto potencial de hidrogeno.

### **Con relación al diseño patrón**

Con una relación  $A/C = 0,67$

Según el gráfico n° 02, podemos observar que los resultados se han dado de acuerdo a lo estimado ya que se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma. A los 7 días nuestra resistencia alcanzó un porcentaje promedio del (71.98 %), el resultado es aceptable ya que está dentro del rango (70% - 80%); de igual manera a los 14 días el (86,24%), también está en el rango de (80% - 90%(±5%)) y a los 28 días (100.20%) el cual superó un 0.20% lo cual también es aceptable ya que se establece el concreto deberá alcanzar entre (90%-100%(±5%)) de su resistencia.

De la misma se puede apreciar en el gráfico n° 03 el comportamiento de la curva de resistencia haciendo referencia a que los resultados son los más óptimos de lo esperado, con un mínimo margen de error para el diseño de adoquines de concreto tipo 1 convencionales que se encuentran en un parámetro de 280  $\text{kg}/\text{cm}^2$  y 320  $\text{kg}/\text{cm}^2$  respectivamente. La resistencia máxima promedio alcanzada a los 28 días de edad según la tabla n° 16 es de 320.62  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

### **Con relación al diseño experimental sust. 16%**

Con una relación A/C = 0,75

Según la gráfico n° 04, Se observa que la resistencia de los adoquines evaluada a los 7 días de edad, disminuye considerablemente en un 33.66% registrándose lejos del rango permitido del (70% - 80%); esto debido a que ha sustituido de manera porcentual al cemento en un 16% por CCA y CCL; efecto del cual sus componentes químicos de estos materiales aún no se han activado o no están reaccionando de tal manera. Sin embargo, a los 14 días de edad sucede todo lo contrario, en la tabla n° 17 y gráfico n° 05 observamos que tenemos un porcentaje del 90.69% y está dentro le rango de (80% - 90%(±5%)) e incluso ha superado ligeramente al diseño patrón; a los 28 días de edad notamos que la resistencia aumentado considerablemente a 156.88% en un 56.68% por encima del patrón; y a simple vista podemos apreciar una mejoría en la resistencia del concreto que se ha modificado.

### **Con relación al diseño experimental sust. 28%**

Con una relación A/C = 0,77

Según el gráfico n° 06, observamos que los adoquines con sustitución del 28% de CCA y CCL a los 7 días no llegan a superar al diseño patrón; presentando un porcentaje de 26,68%. muy por debajo de lo requerido; particularmente todo lo contrario sucede a los 14 y 28 días de edad como se aprecia en el gráfico n° 07, se podría decir que hay una mejoría significativa de la resistencia de estos adoquines presentando un 99.64% y 166.08% respectivamente. Superando al diseño patrón en un 65.88%.

Está claro que el comportamiento del concreto según los resultados obtenidos a los 7,14 y 28 días de ambas sustituciones experimentales se debe principalmente al proceso de reacción química que ejercen ambos materiales (CCA y CCL) al combinarse con el cemento y entrar en contacto con el agua; puesto que la ceniza de cascarilla de arroz presenta en su composición química un alto contenido de sílice (Oxido de Silicio 90.35%) componente que le brinda la durabilidad al concreto y la ceniza de concha de lapicero (Oxido de Calcio 93.83%) que es el responsable de la

resistencia del concreto .

Los bajos resultados a los 7 días los adoquines de ambas combinaciones experimentales no alcanzan la resistencia requerida estando en comparación al diseño convencional, se debe directamente a que durante estos primeros días los óxidos de calcio y sílice sustituidos al cemento aún no han empezado a reaccionar de tal manera con el agua (se produce una reacción química a largo plazo); caso contrario sucede a los 14 y 28 días donde claramente se puede apreciar como superan a los adoquines convencionales.

Químicamente las resistencias a la compresión de los adoquines experimentales mejoran gradualmente debido al pequeño tamaño de las partículas de calcio, originando que el poro se reduzca formando monolitos impermeables, de esta manera con el tiempo el óxido remanente forma otra matriz de carbonato de calcio que aumenta la resistencia en el largo plazo.

Lo que demuestra que la reacción química de estos materiales puzolanicos, se da por el pequeño tamaño de sus partículas que se reducen formando monolitos impermeables, con el tiempo el hidróxido remanente forma otra matriz de carbonato de calcio que mejora la resistencia a largo plazo. También es importante resaltar que el agua inicial en ambas mezclas experimentales se modifica (aumenta)

## **CONCLUSIONES**

1. Se determinó que para activar los óxidos la concha de lapicero se tiene que tomar una temperatura de 870 °C, por un tiempo constante de 3 hrs, de igual manera para la cascara de arroz es necesaria una temperatura de 430 °C por un tiempo constante de 2 hrs; pues es a esa tempera donde se registra un cambio estructural y de carteristas de ambos materiales
2. La ceniza de la cascara de arroz y la ceniza de concha de lapicero cuentan con propiedades similares en relación sus componentes químicos del cemento, Según los análisis de fluorescencia de rayos-x la CCA tiene un alto contenido de óxido de silicio en un 90.35%, la CCL de igual manera un 93.83% de contenido de óxido de calcio fundamentales para el cemento, ya que al combinarlos reaccionan como material cementante los cuales favorecen a la resistencia del concreto.
3. De acuerdo al Ph obtenido la CCA presenta un 10.08, la CCL un 12.64 y para la combinación 1 del 16% un 12.72 y finalmente para la combinación 2 del 28% un 12.83; resultando así valores aproximados obteniéndose asi una mezcla activamente alcalina lo que permite un fraguado rápido, pero con una resistencia a largo plazo.
4. La relación optima a/c para el diseño patrón fue de 0.67, mientras que para el diseño experimental del 16% fue de 0.75 y para el diseño experimental 28% fue de 0.77 es decir la cantidad inicial de agua en la mezcla se modificó (aumento), debido a ello la resistencia de los adoquines experimentales resulto inferior a los 7 días de edad, dejando en evidencia que la variación de la relación a/c es uno de los factores determinantes en la resistencia.
5. Se logró comprobar que la combinación de ceniza de cascara de arroz y concha de lapicero mejoran la resistencia del concreto; los adoquines experimentales

registran valores superiores a los adoquines convencionales a los 14 y 28 días de edad; la sustitución del 16% a los 14 días presentó una resistencia de 290.20 kg/cm<sup>2</sup> superando ligeramente al patrón en un 4.45% y los 28 días una resistencia de 502.01 kg/cm<sup>2</sup> superando al patrón en un 56.88%, la sustitución del 28% a los 14 días presentó una resistencia de 318.86 kg/cm<sup>2</sup> donde supera al patrón en un 13.40% y a los 28 días una resistencia de 531.46 kg/cm<sup>2</sup> superando al patrón en un 65.88%; por lo tanto ambos son favorables para la sustitución al cemento.

6. La presencia de calcio en el concreto es muy importante ya que provoca una formación de bisilicatos cálcicos los cuales son los responsables de la resistencia del concreto, así como también el silicio que es un componente que se encarga de la durabilidad del concreto.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda tener en cuenta el estado del material antes so al momento de ser extraído Pues son muchos los factores que pueden diferenciar a uno del otro como las condiciones de cómo se las extrajo, lugar, etc.
2. Se recomienda realizar todos los ensayos necesarios para tener más seguridad con resultados y/o datos a considerar en el proyecto y por otro lado para detectar las variables que intervienen en la reacción y diseño.
3. Se recomienda que para seguir con la investigación es estos dos materiales orgánicos y usarlo no solo en función al cemento no también en otro tipo de investigaciones.
4. Contar con los equipos y herramientas necesarias al momento de desarrollar el proyecto
5. Acudir al apoyo de un ingeniero, investigador o personal técnico para enfatizar mejor nuestras ideas y se puedan obtener mejores resultados.
6. Se recomienda al investigador elegir un tema que este de acorde a sus posibilidades tanto económicas y/o otros factores para poder desarrollarla sin ningún inconveniente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Quero, V. G. (2016). Desechos agroindustriales para construcción. CONACYT. Bahillo Ruiz, A. Gutierrez Martin, F. San Miguel Alfaro, G. Fernández González, J. Vazquez Minguela, A. Aracil Mira, J. Rodriguez Anton, L. Ballesteros Perdices, M. Y P Del Rio González, P. (2015). Tecnologías para el uso y transformación de biomasa energética.
- Barrantes Villanueva, J y Holguin Romero, R. (2015), Influencia del Porcentaje de Reemplazo de Ceniza Volante por Cemento, Sobre la Resistencia a la Compresión y Absorción en la Fabricación de Adoquines de Transito Liviano. Trujillo – Perú
- Cabrera Barboza, K. (2014), Comparación De La Resistencia De Adoquines De Concreto Y Otros Elaborados Con Vidrio Reciclado, Cajamarca-Perú
- Vásquez Huerta, W. (2016). Elaboración De Adoquines De Concreto Para El Tránsito Peatonal Con Sustitución 5% De Diatomita Por Concreto. Chimbote –Perú.
- Asociación De Productores De Cemento, (Asocem). “Pavimento de adoquines intertrabados de concreto”.
- P. Vila, M. N. Pereyra, Á. Gutiérrez (2017), “Resistencia a la compresión de adoquines de hormigón. Resultados tendientes a validar el ensayo en medio adoquín”, Revista ALCONPAT, 7 (3), pp. 247-261, DOI: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v7i3.186>.
- Norma Técnica Peruana NTP 399.611 (Revisada el 2015) Unidades De Albañilería. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos, 2ª Edición.
- NTP 334.009 :2016/MT 1:2018, CEMENTOS Cemento Portland. Requisitos. MODIFICACIÓN TECNICA 1, 1º Edición, el 17 de enero2 de 2019.
- NTP 334.082 :2016/MT 1:2018, CEMENTOS Cemento Portland. Requisitos de desempeño. MODIFICACIÓN TECNICA 1, 1º Edición, el 17 de enero2 de 2019.
- NTP 334.090 :2016/MT 1:2018, CEMENTOS Cemento Portland adicionados. Requisitos. MODIFICACIÓN TECNICA 1, 1º Edición, el 17 de enero2 de

