

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



**Resistencia y Conductividad térmica de concreto  
210kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo cemento en 10% y 20% por ceniza  
de rastrojo de maíz y cáscara de huevo.**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

**Autor**

Nuñez de la Cruz, Cristian Maykol.

**Asesor**

Salazar Sánchez, Dante Orlando.

Huaraz – Perú

2019

**PALABRAS CLAVE:**

Tema Resistencia, compresión, conductividad térmica.  
Especialidad Tecnología del concreto.

**KEYWORDS:**

Topic Resistance, compression, thermal conductivity.  
Specialty Concrete technology.

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Línea de investigación: Construcción y Gestión de edificación.  
Área : Ingeniería y Tecnología.  
Sub área : Ingeniería Civil.  
Disciplina : Ingeniería Civil.  
Sub líneas o campos de acción: Materiales para la construcción.

## **TITULO**

**Resistencia y Conductividad térmica de concreto 210kg/cm<sup>2</sup>  
sustituyendo cemento en 10% y 20% por ceniza de rastrojo de  
maíz y cáscara de huevo.**

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo analizar y comparar la resistencia a compresión del concreto y conductividad térmica sustituyendo al cemento por la combinación de ceniza de rastrojo de maíz y cáscara de huevo en 10% (7.5% cáscara de huevo y 2.5% ceniza de rastrojo de maíz) y 20% (15% de cáscara de huevo y 5% de ceniza de rastrojo de maíz) respecto al peso del cemento para analizar a los 7, 14 y 28 días de curado, se realizó en dos fases: la primera obtención de las cenizas, lo cual implicó la extracción del rastrojo de maíz y cáscara de huevo, proceso de incineración según el Análisis térmico diferencial (ATD), molienda y tamizado luego se realizó ensayo de fluorescencia de rayos X (FRX) para conocer su composición química, recolección de los agregados y análisis de los mismos.

La segunda fase comprendió: diseño de la mezcla, elaboración de concreto experimental y concreto patrón, curado de las mismas, ensayos de resistencia a compresión y ensayos de conductividad térmica.

Se concluye que la sustitución de 10% disminuye su resistencia a compresión adquiriendo 4.92% menos que el concreto patrón y para sustitución de 20% se obtuvo 7.16% menos para los 28 días de curado. La más favorable es la sustitución en menor porcentaje mientras más aumentamos el porcentaje de sustitución, la resistencia a compresión va en decaimiento y su conductividad térmica también es menor para los concretos experimentales pero esto hace favorable para nuestro proyecto buscamos un material de menor conductividad térmica.

## **ABSTRACT**

The purpose of this research work was to analyze and compare the compressive strength of concrete and thermal conductivity by replacing cement with the combination of corn stubble ash and eggshell in 10% (7.5% eggshell and 2.5% ash from corn stubble) and 20% (15% eggshell and 5% corn stubble ash) with respect to the weight of the cement to analyze at 7, 14 and 28 days of curing, it was carried out in two phases: the first obtaining the ashes, which involved the extraction of the corn stubble and eggshell, incineration process according to the Differential Thermal Analysis (ATD), grinding and sieving then X-ray fluorescence test (FRX) was performed to know its composition chemistry, collection of aggregates and analysis thereof.

The second phase included: mixing design, preparation of experimental concrete and standard concrete, curing them, compression resistance tests and thermal conductivity tests.

It is concluded that the replacement of 10% decreases its compressive strength by acquiring 4.92% less than the standard concrete and for replacement of 20%, 7.16% less was obtained for the 28 days of curing. The most favorable is the substitution in a smaller percentage, the more we increase the substitution percentage, the compressive strength is in decay and its thermal conductivity is also lower for experimental concrete, but this makes it favorable for our project, we are looking for a material with lower thermal conductivity.

## INDICE

	<b>PG.</b>
PALABRA CLAVE	i
TÍTULO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INDICE	v
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	01
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	34
CAPÍTULO III: RESULTADOS	41
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	62
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
CAPÍTULO VI: DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS	68
CAPÍTULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
CAPÍTULO VIII: ANEXOS	71

## I. INTRODUCCIÓN.

Los antecedentes considerados más relevantes son los siguientes:

(Orrala Yugal & Gomez Suarez, 2015), En su tesis “estudio de la resistencia a la compresión del hormigón con adición de puzolana obtenida de la calcinación de residuos del cultivo de maíz producido en la provincia de santa Elena” – la libertad, concluyen en: Esta ceniza es un material válido en la sustitución parcial del cemento portland, respaldado por normas y ensayos que avalan la puzolana.