2019.

NTP 339.088 (revisada el 2019) CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento portland. Requisitos 3° Edición.

NTP 400.037 :2018 AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos.4° Edición

Norma Ce.010. Pavimentos Urbanos. Habilitaciones Urbanas. Componentes Estructurales.

American Concrete Institute (ACI 318R-14). Fricación del cemento. Diseño. Construcción e investigación sobre el Hormigón

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por las oportunidades que pone en mi camino a diario, por otorgarme fortaleza, amor y humildad, herramientas necesarias para alcanzar el éxito personal y laboral.

A toda mi familia por el apoyo incondicional que me brindaron, por sus consejos y por no dejarme rendir.

A la Universidad San Pedro por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera profesional.

A los docentes, que fueron parte de mi formación profesional; gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por el aporte de sus conocimientos que me servirán de mucho en el desarrollo y crecimiento como profesional.

Al personal del Laboratorio de Suelos de la Universidad San Pedro por prestarnos su apoyo y facilitarnos sus instalaciones para llevar a cabo ésta investigación.

A todos mis compañeros y amigos de clase durante todos los niveles de universidad ya que gracias a su amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje mis ganas de salir adelante.

Y a todos los que de alguna manera me apoyaron en la realización de mi trabajo muchísimas gracias

**Tapia Hernández Darwin Harli**

# **ANEXOS**

## **ANEXO N°1**

**ENSAYO:** Calcinación / Resultados

**MATERIAL:** Cascara de Arroz



CALCINACION DE MATERIAL	
PROYECTO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ Y CONCHA DE LAPICERO.
SOLICITANTE:	DARWIN HARLI TAPIA HERNANDEZ
MATERIAL:	CASCARAS DE ARROZ

**RESULTADOS**

TEMPERATURA DE CALCINACION	430 °C
TIEMPO A TEMPERATURA CONSTANTE MAXIMA	2 Horas
PESO INICIAL	2.5 Kg
PESO FINAL	0.58 Kg
PERDIDA(%)	76.8 %

  
  
Lorge Alejandro Barrantes Vikanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

## **ANEXO N°2**

**ENSAYO:** Calcinación / Resultados

**MATERIAL:** Concha de Lapicero



CALCINACION DE MATERIAL	
PROYECTO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ Y CONCHA DE LAPICERO.
SOLICITANTE:	DARWIN HARLI TAPIA HERNANDEZ
MATERIAL:	CONCHAS DE LAPICERO

**RESULTADOS**

TEMPERATURA DE CALCINACION	870 °C
TIEMPO A TEMPERATURA CONSTANTE MAXIMA	3 Horas
PESO INICIAL	5 Kg
PESO FINAL	3.85 Kg
PERDIDA(%)	23 %



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

## **ANEXO N°3**

**ENSAYO:** Análisis Térmico Diferencial (ATD)

**MATERIAL:** Cascara de Arroz



Trujillo, 12 de febrero del 2020

**INFORME N° 196 - Febrero-20**

**Solicitante:** Tapia Hernández Darwin – Universidad San Pedro

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

**Supervisor:** .....

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

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-196S	10.1 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: 10.1 mg.

**Jefe de Laboratorio:** Ing. Danny Chávez Novoa

**Analista responsable:** Ing. Danny Chávez Novoa



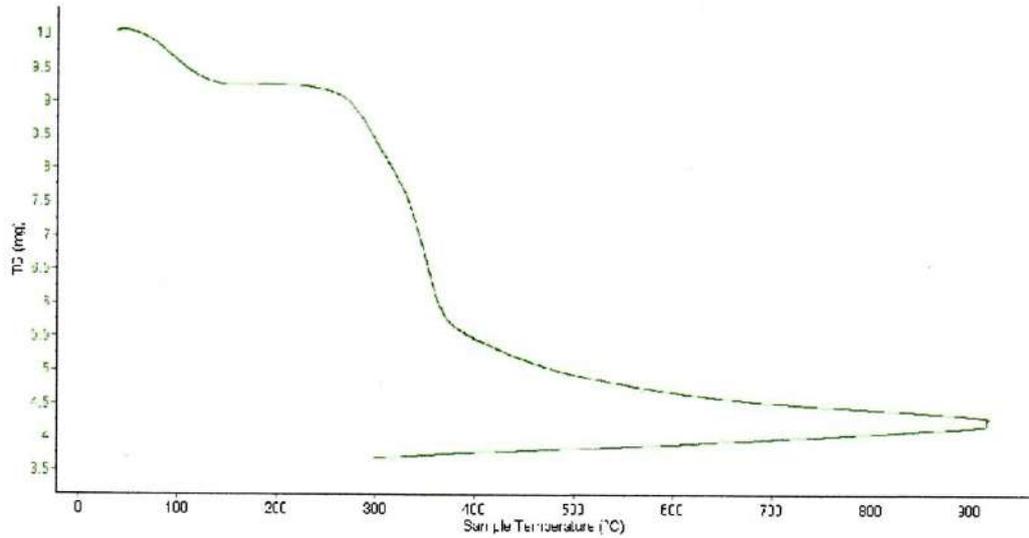


Trujillo, 12 de febrero del 2020

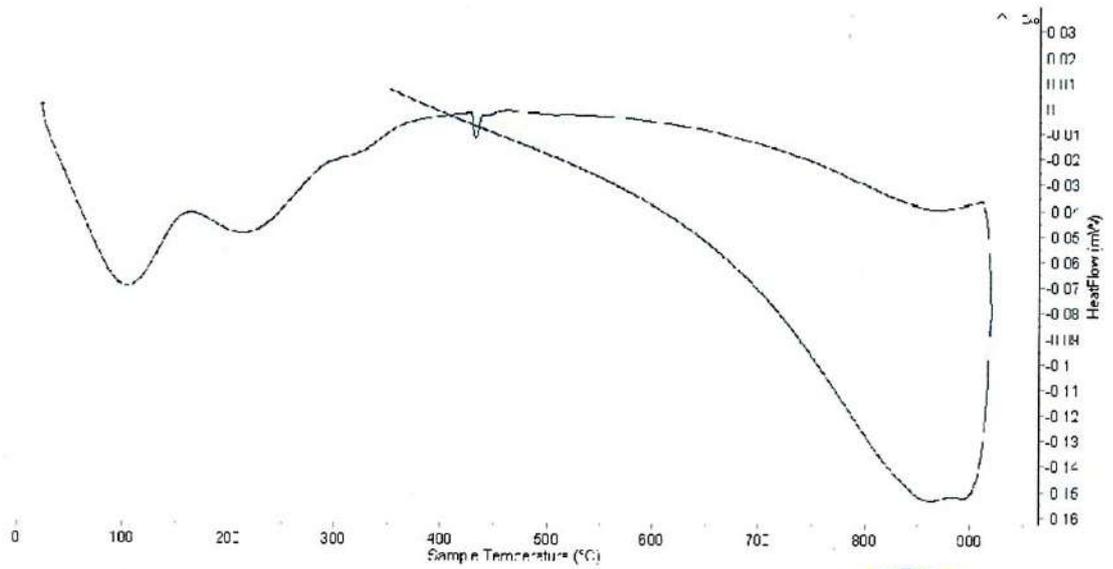
INFORME N° 196 - Febrero -20

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica DSC





Trujillo, 12 de febrero del 2020

**INFORME N° 196 - Febrero-20**

**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 130°C y la más importante, la segunda, se da entre 270 y 350°C, posteriormente la caída es lenta, hasta llegar a perder un total de 54% de su masa inicial aproximadamente cuando se ha alcanzado su máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar picos endotérmicos en 100°C y 210°C y posteriormente, más adelante, 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, 12 de febrero del 2020



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

## **ANEXO N°4**

**ENSAYO:** Análisis Térmico Diferencial (ATD)

**MATERIAL:** Concha de Lapicero



Trujillo, 12 de febrero del 2020

**INFORME N° 198 - FEB-20**

**Solicitante:** Tapia Hernández Darwin – Universidad San Pedro  
**RUC/DNI:** .....  
**Supervisor:** .....

**1. MUESTRA:** Concha de lapicero (1. gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CL-198S	30 mg	.....

**2. ENSAYOS A APLICAR**

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

**3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES**

- Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys\_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 1000 °C.
- Masa de muestra analizada: 30 mg.

**Jefe de Laboratorio:**

Ing. Danny Chávez Novoa

**Analista responsable:**

Ing. Danny Chávez Novoa



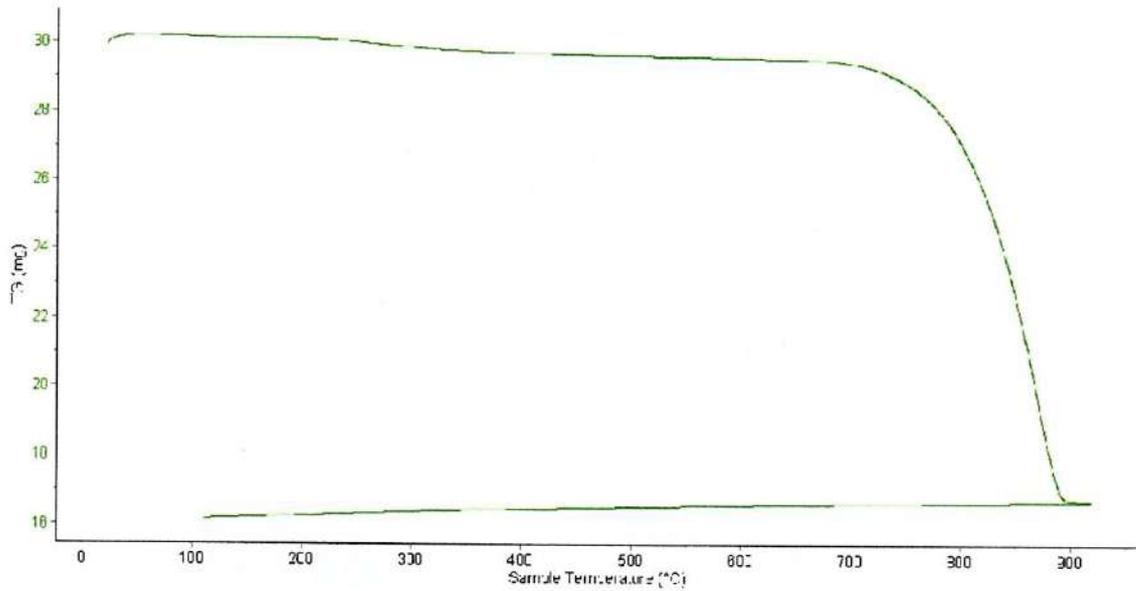


Trujillo, 12 de febrero del 2020

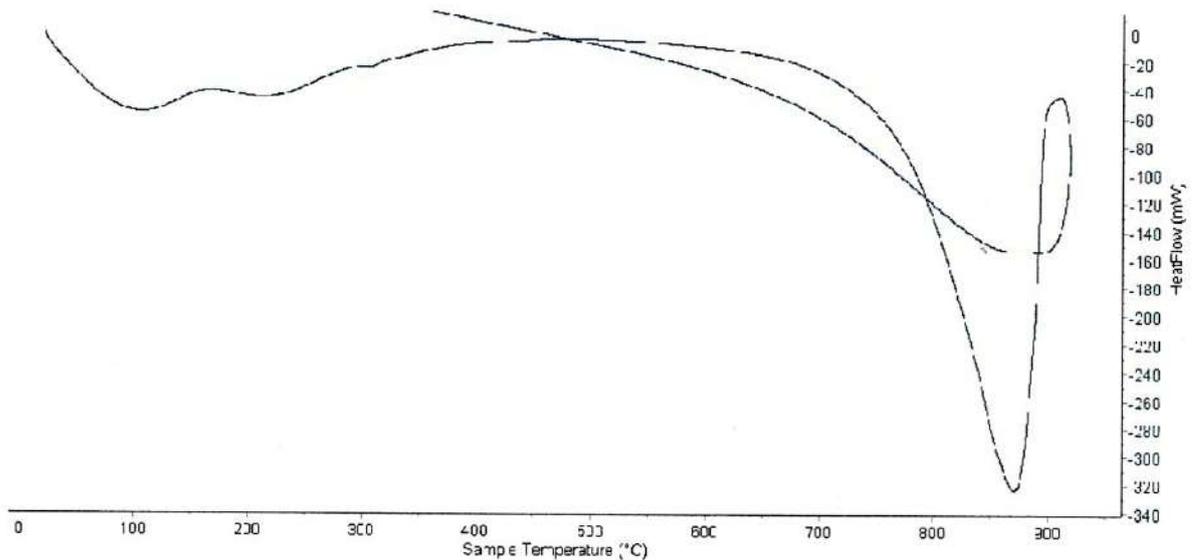
INFORME N° 198 - FEB-20

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



Laboratorio de Polímeros Dpto. IMAJ  
JEFATURA  
*[Signature]*



Trujillo, 12 de febrero del 2020

**INFORME N° 198 - FEB-20**

**5. CONCLUSION:**

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una buena estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 700°C, temperatura en la cual marca el inicio para la descomposición acelerada y la pérdida de material hasta caer bruscamente hasta la temperatura de ensayo máxima, y se evidencia una pérdida total de aproximadamente 34% de su masa inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar dos ligeras bandas endotérmicas, la primera a 110, y la otra a 210 ° C y posteriormente se muestra un intenso pico de absorción térmica a 870°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características en el material.

Trujillo, 12 de febrero del 2020

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

## **ANEXO N°5**

**ENSAYO:** Fluorescencia de Rayos-X

**MATERIAL:** Cascara de Arroz



**Informe N°127-LAQ/2020**

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

**Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de ceniza de cáscara de arroz a pedido del Sr. **Tapia Hernández, Damián Harli**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Resistencia a la Compresión de un Adoquín de Concreto Tipo I Sustituyendo al Cemento por Ceniza de Cáscara de Arroz y Concha de Lapicero.”**

La muestra había sido previamente calcinada a 430°C y está en la 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 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 2370 cts/s.

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

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



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

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

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

#### **Resultados.**

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta 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 del elemento y la energía del rayo-X.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden



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

formar en un proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es menor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de Na y/o Mg, que esta técnica no puede detectar, y/o diferentes de óxidos, y/o hay una ligera 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>	1.918	2.104
SiO <sub>2</sub>	82.377	90.354
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.647	0.710
SO <sub>2</sub>	0.394	0.432
ClO <sub>2</sub>	1.080	1.185
K <sub>2</sub> O	3.578	3.924
CaO	0.856	0.938
TiO	0.011	0.012
MnO	0.151	0.166
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.124	0.136
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.002	0.002
CuO	0.004	0.005
ZnO	0.021	0.023
SrO	0.009	0.010
Total	91.171	100.00