El hormigón con sustitución de puzolanica de 10 % fue comparado con la muestra patrón, logrando este un aumento en la resistencia a la compresión de 21 % a los 28 días de curado. Además, este hormigón es 3,3 % más ligero, estas muestras fueron basados en los resultados de la densidad promedio de las probetas en estado seco.

(Galicia Perez & Velasquez Curo, 2016), en su tesis “análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y Vicho con respecto a un concreto patrón de calidad  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ”- cuzco, concluyen en:

- Para una adición de un concreto al 2.5% hay un incremento, a los 7 días a un 150.98%, a los 14 días a 134.14%, a los 28 días a un 130.71%.
- Para un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz al 5.0% presenta un incremento, a los 7 días a un 165.63%, a los 14 días a un 140.23%, a los 28 días a un 135.64%.
- Para un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz al 7.5% presenta un incremento, a los 7 días a un 210.35%, a los 14 días a un 141.86%, a los 28 días a un 147.48%.
- El concreto con adición de ceniza de rastrojo de maíz tuvo menor revenimiento y la resistencia a flexión es menor en 8.66% para una adición de 5% de ceniza de rastrojo de maíz a los 28 días de curado.

(Escalera; Paya; Borrachero; Soriano; Monzo;, 2010), en su tesis “Estudio de Morteros de Cemento Portland con Ceniza de Rastrojo de Maíz: Posibilidad de uso en construcciones rurales”- España, concluye en:

En este trabajo de investigación se realiza una calcinación a temperaturas entre 400 a 1000 °C, entre estas temperaturas la que da una mejor composición mineralógica es la de 700 °C, con composición de Caolinita y Sanidina, que en su mayoría tiene contenido de Cal y Silicio; luego se realizó ensayos de resistencias a los 28 días, 56 días y 90 días; los resultados demuestran que tiene una composición de puzolana teniendo una resistencia a compresión similar a las de los morteros de control que se tuvieron en la investigación.

La investigación se basa en la utilización la calcinación del Rastrojo de Maíz el cual al ser calcinado a 700°C alcanza su mejor composición mineralógica, que también a los 400°C tiene una composición similar y los ensayos demuestran también que alcanza una composición similar a la del concreto base.

(Reiban Ojeda, 2017), “evaluación experimental de las características mecánicas de matrices cementicias con adición de cascara de huevo pulverizado deshidratado y sus aplicaciones en la arquitectura” – Ecuador.

Se concluyó luego de dichos procesos experimentales la utilización de la cascara de huevo marrón de gallina es apta para sumergirse en el campo de la construcción, se sustituyó al cemento en 10%, 20% y 30% con cascara de huevo marrón, la cascara de huevo al ser material orgánico y de consumo diario, se comprobó que posee una mayor cantidad de CaO luego de ser calcinada con un porcentaje de 84% de CaO. La interpretación de resultados se resume en que, las matrices con reemplazo del 10% son las de más alta resistencia, con 16.49 MPa a los 7 días; 18.81 MPa a los 14 días y 22.88 MPa a los 28 días, favoreciendo a la creación de cementos con adiciones orgánicas sustentables.

Esta investigación se visualiza al desarrollo tecnológico de nuevos materiales de construcción, es de vital importancia mejorar las propiedades del concreto se busca sustituir al cemento por materiales nuevos que se encuentra al paso de la sociedad que son

desechado por la población dicho de este modo también contribuimos a la contaminación ambiental, el desarrollo de este proyecto que es sustituir el cemento por la combinación de ceniza de rastrojo de maíz y cáscara de huevo es de interés social por que abarca amplios conocimientos y ayudara a comunidades de distintos estratos y condiciones. A través de estos ensayos de compresión se podrán conocer las propiedades físicas mecánicas del concreto sustituido al cemento y por otro lado se busca un material capaz de mantener un microclima saludable y cómodo sin costo adicional de calefacción un material que nos ayude a combatir el exceso de friaje de las zonas alto andinas desarrollando un material que ayuda a conservar la temperatura del ambiente interior de las construcciones

Tenemos este problema ya que en las zonas de la sierra del Perú en las épocas de friaje hace demasiado helada y surge la necesidad de crear un material que mantenga calor en las viviendas, las construcciones de concreto convencional dispersan fácilmente el calor del interior de las viviendas ayudando a que el frio del exterior penetre a las viviendas hasta uniformizar la temperatura interior y exterior, seria idóneo encontrar un material que mantenga la temperatura interior.

Dentro de esta problemática surge la necesidad de diseñar concreto con materiales nuevos como son la cáscara de huevo y rastrojo de maíz como alternativa al concreto convencional y como solución frente al desecho masivo de estos materiales en nuestro departamento me incentiva a usar este material sustituyendo al cemento para encontrar las propiedades similares o mejorar al concreto patrón.