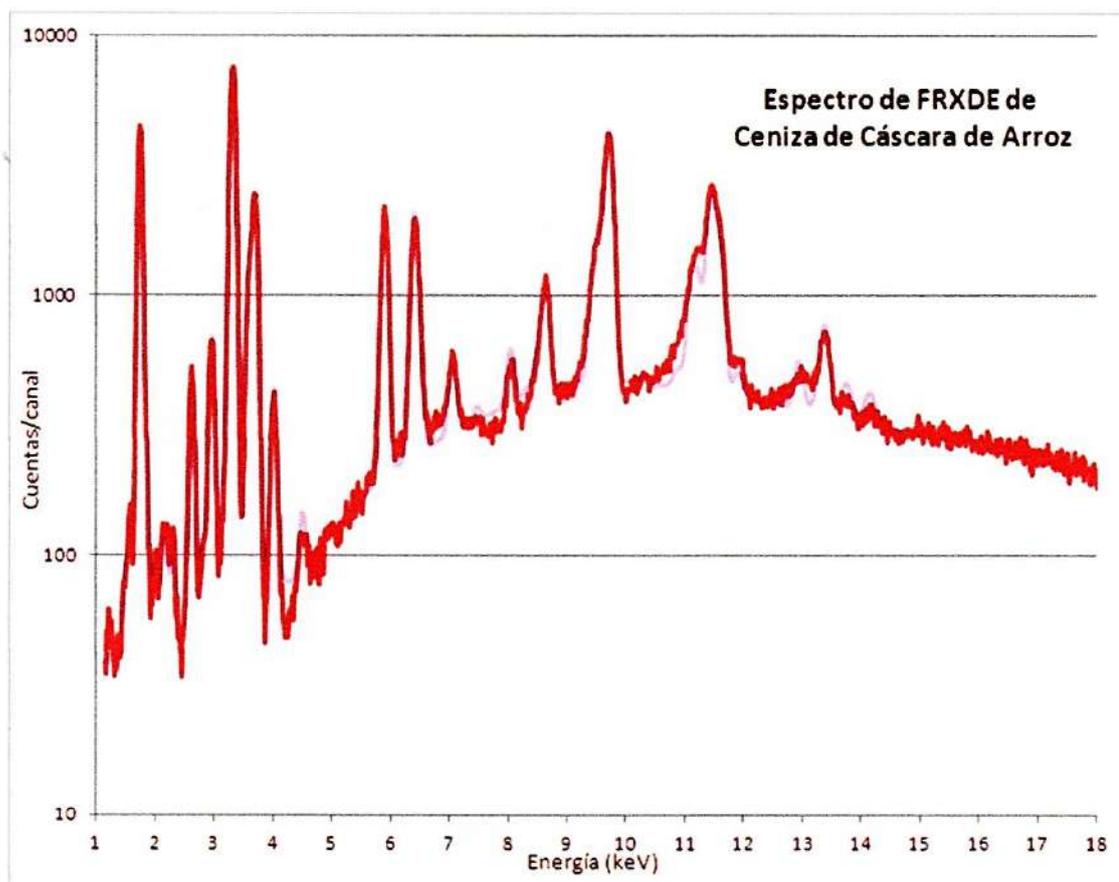


Figura 1. Espectro de FRXDE de ceniza de cáscara de arroz en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos.....  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 18 de Febrero del 2020

## **ANEXO N°6**

**ENSAYO:** Fluorescencia de Rayos-X

**MATERIAL:** Concha de Lapicero



**Informe N°128-LAQ/2020**

**Análisis de ceniza de concha de lapicero por FRXDE**

**Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de ceniza de concha de lapicero a pedido del Sr. **Tapia Hernández, Darwin Harli**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Resistencia a la Compresión de un Adoquín de Concreto Tipo I Sustituyendo al Cemento por Ceniza de Cáscara de Arroz y Concha de Lapicero.”**

La muestra procede de la Bahía de Samanco, ha sido previamente calcinada a 870°C y está en la 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 10  $\mu$ 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 6950 cts/s.

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

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



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

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

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

### **Resultados.**

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

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden



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

---

formar en un proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es mayor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos diferentes de óxidos, de Ca con Al y Si por ejemplo, y/o hay una ligera deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de ceniza de concha de lapicero en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.690	4.271
SiO <sub>2</sub>	0.848	0.773
SO <sub>2</sub>	0.519	0.473
ClO <sub>2</sub>	0.107	0.098
K <sub>2</sub> O	0.107	0.097
CaO	103.41	93.828
TiO	0.011	0.012
MnO	0.002	0.002
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.012	0.011
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.006	0.006
CuO	0.003	0.003
ZnO	0.096	0.005
SrO	0.462	0.421
Total	109,819	100.00

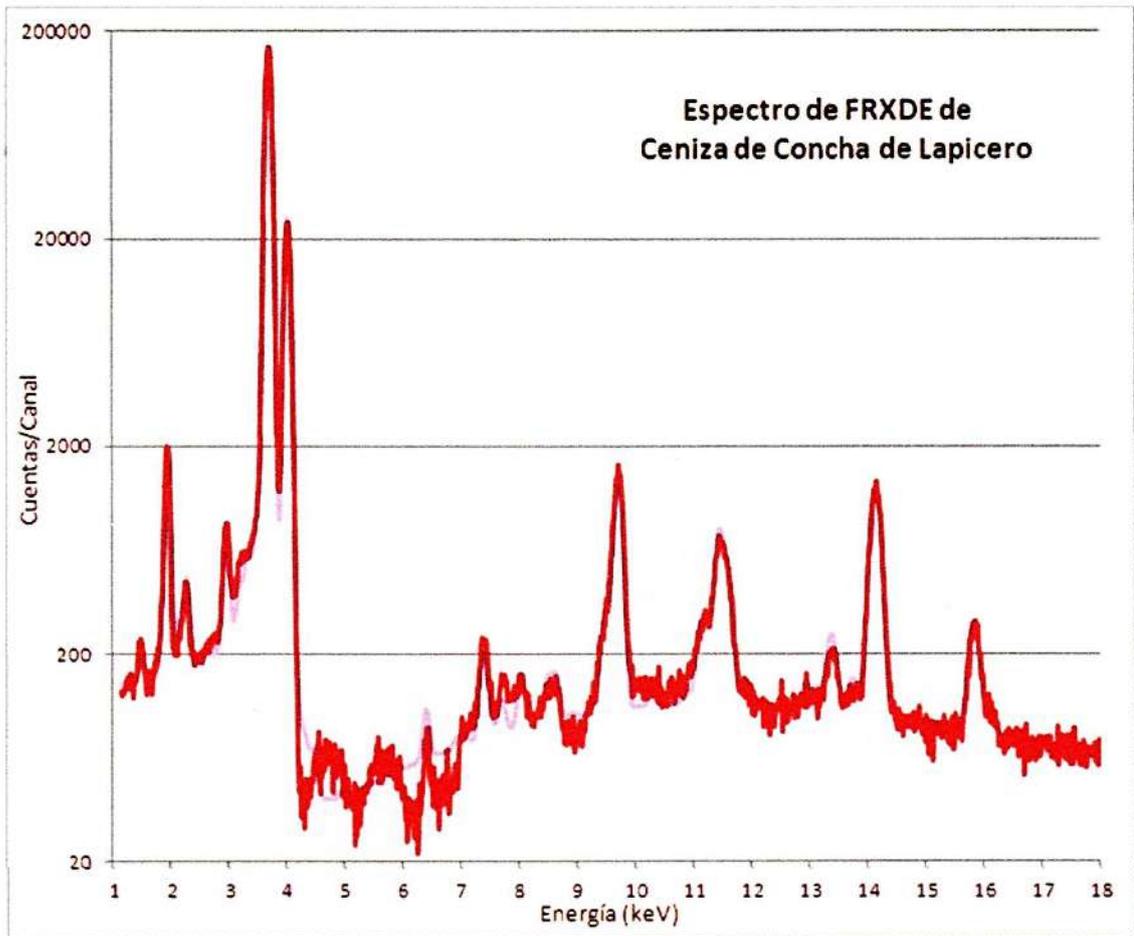


Figura 1. Espectro de FRXDE de ceniza de concha de lapicero en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Arqueometría

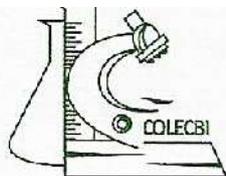


Lima, 18 de Febrero del 2020

## **ANEXO N°7**

**ENSAYO: Ph**

**MATERIAL: Cascara de Arroz/Concha de  
Lapicero/Combinacion1/Combinacion2**



**INFORME DE ENSAYO N° 20200206-012**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : **TAPIA HERNANDEZ DARWIN HARLI.**  
 DIRECCIÓN : Urb. Los Pinos Mz V Lote 17 Chimbote.  
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA  
 PRODUCTO DECLARADO : **ABAJO INDICADOS.**  
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA  
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA  
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA  
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA  
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA  
 CANTIDAD DE MUESTRA : 04 muestras.  
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno, cerrada.  
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2020-02-06  
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2020-02-06  
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2020-02-06  
 LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico.  
 CÓDIGO COLECBI : **SS 200206-12**

**RESULTADOS**

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
CENIZAS DE CONCHAS DE LAPICERO	12,64
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ	10,08
1 COMBINACION 16% 4% DE CASCARA DE ARROZ +12% CONCHAS DE LAPICERO	12,72
2 COMBINACION 28% 7% DE CASCARA DE ARROZ +21% CONCHAS DE LAPICERO	12,83

**METODOLOGIA EMPLEADA**

pH : Potenciométrico.

**NOTA:**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :  
**Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras por COLECBI S.A.C. ( )**
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe Incluye diagrama, croquis o fotografías : **SI ( ) NO (X )**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Febrero 07 del 2020.  
 GVR/jms

**A. Gustavo Vargas Ramos**  
 Gerente de Laboratorios  
 C.B.P. 528  
**COLECBI S.A.C.**

LC-MP-HRIE  
 Rev. 06  
 Fecha 2019-07-01

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

F.N DEL INFORME

## **ANEXO N°8**

**ENSAYO:** Análisis Granulométrico Agr. Fino

**MATERIAL:** Arena Gruesa

**ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO**  
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH:TAPIA HERNANDEZ DARWIN HARLI  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE LAPICERO  
 LUGAR : CHIMBOTE PROV. DEL SANTA - ANCASH  
 CANTERA : VESIQUE  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 19/10/2020

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	3.0	0.5	0.5	99.5
N° 4	4.76	2.2	0.4	0.9	99.1
N° 8	2.36	48.6	8.4	9.3	90.7
N° 16	1.18	120.0	20.8	30.1	69.9
N° 30	0.60	141.2	24.5	54.6	45.4
N° 50	0.30	105.4	18.3	72.8	27.2
N° 100	0.15	101.5	17.6	90.4	9.6
N° 200	0.08	45.5	7.9	98.3	1.7
PLATO	ASTM C-117-04	10	1.7	100.0	0.0
TOTAL		577.4	100.0		

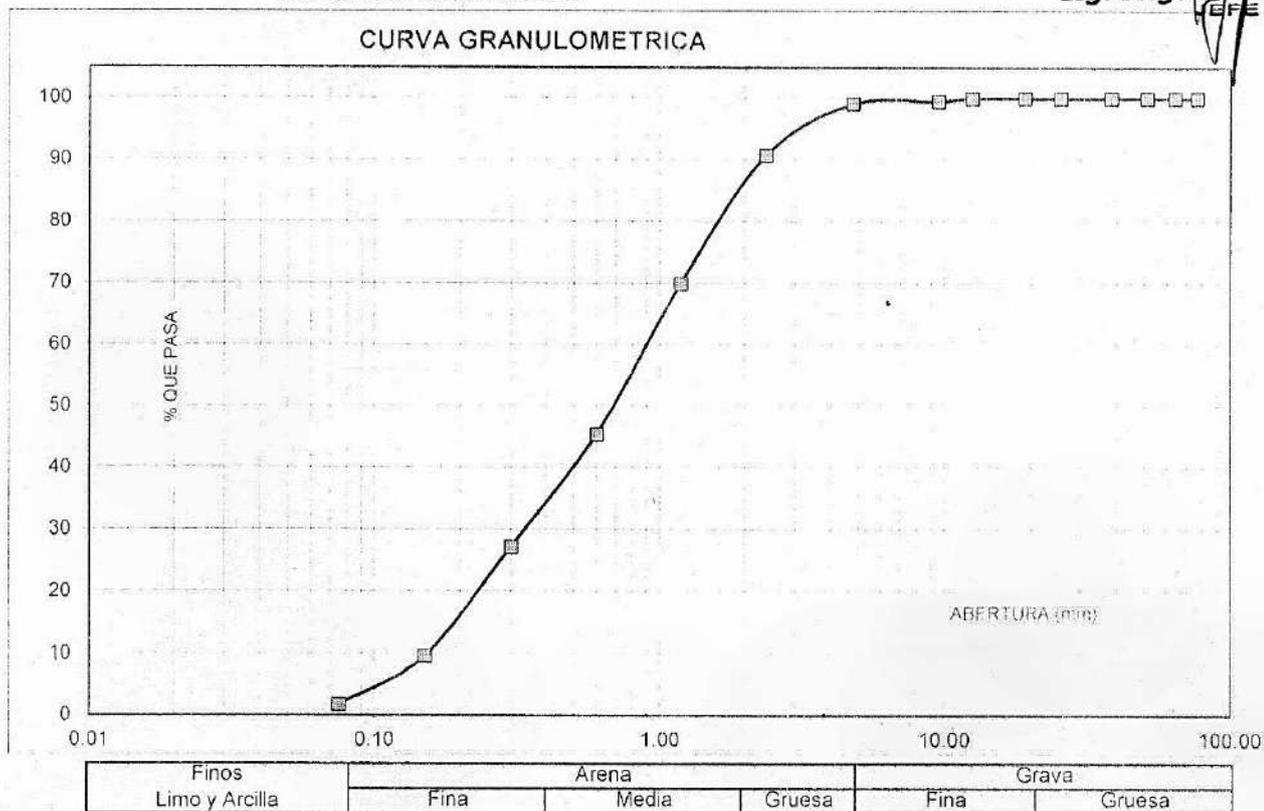
PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.58

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

*Mg. Miguel Solar Jara*  
 JEFE



## **ANEXO N°9**

**ENSAYO:** Análisis Granulométrico Agr. Grueso

**MATERIAL:** Confitillo

**ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO**  
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH:TAPIA HERNANDEZ DARWIN HARLI  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I SUSTITUYENDO AL  
 CEMENTO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE LAPICERO  
 LUGAR : CHIMBOTE PROV. DEL SANTA - ANCASH  
 CANTERA : LA SORPRESA  
 MATERIAL : CONFITILLO  
 FECHA : 19/10/2020

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.520	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.760	51.3	9.2	9.2	90.8
N°8	2.360	467.5	83.7	92.9	7.1
N° 16	1.180	39.5	7.1	100.0	0.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
N°50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
<b>TOTAL</b>		<b>558.3</b>	<b>100.0</b>		

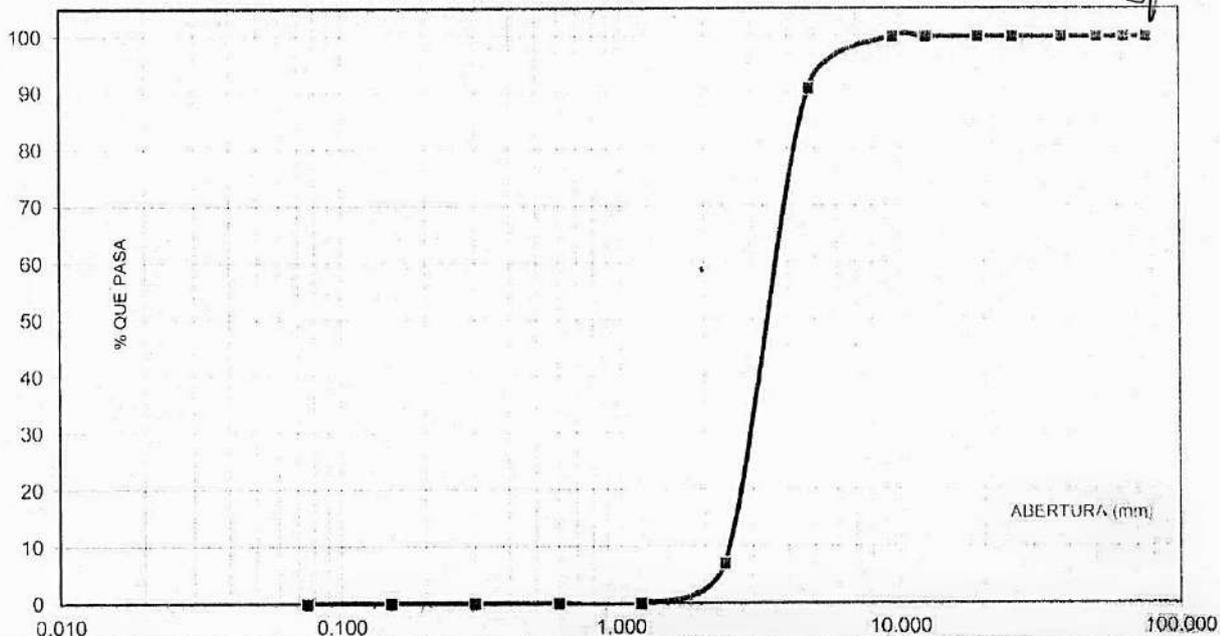
PROPIEDADES FISICAS	

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.