Tabla N° 01: Producción de los principales cultivos por producto según año, I trimestre 2013-2017 Perú

Producto	miles de toneladas				
	2013	2014	2015	2016	2017
Cereales					
Trigo	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3
Maíz amarillo duro	308,9	306,2	309,0	307,4	281,9
Maíz amiláceo	3,2	3,5	2,9	2,8	2,9
Arroz cáscara	622,7	611,0	573,3	649,5	531,4
Cebada grano	0,3	0,2	0,3	0,2	0,6
Quinoa	0,2	13,0	13,0	6,1	5,1

Fuente: SIEA (sistema integrado de estadísticas agrarias)

Por lo mencionado se plantea el problema: ¿Cómo influye la ceniza de rastrojo de maíz y cáscara de huevo en la resistencia a compresión y conductividad térmica del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ?

Luego de formular el problema es necesario la conceptualización y operacionalización de las variables.

### **El concreto.**

(Pasquel Carbajal, 1998), “El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción”

Se tiene que conocer los materiales y sus componentes para un adecuado diseño, pues son afectados por sustancias dañinas y se rompen si son sometidos a esfuerzos que superan sus posibilidades de resistencia. Por ello la explicación a sus diversos comportamientos siempre responde a las leyes de la física y cuando no llegamos a los resultados esperados se debe al desconocimiento de las características de sus componentes que actúan en la elaboración del concreto y mal cálculos del diseño de mezcla o porque durante su elaboración no se respetaron las consideraciones técnicas.

## **Características del concreto**

Son muchas las propiedades del concreto que nos interesa las más resaltantes son: trabajabilidad, resistencia, durabilidad, impermeabilidad. No sólo por su relación con el manejo del concreto en estado fresco, sino porque pueden servir como señal anticipada de las propiedades que pueda tener dicho material al endurecer, En ese momento anticipado y antes de completarse el encofrado del trabajo, es cuando se deben ejecutar las correcciones. El comportamiento del concreto depende de sus componentes, de las características del mezclado, de su diseño, del medio ambiente y de las condiciones de trabajo.

### **Trabajabilidad**

En concreto la palabra “trabajabilidad” indica la plasticidad de la mezcla la docilidad, consistencia, la facilidad de transporte y colocado.

Tabla N° 02: Asentamientos según características.

consistencia	slump	trabajabilidad	metodo de compactacion
seca	0 a 2	poco trabajable	vibracion normal
plastica	3 a 4	trabajable	vibracion ligera
fluida	mayor a 5	muy trabajable	chuceado

Fuente: (Abanto Castillo, 1994)

### **Resistencia**

Es una propiedad del concreto que siempre es muy importante. Por lo general se determina por la resistencia a compresión final de una probeta. Como el concreto suele aumentar su resistencia en un periodo largo, la resistencia a la compresión a los 28 días es la medida más común de esta propiedad.

### **Durabilidad**

El concreto debe ser capaz de resistir a la intemperie al desgaste del clima como es la lluvia, el sol, el frio de productos químicos que están sometido en su vida útil.

## **Impermeabilidad**

Es una importante propiedad del concreto para los casos de las obras hidráulicas se puede mejorar esta propiedad usando aditivos o reduciendo la cantidad de agua en la mezcla.

## **Componentes del concreto**

El concreto generalmente es una mezcla de dos compuestos: agregados y pasta. La pasta conformada por cemento, agua y los agregados compuestos por arena gruesa y piedra chancada para formar una masa parecido a una roca pues la pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua.

### **▪ Cemento**

El cemento portland es el producto obtenido por la pulverización del Clinker con la adición de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos siempre que no excedan el 1% en peso del total y que la Norma correspondiente determine que su adición no afecta las propiedades del cemento que resultara.

Tipos de cemento:

La Norma (ASTM C150, 2015), considera cinco tipos de cemento Portland según su uso y características:

- Tipo I: para utilizarse en construcciones de concreto en general siempre y cuando no se requieran de especificaciones especiales.
- Tipo II: para usarse en obras expuestas a sulfatos o donde se requiera un calor de hidratación moderado.
- Tipo III: se utiliza en obras en las que se requiera altas resistencias iniciales.
- Tipo IV: utilizado en obras donde el calor de hidratación requerido es bajo.
- Tipo V: para utilizarse en obras donde se requiera alta resistencia a los sulfatos.

## ▪ Agregados

(Rivva Lopez , 1992), El concreto está conformado por una pasta de cemento y agua en la cual se encuentran embebidas partículas de un material conocido como agregado el cual ocupa del 65% al 80% del volumen de la unidad cubica de concreto.

Los agregados deben estar libres de impurezas como barro, limo y materia orgánica, que puedan debilitar el enlace con la pasta de cemento.