**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

*Mg. Miguel Solar Jara*  
JEFE

**CURVA GRANULOMETRICA**



Finos y Arcilla	Limo	Arena			Grava	
		Fina	Mediã	Gruesa	Fina	Gruesa

## **ANEXO N°10**

**ENSAYO:** Contenido de Humedad Agr. Fino

**MATERIAL:** Arena Gruesa

**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO**  
( ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH:TAPIA HERNANDEZ DARWIN HARLI  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE LAPICERO  
 LUGAR : CHIMBOTE PROV. DEL SANTA - ANCASH  
 CANTERA : VESIQUE  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 19/10/2020

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	731	745	
TARA + SUELO SECO (gr)	724	738	
PESO DEL AGUA (gr)	7	7	
PESO DE LA TARA (gr)	60	62	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	664	676	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.05	1.04	
PROM CONTENIDO HUMEDAD (%)		1.04	



**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

*Mg. Miguel Solar Jara*  
 JEFE

## **ANEXO N°11**

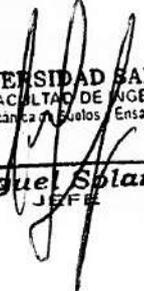
**ENSAYO:** Contenido de Humedad Agr. Grueso

**MATERIAL:** Confitillo

**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO**  
( ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH:TAPIA HERNANDEZ DARWIN HARLI  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE LAPICERO  
 LUGAR : CHIMBOTE PROV. DEL SANTA - ANCASH  
 CANTERA : LA SORPRESA  
 MATERIAL : CONFITILLO  
 FECHA : 19/10/2020

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	731	609	
TARA + SUELO SECO (gr)	727	605	
PESO DEL AGUA (gr)	4	4	
PESO DE LA TARA (gr)	161	61	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	566	544	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.71	0.74	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.72	


**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica de Suelos Ensayo de Materiales  
  
**Mg. Miguel Solar Jara**  
 JEFE

## **ANEXO N°12**

**ENSAYO:** Gravedad Especifica y Absorción Agr.  
Fino

**MATERIAL:** Arena Gruesa

## GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO (Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH:TAPIA HERNANDEZ DARWIN HARLI  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE LAPICERO  
 LUGAR : CHIMBOTE PROV. DEL SANTA - ANCASH  
 CANTERA : VESIQUE  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 19/10/2020

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr.	665.00	665.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm <sup>3</sup> *	965.00	965.00
D	Peso de picnometro + agua + material	gr.	854.00	854.00
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm <sup>3</sup>	111.00	111.00
F	Peso de material seco en estufa	gr.	297.00	297.00
G	Volumen de masa (E-(A-F))		108.00	108.00
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E		2.676	2.676
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E		2.703	2.703
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E		2.750	2.750
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100)		1.01	1.01

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.676  
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.703  
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.750  
 Absorción (%) : 1.01



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica de Estructuras y Ensayo de Materiales

*Mg. Miguel Solar Jara*  
 JEFE

## **ANEXO N°13**

**ENSAYO:** Gravedad Especifica y Absorción Agr.  
Gruoso

**MATERIAL:** Confitillo

## GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO (Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH:TAPIA HERNANDEZ DARWIN HARLI  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE LAPICERO  
 LUGAR : CHIMBOTE PROV. DEL SANTA - ANCASH  
 CANTERA : LA SORPRESA  
 MATERIAL : CONFITILLO  
 FECHA : 19/10/2020

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	491.00	540.00
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	304.70	338.90
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A-B)	186.30	201.10
D	Peso de material seco en estufa	483.00	530.90
E	Volumen de masa (C-(A-D))	178.30	192.00
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.593	2.640
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.636	2.685
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.709	2.765
F	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	1.66	1.71

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.616  
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.660  
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.737  
 Absorción (%) : 1.69



UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CALLO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

*Mg. Miguel Solar Jara*  
 JEFE

## **ANEXO N°14**

**ENSAYO:** Peso Unitario Agr. Fino

**MATERIAL:** Arena Gruesa

### PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH:TAPIA HERNANDEZ DARWIN HARLI  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE LAPICERO  
 LUGAR : CHIMBOTE PROV. DEL SANTA - ANCASH  
 CANTERA : VESIQUE  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 19/10/2020

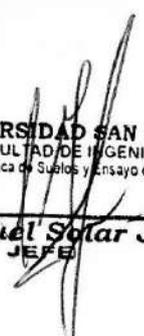
#### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7750	7800	7750
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	4430	4480	4430
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario ( Kg/m3 )	1589	1607	1589
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m3 )</b>	1595		
<b>CORREGIDO POR HUMEDAD</b>	<b>1578</b>		

#### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8100	8100	8150
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	4780	4780	4830
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario ( Kg/m3 )	1714	1714	1732
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m3 )</b>	1720		
<b>CORREGIDO POR HUMEDAD</b>	<b>1703</b>		


**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

  
**Mg. Miguel Solar Jara**  
 JEFE

## **ANEXO N°15**

**ENSAYO:** Peso Unitario Agr. Grueso

**MATERIAL:** Confitillo

### PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH:TAPIA HERNANDEZ DARWIN HARLI  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE LAPICERO  
 LUGAR : CHIMBOTE PROV. DEL SANTA - ANCASH  
 CANTERA : LA SORPRESA  
 MATERIAL : CONFITILLO  
 FECHA : 19/10/2020

#### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7000	7800	7750
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	3680	4480	4430
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario ( Kg/m3 )	1320	1607	1589
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m3 )</b>	1505		
<b>CORREGIDO POR HUMEDAD</b>	1494		

#### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7300	7150	7250
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	3980	3830	3930
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario ( Kg/m3 )	1428	1374	1410
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m3 )</b>	1404		
<b>CORREGIDO POR HUMEDAD</b>	1394		



**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

**Mg. Miguel Solar Jara**  
 JEFE

## **ANEXO N°16**

**ENSAYO:** Peso Especifico

**MATERIAL:** Cemento 100%

# DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

( Frasco de Le Chaletier)

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

SOLICITA : BACH:TAPIA HERNANDEZ DARWIN HARLI  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE LAPICERO  
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
MATERIAL : CEMENTO 100%  
FECHA : 19/06/2020

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	19.80	19.80
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	19.80	19.80
PESO ESPECIFICO		3.232	3.232
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	( gr / cm3)	3.232	

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

*Mg. Miguel Solar Jara*  
JEFE

## **ANEXO N°17**

**ENSAYO:** Peso Especifico

**MATERIAL:** CCA 100%

# DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

( Frasco de Le Chaletair)

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

CLIENTE : BACH:TAPIA HERNANDEZ DARWIN HARLI  
OBJETIVO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE LAPICERO  
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
MATERIAL : CENIZA DE CASCARA DE ARROZ 100%  
FECHA : 19/06/2020

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	22.80	22.80
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	22.80	22.80
PESO ESPECIFICO		2.807	2.807
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	( gr / cm3)	2.807	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lab. Mecánica de Sólidos y Ensayo de Materiales

*Mg. Miguel Soler Jara*  
JEFE

## **ANEXO N°18**

**ENSAYO:** Peso Especifico

**MATERIAL:** CCL 100%

# DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

( Frasco de Le Chaletair)

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

SOLICITA : BACH:TAPIA HERNANDEZ DARWIN HARLI  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE LAPICERO  
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
MATERIAL : CENIZA DE CONCHA DE LAPICERO 100%  
FECHA : 19/06/2020

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	21.50	21.50
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	21.50	21.50
PESO ESPECIFICO		2.977	2.977
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	( gr / cm3)	2.977	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

*Mg. Miguel Solar Jara*  
JEFE

## **ANEXO N°19**

**ENSAYO:** Peso Especifico

**MATERIAL:** Sust. 16%

# DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

( Frasco de Le Chaletair)

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

SOLICITA : BACH:TAPIA HERNANDEZ DARWIN HARLI  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I SUSTITUYENDO AL  
CEMENTO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE LAPICERO  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
MATERIAL : CEMENTO 84%+CCA 4% + CCL12%  
FECHA : 19/06/2020

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	17.60	17.60
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	17.60	17.60
PESO ESPECIFICO		3.636	3.636
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	( gr / cm3)	3.636	

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lab. Mecánica de Autos / Ensayo de Materiales

*Mg. Miguel Solar Jara*  
JEFE

## **ANEXO N° 20**

**ENSAYO:** Peso Especifico

**MATERIAL:** Sust. 28%

# DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

( Frasco de Le Chaletair)