Se clasifican en:

Agregado fino	{	- Arena fina	}
		- Arena gruesa	}
Agregado grueso	{	-grava	}
		-Piedra chancada	}

Hormigón: corresponde a mezcla natural de Grava y Arena, este agregado se utiliza para preparar un concreto de baja calidad como el empleado en cimentaciones corridas, falso pisos, falsa zapatas, calzaduras, entre otros.

En nuestra investigación se usó arena gruesa y piedra chancada, los agregados a que se usó cumplieron ciertos requisitos de calidad.

### **Agregado fino:**

(Abanto Castillo, 1994), Se considera como agregado fino a la arena o piedra natural finamente triturada de dimensiones reducidas, que pasan por el tamiz 3/8" (9.52mm) y que es retenida en el tamiz N°200 (0.074mm).

### **Granulometría**

El estudio de la granulometría del agregado nos permite conocer la distribución de tamaños en función a sus volúmenes, este ensayo se realiza en función a sus pesos retenidos en mallas, cuyas aberturas diferencian sucesivamente en la mitad de la anterior.

Estos materiales deben tener un comportamiento óptimo en la mezcla, y esto solo se obtendrá si sus volúmenes llegan a tener una buena compacidad entre ellas, se sabe que el agregado grueso o piedra chancada aporta con la resistencia y el volumen, el agregado fino actúa como lubricante para la suspensión de los agregados gruesos, aportando en mejorar la consistencia y la trabajabilidad de la mezcla. Una granulometría óptima ocasiona en la mezcla una alta densidad, buena trabajabilidad y un controlado contenido de cemento con las resistencias requeridas.

En general es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los siguientes límites.

Tabla N° 03: Porcentajes pasantes recomendables por cada malla para agregado fino.

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

Fuente: (Rivva Lopez , 1992).

### **Módulo de fineza**

Según la norma (ASTM C33), establece que el agregado fino debe tener un módulo de finura entre 2.30 - 3.10, donde el valor más alto indica una progresión más gruesa.

Se estiman que las arenas que están entre los módulos 2.2 - 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y las que se encuentran entre 2.8 y 3.1 son las más favorables para los concretos de alta resistencia.

(Abanto Castillo, 1994), El módulo de finura se obtiene a través de la suma de los porcentajes retenidos acumulados de los tamices dividida entre 100.

$$M F = \frac{\text{Suma de \% retenidos acumulados en tamises}}{100}$$

### **Contenido de humedad**

Es la cantidad de agua que posee el material en estado natural, es muy importante porque puede hacer variar la relación agua/cemento del diseño de mezcla y así influir en la resistencia y otras propiedades del concreto.

$$\text{contenido de humedad A. fino} = \frac{(\text{peso humedo} - \text{peso seco})}{\text{peso seco}} * 100$$

### **Peso específico**

(NTP 400.037, 2014), establece el método de ensayo para determinar el peso específico (densidad); peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas en agua del agregado fino.

El peso específico de los agregados expresa el peso de las partículas de agregado relacionado a un volumen igual de agua, sin considerar los vacíos entre ellas.

### **Absorción**

Este ensayo nos permite determinar el porcentaje de absorción (después de 24 horas en el agua). La absorción es la cantidad de agua absorbida por el agregado sumergido en el agua durante 24 horas. Se expresa como un porcentaje del peso del material seco, que es capaz de absorber, de modo que se encuentre el material saturado superficialmente seco.

Si la humedad es inferior a la absorción, se deberá agregar más agua al concreto para compensar a los agregados. Por el contrario, si la humedad supera la absorción, habrá que quitar agua al concreto ya que los agregados estarán aportando agua.

### **Peso unitario**

Es el cociente de dividir, el peso de las partículas del agregado entre el volumen de las mismas, considerando los vacíos entre ellas (volumen aparente). Generalmente se expresa en kilos por metro cúbico. Su determinación en el laboratorio no siempre corresponde al que se obtiene en condiciones de obra, ya que varía según su forma, su granulometría y

tamaño máximo con el volumen del recipiente, la forma de colocación, existen 2 tipos de pesos unitarios:

### **Peso Unitario Suelto (P.U.S.)**

En este ensayo se busca determinar el peso del agregado que llenaría un recipiente de volumen unitario. Se usa el término "Peso volumétrico unitario" porque se trata del volumen ocupado por el agregado y por los huecos. Este peso se utiliza para convertir cantidades en peso a cantidades en volumen.

$$\text{P.U.S.} = \frac{\text{peso del material suelto}}{\text{volumen del recipiente}}$$

### **Peso Unitario Compactado (P.U.C.)**

Es la relación entre el peso del material compactado y el volumen del recipiente que lo contiene. Este ensayo nos puede determinar el grado de compactación que pueden presentar los materiales en su estado natural. Todos los agregados presentan distinta proporción entre el peso unitario compactado con el peso unitario suelto.

$$\text{P.U.C.} = \frac{\text{peso del material compactado}}{\text{volumen del recipiente}}$$

### **Agregado grueso:**

Es el agregado que queda retenido en el tamiz N°4 (4.75mm) proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumplen con los límites establecidos en la norma (NTP 400.037, 2014) o (ASTM C33). El agregado grueso puede ser grava o piedra chancada.

### **Piedra partida o chancada**

Se denomina así al agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas o gravas. Como agregado grueso se puede usar cualquier clase de piedra partida siempre que sea limpia, dura y resistente.

(Abanto Castillo, 1994), Su función principal es dar volumen y apoyar su propia resistencia. Los ensayos indican que la piedra chancada o partida da concretos ligeramente más resistentes que los hechos con piedra redonda.

### **Granulometría**

Denominado también análisis granulométrico, viene a ser la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños.

### **Tamaño máximo**

El Tamaño Máximo del agregado grueso viene a ser el tamaño de la abertura del tamiz que deja pasar todo el agregado.

Granulometrías muy distintas pueden dar el mismo valor del tamaño máximo del agregado grueso. Ello debe tenerse en presente la selección del agregado, de su granulometría y de las proporciones de la mezcla.

### **Tamaño máximo nominal**

El tamaño máximo nominal del agregado es el que se designa en las especificaciones como tamaño máximo requerido para el concreto de cada estructura en particular, y se define de acuerdo con diversos aspectos tales como las características geométricas y de refuerzo de las estructuras, los procedimientos y equipos empleados para la colocación del concreto, el nivel de la resistencia mecánica requerida en el concreto, etc. Debido a la dificultad práctica de asegurar una dimensión máxima precisa en el tamaño de las partículas durante la clasificación y el suministro del agregado grueso, es usual conceder una tolerancia dimensional con respecto al tamaño máximo nominal, pero limitando la proporción de partículas que pueden excederlo.

### **Módulo de fineza**

(Abanto Castillo, 1994), Es un índice aproximado del tamaño medio de los agregados. Cuando este índice es bajo quiere decir que el agregado es fino, cuando este índice es alto es señal de lo contrario. El módulo de fineza, no distingue las granulometrías, pero en caso

de agregados que estén dentro de los porcentajes especificados en las normas granulométricas, sirve para controlar la uniformidad de los mismos.

El módulo de fineza del agregado grueso, es menos usado que el de la arena, para su cálculo se usa el mismo criterio que para la arena, o sea se suma los porcentajes retenidos acumulados de los tamices y se divide entre 100.

### **Contenido de humedad**

Es la cantidad de agua que posee el material en estado natural, es importante porque puede hacer variar la relación agua/cemento del diseño de mezcla y por tanto influye en la resistencia y otras propiedades del concreto.

$$\text{Contenido de humedad A. grueso} = \frac{(\text{peso humedo} - \text{peso seco})}{\text{peso seco}} * 100$$

### **Peso específico**

El peso específico del agregado grueso es la relación de su peso respecto al peso de un volumen absoluto igual de agua (agua desplazada por inmersión). Se usa en ciertos cálculos para proporciónamiento de mezclas y control.

El peso específico es un indicador de calidad, en cuanto a los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles.

**Peso específico de masa;** el cual es definido por la norma (NTP 400.021, 2002), como la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales) a la masa en el aire de la misma densidad, de un volumen igual de agua libre de gas.

**Peso específico de masa saturado superficialmente seco;** el cual es definido como el mismo que el peso específico de masa, excepto que ésta incluye el agua en los poros permeables.

**Peso específico aparente;** el cual es definido como la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de un material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual de agua libre de gas. Si el material es un sólido, el volumen es aquel de la porción impermeable.

Las características de los agregados se determinan por las siguientes formulas:

$$\text{peso específico de masa} = \frac{A}{(A - C)}$$

$$\text{peso específico aparente} = \frac{A}{(B - C)}$$

$$\text{peso específico SSS} = \frac{B}{(B - C)}$$

Donde:

Pesos específicos en gr/cm<sup>3</sup>.

A: Peso de la muestra seca, en gramos.

B: Peso de la muestra saturada superficialmente seca (SSS), en gramos.

C: Peso de la muestra sumergida en agua, en gramos.

### **Absorción**

(Rivva Lopez , 1992), Se entiende por absorción, al contenido de humedad total interna de un agregado que está en la condición de saturado superficialmente seco.

La capacidad de absorción del agregado se determina por el incremento de peso de una muestra secada en horno, luego de 24 horas de inmersión en agua y secado superficial.