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

SOLICITA : BACH:TAPIA HERNANDEZ DARWIN HARLI  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE LAPICERO  
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
MATERIAL : CEMENTO 72%+CCA 7% + CCL 21%  
FECHA : 19/06/2020

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	19.20	19.20
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	19.20	19.20
PESO ESPECIFICO		3.333	3.333
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	( gr / cm3)	3.333	

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lab. Mecánica de Fluidos y Ensayo de Materiales  
  
**Mg. Miguel Solar Jara**  
JEFE

**ANEXO N°21**  
**DISEÑO DE MEZCLA**  
**PATRON**

## DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH:TAPIA HERNANDEZ DARWIN HARLI  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE LAPICERO  
 LUGAR : CHIMBOTE PROV. DEL SANTA - ANCASH  
 FECHA : 19/06/2020

### ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 320 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

### MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo MS "Pacasmayo"
- Peso especifico ..... 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

**CANTERA : VESIQUE**

- Peso especifico de masa 2.68
- Peso unitario suelto 1578 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1703 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 1.04 %
- Absorción 1.01 %
- Módulo de fineza 2.58

D.- Agregado grueso

**CANTERA : LA SORPRESA**

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal n°8
- Peso especifico de masa 2.62
- Peso unitario suelto 1494 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1394 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.72 %
- Absorción 1.69 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica de Suelos, Ensayo de Materiales

*Mg. Miguel Solar Jara*  
 JEFE

### SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 0 A 2.

### VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 0 A 2, sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de n°8, el volumen unitario de agua es de 215 lt/m<sup>3</sup>.

### RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.520

### FACTOR DE CEMENTO

F.C. :  $215 / 0.520 = 413.46 \text{ kg/m}^3 = 9.73 \text{ bolsas / m}^3$

### VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	413.462 kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	219.706 lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	1162.248 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	489.564 kg/m <sup>3</sup>

### PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{413.46}{413.46} : \frac{1162.248}{413.46} : \frac{489.56}{413.46}$$

$$1 : 3.56 : 1.50 : 28.60 \text{ lts / bolsa}$$

### PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 3.35 : 1.63 : 28.60 \text{ lts / bolsa}$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lab. Mecánica de Suelos, Ensayo de Materiales

Mg. Miguel Splar Jara  
JEFE

**ANEXO N°22**  
**DISEÑO DE MEZCLA**  
**SUST. 16%**

**DISEÑO DE MEZCLA**  
( 16% SUSTITUCION DEL CEMENTO )

OLICITA : BACH.TAPIA HERNANDEZ DARWIN HARLI  
 ESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I SUSTITUYENDO AL  
 CEMENTO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE LAPICERO  
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH  
 FECHA : 19/06/2020

**ESPECIFICACIONES**

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedic 320 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

**MATERIALES**

A.- Cemento :

- Combinacion Cemento 84% + 4%CCA + 12%CCL
- Peso especifico ..... 3.40

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

**CANTERA : VESIQUE**

- Peso especifico de masa 2.68
- Peso unitario suelto 1578 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1703 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 1.04 %
- Absorción 1.01 %
- Módulo de fineza 2.58



*Mg. Miguel Solar Jara*  
JEFE

D.- Agregado grueso

**CANTERA : LA SORPRESA**

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal N° 8
- Peso especifico de masa 2.62
- Peso unitario suelto 1494 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1394 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.72 %
- Absorción 1.69 %

**SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO**

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 0" a 2" .

**VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 0" a 2" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de N° 8, el volumen unitario de agua es de 215 lt/m³ .

**RELACIÓN AGUA - CEMENTO**

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.520

**VOLUMENES ABSOLUTOS**

Cemento.....	(m³)	0.112
4%CCA + 12%CCL.....	(m³)	0.021
Agua efectiva.....	(m³)	0.215
Agregado fino.....	(m³)	0.409
Agregado grueso.....	(m³)	0.202
Aire.....	(m³)	0.040
		<b>1.000</b> m³

**COMPONENTES SECOS**

Cemento.....	274.210	kg/m3
4%CCA + 12%CCL.....	52.230	kg/m3
Agua efectiva.....	215.00	lts/m3
Agregado fino.....	1150.23	kg/m3
Agregado grueso.....	529.54	kg/m3

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Lab. Mecánica de Sólidos y Ensayo de Materiales  
**Mg. Miguel Solar Jara**  
JEFE

**COMPONENTES CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento.....	274.210	kg/m3
4%CCA + 12%CCL.....	52.230	kg/m3
Agua efectiva.....	219.71	lts/m3
Agregado fino.....	1162.25	kg/m3
Agregado grueso.....	489.56	kg/m3

**PROPORCIONES EXPERIMENTAL EN PESO**

$$\frac{274.21}{274.21} : \frac{52.230}{274.21} : \frac{1162.25}{274.21} : \frac{489.56}{274.21}$$

$$1 : 0.19 : 4.24 : 1.79 \quad 28.60 \text{ lts / bolsa}$$

**ANEXO N°23**  
**DISEÑO DE MEZCLA**  
**SUST. 28%**

**DISEÑO DE MEZCLA**  
( 28% SUSTITUCION DEL CEMENTO )

SOLICITA : BACH:TAPIA HERNANDEZ DARWIN HARLI  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE LAPICERO  
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH  
 FECHA : 19/06/2020

**ESPECIFICACIONES**

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedic 320 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

**MATERIALES**

**A.- Cemento :**

- Combinacion Cemento 72% + 7%CCA + 21%CCL
- Peso especifico ..... 3.40

**B.- Agua :**

- Potable, de la zona.

**C.-Agregado Fino :**

**CANTERA : VESIQUE**

- Peso especifico de masa 2.68
- Peso unitario suelto 1578 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1703 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 1.04 %
- Absorción 1.01 %
- Módulo de fineza 2.58

**D.- Agregado grueso**

**CANTERA : LA SORPRESA**

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal N° 8
- Peso especifico de masa 2.62
- Peso unitario suelto 1494 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1394 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.72 %
- Absorción 1.69 %


**UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CALLO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales  
  
**Mg. Miguel Solar Jara**  
 I. I. E.

### SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 0" a 2" .

### VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 0" a 2" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de N° 8, el volumen unitario de agua es de 215 lt/m<sup>3</sup> .

### RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.520

### VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m <sup>3</sup> )	0.096
7%CCA + 21%CCLL.....	(m <sup>3</sup> )	0.037
Agua efectiva.....	(m <sup>3</sup> )	0.215
Agregado fino.....	(m <sup>3</sup> )	0.409
Agregado grueso.....	(m <sup>3</sup> )	0.202
Aire.....	(m <sup>3</sup> )	0.040
		<u>1.000</u> m <sup>3</sup>

### PESOS SECOS

Cemento.....	235.037 kg/m <sup>3</sup>
7%CCA + 21%CCLL.....	91.403 kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	215.00 lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	1150.23 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	529.54 kg/m <sup>3</sup>

### PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	235.037 kg/m <sup>3</sup>
7%CCA + 21%CCLL.....	91.403 kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	219.71 lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	1162.25 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	489.56 kg/m <sup>3</sup>

### PROPORCIONES EXPERIMENTAL EN PESO

$$\frac{235.04}{235.04} : \frac{91.403}{235.04} : \frac{1162.25}{235.04} : \frac{489.56}{235.04}$$

$$1 : 0.39 : 4.94 : 2.08 \quad 28.60 \text{ lts / bolsa}$$

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lab. Mecánica de Fluidos y Ensayo de Materiales  
**Mg. Miguel Solar Jara**  
JEFE

**ANEXO N° 24**  
**RESULTADOS ADOQUIN**  
**PATRON**

## COMPRESION DE ADOQUINES DE CONCRETO-PATRON

SOLICITA : BACH: TAPIA HERNANDEZ DARWIN HARLI  
 TEMA : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I SUSTITUYE  
 CEMENTO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE LAPICERO  
 UBICACIÓN : CHIMBOTE- PROVINCIA DE SANTA - ANCASH  
 FECHA : 19/06/2020

MATERIAL : ADOQUIN ( PATRON )  
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : TIPO I

Identificación de la Muestra	Dimensiones ( cm )			Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 7 DIAS	10.28	20.00	4.00	205.53	48,240	234.71
M-2 7 DIAS	10.05	20.00	4.01	201.00	45,900	228.36
M-3 7 DIAS	10.04	20.00	4.00	200.80	45,770	227.94
PROMEDIO						230.34