Esta condición se supone representa la que adquiere el agregado en el interior de una mezcla de concreto, el porcentaje de absorción se determina por la siguiente relación:

$$\% \text{ de absorcion del A. grueso} = \frac{B - A}{A} * 100$$

Donde:

A: Peso de la muestra seca, en gramos.

B: Peso de la muestra saturada superficialmente seca (SSS), en gramos.

### **Peso unitario**

Se denomina peso volumétrico o peso unitario del agregado, ya sea suelto o compactado, el peso que alcanza un determinado volumen unitario. Generalmente se expresa en kilos por metro cúbico del material. Este valor es requerido cuando se trata de agregados ligeros o pesados y en el caso de dosificarse el concreto por volumen.

(Rivva Lopez , 1992), Los agregados redondeados de textura suavizada tienen, generalmente, un peso unitario más alto que las partículas de perfil angular y textura rugosa, de la misma composición mineralógica y granulometría.

El peso unitario suelto o compactado para el agregado grueso el procedimiento es el mismo obtenido para el agregado fino, en donde:

### **Peso Unitario Suelto: (P.U.S.)**

$$\text{P.U.S.} = \frac{\text{peso del material suelto}}{\text{volumen del recipiente}}$$

### **Peso Unitario Compactado (P.U.C.)**

$$\text{P.U.C.} = \frac{\text{peso del material compactado}}{\text{volumen del recipiente}}$$

### **Agua**

El agua es indispensable en el mezclado, fraguado y curado del concreto por lo cual se trabajará con aquella que esté libre de contaminantes que puedan afectar los procesos mencionados. En las zonas urbanas suele trabajarse con agua potable debido a que se considera adecuada a pesar de la cloración, que puede afectar los aditivos además del desarrollo de las resistencias. Por otra parte, en las zonas rurales, el agua de los pozos, ríos y lagos debe ser evaluada física y químicamente previo a su uso en los procesos de mezclado, fraguado y curado.

## **Diseño de mezcla del concreto**

El comité del ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas, basándose en Tablas, este método permite obtener valores de los diferentes materiales que integran la unidad cúbica de concreto.

La proporción de las cantidades de materiales requeridas para preparar una unidad cúbica de concreto implica una secuencia cuyo cumplimiento está en función de las características de los materiales, preparar la mezcla adecuada para el trabajo que se va a realizar.

El diseño de mezcla de concreto se realizó según del comité 211 del ACI.

Información requerida para el diseño de mezclas:

- Análisis granulométrico de los agregados
- Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso)
- Peso específico de los agregados (fino y grueso)
- Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso)
- Perfil y textura de los agregados
- Tipo y marca del cemento
- Peso específico del cemento
- Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados.

Podemos resumir la secuencia del diseño de mezclas de la siguiente manera:

### **a) especificaciones técnicas.**

Antes de diseñar una mezcla de concreto debemos tener en mente, primero, el revisar los planos y las especificaciones técnicas de obra, donde podremos encontrar todos los requisitos que fijó el ingeniero proyectista para que la obra pueda cumplir ciertos requisitos durante su vida útil.

### **b) elección de la resistencia promedio ( $f'c$ ).**

Partiendo del hecho que siempre existe dispersión aun cuando se tenga un control riguroso tipo laboratorio debe tenerse en cuenta en la dosificación de una mezcla las diferentes

dispersiones que se tendrán en obra según se tenga un control riguroso o no y por tanto se recomienda diseñar para valores más altos que el  $f'c$  especificado.

Se puede considerar la resistencia promedio con que uno debe diseñar una mezcla, teniendo en cuenta lo siguiente  $f'c$  en la siguiente tabla:

Tabla N° 04: Resistencia a la compresión promedio

$f'c$	$f'c$
menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
sobre 350	$f'c + 94$

Fuente: (Comite 211 ACI).

**c) elección del asentamiento (slump).**

Si las especificaciones técnicas de obra requieren que el concreto tenga una determinada consistencia, el asentamiento puede ser elegido de la siguiente tabla:

Tabla N° 05: Asentamiento según consistencia del concreto

consistencia	asentamiento
seca	0" (0mm) a 2" ( 50mm)
plastica	3" (75mm) a 4" (100mm)
fluida	$\geq 5"$ (125mm)

Fuente: (Comite 211 ACI).

**d) selección de tamaño máximo del agregado**

Las Normas de Diseño Estructural recomiendan que el tamaño máximo nominal del agregado grueso sea el mayor que sea económicamente disponible, siempre que sea compatible con las dimensiones y características de la estructura.

Se considera que, cuando se incrementa el tamaño máximo del agregado, se reducen los requerimientos del agua de mezcla, incrementándose la resistencia del concreto. En

general este principio es válido con agregados hasta 40 mm (1½”). En tamaños mayores, sólo es aplicable a concretos con bajo contenido de cemento.

**e) estimación del agua de mezclado y contenido de aire.**

La siguiente tabla muestra las recomendaciones del Comité 211 del ACI, que nos proporciona una primera estimación del agua de mezclado para concretos hechos con diferentes tamaños máximos de agregado con o sin aire incorporado.

Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados.

Tabla N°06: Estimación de agua de mezclado y contenido de aire.

ASENTAMIENTO O SLUMP (mm)		Agua en $lt/m^3$ de concreto para los tamaños máximos de agregados gruesos y consistencia indicados.							
		10mm (3/8")	12.5mm (1/2")	20mm (3/4")	25mm (1")	40mm (1½")	50mm (2")	70mm (3")	150mm (6")
CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO									
30 a 50	(1" a 2")	205	200	185	180	160	155	145	125
80 a 100	(3" a 4")	225	215	200	195	175	170	160	140
150 a 180	(6" a 7")	240	230	210	205	185	180	170	---
Cantidad aproximada de aire atrapado (%).		3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO									
30 a 50	(1" a 2")	180	175	165	160	145	140	135	120
80 a 100	(3" a 4")	200	190	180	175	160	155	150	135
150 a 180	(6" a 7")	215	205	190	185	170	165	160	---
Contenido total de aire incorporado (%), en función del grado de exposición.	Exposición suave	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5*	1.0*
	Exposición moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5*	3.0*
	Exposición severa	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5*	4.0*

Fuente: (Comite 211 ACI)

**f) elección de la relación agua/cemento (a/c)**

Existen dos criterios por resistencia y por durabilidad para la elección de la relación a/c, de los cuales se elegirá el menor de los valores, con lo cual se garantiza el cumplimiento de los requisitos de las especificaciones técnicas. Es importante que la relación a/c

seleccionada con base en la resistencia satisfaga también los requerimientos de durabilidad.

**Por resistencia:**

Para concretos preparados con cemento Portland tipo 1 o cementos comunes, puede tomarse la relación a/c de la siguiente tabla.

Tabla N°07: elección de la relación de agua/cemento por resistencia.

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm2)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: (Comite 211 ACI)

**Por durabilidad:**

La Norma Técnica de Edificación E.060 nos indica que, si se desea un concreto de baja permeabilidad, o el concreto ha de estar sometido a procesos de congelación y deshielo en condición húmedas. Se deberá cumplir con los requisitos indicados en la siguiente tabla.

Tabla N° 08: Elección de la relación de agua/cemento por durabilidad.

CONDICIONES DE EXPOSICION	RELACIÓN AGUA/CEMENTO MÁXIMA.
Concreto de baja permeabilidad:	
a) Expuesto a agua dulce.	0.50
b) Expuesto a agua de mar o aguas salobres.	0.45
c) Expuesto a la acción de aguas cloacales. (*)	0.45
Concreto expuesto a procesos de congelación y deshielo en condición húmeda:	
a) Sardineles, cunetas, secciones delgadas.	0.45
b) Otros elementos.	0.50
Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salobres, neblina o rocío de esta agua.	0.40
Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15 mm.	0.45

Fuente: (Comite 211 ACI)

**g) cálculo del contenido de cemento.**

Una vez que la cantidad de agua y la relación a/c han sido calculadas, la cantidad de cemento por unidad de volumen del concreto es determinada dividiendo la cantidad de agua por la relación a/c. Sin embargo, es posible que las especificaciones del proyecto establezcan una cantidad de cemento mínima. Tales requerimientos podrían ser especificados para asegurar un acabado satisfactorio, determinada calidad de la superficie de los elementos o trabajabilidad.

$$\text{contenido de cemento} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{contenido de agua de mezclado} \left( \frac{\text{lbs}}{\text{m}^3} \right)}{\text{relacion} \frac{a}{c} \text{ (para } f'cr)}$$

$$\text{volumen de cemento (m}^3) = \frac{\text{contenido de cemento (kg)}}{\text{peso especifico del cemento} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)}$$

### h) estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino

Se determina el contenido de agregado grueso mediante (Comite 211 ACI), en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de fineza del agregado fino. Esta tabla permite obtener un coeficiente  $b / b_0$  resultante de la división del peso seco del agregado grueso entre el peso unitario seco y compactado del agregado grueso en kg/m<sup>2</sup>

Tabla N° 09: Estimación de contenido de agregado grueso por unidad de volumen.