Identificación de la Muestra	Dimensiones ( cm )			Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 14 DIAS	10.30	20.00	4.00	206.04	57,520	279.17
M-2 14 DIAS	10.01	20.00	4.00	200.10	54,220	270.96
M-3 14 DIAS	10.13	20.00	4.01	202.61	56,280	277.78
PROMEDIO						275.97


**UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CALLO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica de Fluidos  
  
**Mg. Miguel Solar Jara**  
 JEFE

Identificación de la Muestra	Dimensiones ( cm )			Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 28 DIAS	10.10	20.00	4.00	202.01	65,070	322.11
M-2 28 DIAS	10.02	20.00	4.00	200.40	62,190	310.33
M-3 28 DIAS	10.14	20.00	4.01	202.81	66,810	329.42
PROMEDIO						320.62

**ANEXO N°25**  
**RESULTADOS ADOQUIN**  
**SUST. 16%**

## COMPRESION DE ADOQUINES DE CONCRETO-EXPERIMENTAL 16%

SOLICITA : BACH: TAPIA HERNANDEZ DARWIN HARLI  
 TEMA : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I SUSTITUYE  
 CEMENTO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE LAPICERO  
 UBICACIÓN : CHIMBOTE- PROVINCIA DE SANTA - ANCASH  
 FECHA : 19/06/2020

MATERIAL : ADOQUIN EXPERIMENTAL  
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : TIPO I

Identificación de la Muestra	Dimensiones ( cm )			Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 7 DIAS	10.20	20.00	4.01	203.92	21,010	103.03
M-2 7 DIAS	10.35	20.00	4.03	207.05	22,440	108.38
M-3 7 DIAS	10.55	20.00	4.02	211.09	23,590	111.75
PROMEDIO						107.72

Identificación de la Muestra	Dimensiones ( cm )			Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 14 DIAS	10.20	20.00	4.02	204.03	59,740	292.80
M-2 14 DIAS	10.35	20.00	4.02	207.08	60,420	291.77
M-3 14 DIAS	10.32	20.00	4.01	206.35	59,020	286.02
PROMEDIO						290.20



UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CALLO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

*Mg. Miguel Solár Jara*  
 JEFE

Identificación de la Muestra	Dimensiones ( cm )			Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 28 DIAS	10.30	20.00	4.02	206.02	102,500	497.52
M-2 28 DIAS	10.43	20.00	4.03	208.64	105,300	504.70
M-3 28 DIAS	10.34	20.00	4.03	206.83	104,200	503.80
PROMEDIO						502.01

**ANEXO N° 26**  
**RESULTADOS ADOQUIN**  
**SUST.28%**

## COMPRESION DE ADOQUINES DE CONCRETO-EXPERIMENTAL 28%

SOLICITA : BACH: TAPIA HERNANDEZ DARWIN HARLI  
 TEMA : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I SUSTITUYE  
 CEMENTO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CONCHA DE LAPICERO  
 UBICACIÓN : CHIMBOTE- PROVINCIA DE SANTA - ANCASH  
 FECHA : 19/06/2020

MATERIAL : ADOQUIN EXPERIMENTAL  
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : TIPO I

Identificación de la Muestra	Dimensiones ( cm )			Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 7 DIAS	10.38	20.00	4.03	207.57	17,850	86.00
M-2 7 DIAS	10.40	20.00	4.05	208.08	18,530	89.05
M-3 7 DIAS	10.40	20.00	4.05	208.08	16,870	81.07
PROMEDIO						85.37

Identificación de la Muestra	Dimensiones ( cm )			Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 14 DIAS	10.50	20.00	4.05	209.94	67,800	322.95
M-2 14 DIAS	10.34	20.00	4.04	206.88	65,420	316.22
M-3 14 DIAS	10.42	20.00	4.05	208.35	66,130	317.40
PROMEDIO						318.86



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

*Mig. Miguel Solar Jara*

Identificación de la Muestra	Dimensiones ( cm )			Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 28 DIAS	10.49	20.00	4.05	209.78	110,200	525.31
M-2 28 DIAS	10.50	20.00	4.03	210.03	112,000	533.26
M-3 28 DIAS	10.65	20.00	4.05	212.95	114,100	535.81
PROMEDIO						531.46

## PANEL FOTOGRAFICO

### EXTRACCION DE LOS MATERIALES:

#### ○ Cascara de Arroz:



**Foto n°1:** Extracción de la Cascara de Arroz.

- **Ubicación:** C.P. Tambo Real Nuevo, Distrito de Chimbote, Provincia del Santa, Áncash.
- **Propietario de Molino:** Sr. Leoncio Estrada
- **Accesibilidad:** Por el panamericano norte/Santa volteando a la derecha hacia el Jr. Pachitea que va directamente a Tambo Real Nuevo – Molino s/n
- **Coordenadas:** 8° 57' 58.9" S - 78° 35' 14.5" W

#### ○ Concha de Lapicero:



**Foto n°2:** Extracción de la Concha de Lapicero.

- **Ubicación** : Bahía de Samánco /caleta colorada
- **Accesibilidad** : Por la Panamericana Norte entre el Nuevo Chimbote –Caleta clorada.
- **Coordenadas** : 78° 28' a 78° 34 LW y 09° 10' a 09° 16' LS

## LIMPIEZA Y SECADO DE LOS MATERIALES:

### ○ Cascara de Arroz



**Foto n°3:** Tendido de la y secado de la Cascara de arroz.

### ○ Concha de Lapicero



**Foto n°4:** Lavado (1) y secado (2) de la Concha de Lapicero.



**Foto n°5:** Ensayo de análisis térmico diferencial de los materiales

### **CALCINACION DE LOS MATERIALES:**

- **Cascara de Arroz**



**Foto n°6:** Material CA/ junto horno de temperatura controlada



**Foto n°7:** Colocación del material pre-quemado en el horno en un recipiente resistente a altas temperaturas



**Foto n°8:** Resultado del material en CCA calcinado a 430°

○ **Concha de Lapicero**



**Foto n°9:** Material CA/ junto horno de temperatura controlada.



**Foto n°10:** Introducción del Material CL al horno.



**Foto n°11:** Resultado del material en CCL calcinado a 870°

### **ENSAYOS GRANULOMETRICOS:**



**Foto n°12:** Ingresando muestras al horno/ contenido de humedad



**Foto n°13:** Peso unitario de los agregados



**Foto n°14:** Tamizaje los agregados



**Foto n°15:** Registro y toma de datos



**Foto n°16:** Eliminación de los vacíos del material



**Foto n°17:** Ensayo Peso específico



**Foto n°18:** Slump Patrón



**Foto n°19:** Slump Sust. 16%



**Foto n°20:** Slump Sust. 28%



**Foto n°21:** elaboración de adoquines



**Foto n°22:** Desencofrado de los adoquines



**Foto n°23:** Curado de los adoquines convencionales/experimentales



**Foto n°24:** Control y verificación de las dimensiones de los adoquines



**Foto n°25:** Ensayo resistencia a la compresión.



Foto n°26: Resultado resistencia a la compresión sust. 16% a los 28 días.



Foto n°27: Resultado resistencia a la compresión sust. 16% a los 28 días



Foto n°28: Resultado resistencia a la compresión sust. 16% a los 28 días.



Foto n°29: Resultado resistencia a la compresión sust. 28% a los 28 días.

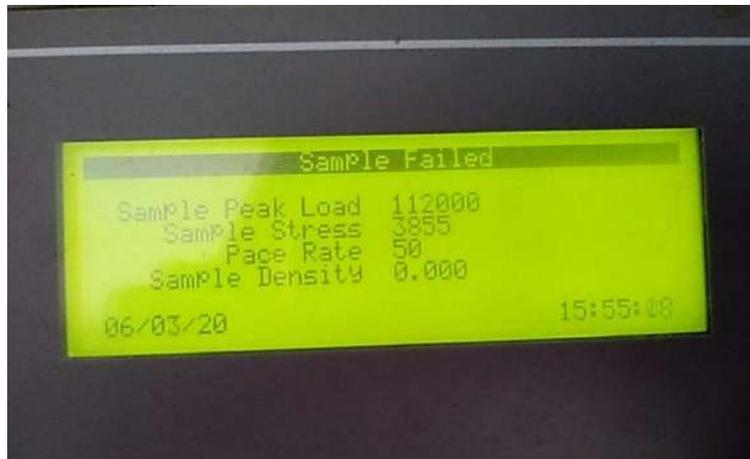


Foto n°30: Resultado resistencia a la compresión sust. 28% a los 28 días.



Foto n°31: Resultado resistencia a la compresión sust. 28% a los 28 días.