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: (Comite 211 ACI)

Obtenido  $b / b_0$  procedemos a calcular la cantidad de agregado grueso necesario para un metro cúbico de concreto, de la siguiente manera:

$$\text{peso seco A. grueso} \left( \frac{kg}{m^3} \right) = \frac{b}{b_0} * (\text{peso unitario compactado del A. grueso})$$

Entonces los volúmenes de los agregados grueso y fino serán:

$$\text{vol. agregado grueso}(m^3) = \frac{\text{peso seco del A. grueso}}{\text{peso específico del A. grueso}}$$

$$\text{Vol. A fino}(m^3) = 1 - (\text{vol. Agua} + \text{vol. aire} + \text{vol. cemento} + \text{vol. A grueso})$$

Por consiguiente, el peso seco del agregado fino será:

$$\text{peso A. fino} \left( \frac{kg}{m^3} \right) = (\text{vol. A. fino})(\text{peso específico del A. fino})$$

### i) ajustes por humedad y absorción

El contenido de agua añadida para formar la pasta será afectado por el contenido de humedad de los agregados. Si ellos están secos al aire absorberán agua y disminuirán la relación a/c y la trabajabilidad. Por otro lado, si ellos tienen humedad libre en su superficie (agregados mojados) aportarán algo de esta agua a la pasta aumentando la relación a/c, la trabajabilidad y disminuyendo la resistencia a compresión. Por lo tanto, estos efectos deben ser tomados estimados y la mezcla debe ser ajustada tomándolos en cuenta.

Por lo tanto:

$$\begin{array}{l} \text{Agregado Grueso} \left\{ \begin{array}{l} \text{Humedad} = \%W_g \\ \% \text{ absorcion} = \%a_g \end{array} \right. \\ \text{Agregado Fino} \left\{ \begin{array}{l} \text{Humedad} = \%W_f \\ \% \text{ absorcion} = \%a_f \end{array} \right. \end{array}$$

Pesos de agregados húmedos:

$$\text{peso A. grueso humedo(kg)} = (\text{peso A. grueso seco}). \left(1 + \frac{\%wg}{100}\right)$$

$$\text{peso A. fino humedo(kg)} = (\text{peso A. fino seco}). \left(1 + \frac{\%wf}{100}\right)$$

Agua Efectiva:

$$\text{agua en agregado grueso} = (\text{peso A. grueso seco}). \left(\frac{\%wg - \%ag}{100}\right) = X$$

$$\text{agua en agregado fino} = (\text{peso A. fino seco}). \left(\frac{\%wf - \%af}{100}\right) = Y$$

$$\text{Agua efectiva (lts)} = \text{agua de diseño} - (X + Y)$$

**j) cálculo de las proporciones en peso**

Cemento : agregado fino : agregado grueso / agua

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino humedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso humedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}}$$

**k) cálculo de las proporciones en volumen**

Datos necesarios:

- Peso unitario suelto del cemento (1500 kg m3).
- Pesos unitarios sueltos de los agregados fino y grueso (en condición de humedad a la que se ha determinado la dosificación en peso).

Volúmenes en estado suelto:

Cemento: 
$$\text{vol. cemento (m3)} = \frac{\text{peso cemento (kg)}}{\text{P.U. cemento } \left(\frac{1500\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

Agregado fino: 
$$\text{vol. A. fino (m3)} = \frac{\text{peso A.fino humedo (kg)}}{\text{P.U A.fino humedo } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

Agregado grueso: 
$$\text{vol. A. grueso (m3)} = \frac{\text{peso A.grueso humedo (kg)}}{\text{P.U A.grueso humedo } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

En el caso del agua, éste se calculará en litros por bolsa de cemento (Lts / Bls), se la siguiente manera:

$$\text{agua } \left(\frac{\text{lbs}}{\text{bls}}\right) = \frac{\text{cantidad de agua por m3 de c}^\circ}{\frac{\text{peso cemento por m3 de c}^\circ}{\text{peso cemento por bolsa (42.5)}}$$

Proporciones en volumen:

Cemento : agregado fino : agregado grueso / agua (Lts/Bls)

$$\frac{\text{Vol. cemento}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. fino}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. grueso}}{\text{Vol. cemento}} / \text{Agua (Lts/Bls)}$$

C : F : G / A

### I) cálculo de cantidades por tanda:

Datos necesarios:

Capacidad de la mezcladora.

Proporciones en volumen.

Cantidad de bolsas de cemento requerido:

$$\text{Cant. de bls de requerida} = \frac{(Capacidad mezcladora (pie^3))(0.0283 m^3)(Peso cemento (kg))}{Peso cemento por bolsa (42.5 kg)}$$

Eficiencia de la mezcladora:

Debido a que la mezcladora debe ser abastecida por un número entero de bolsas de cemento, la cantidad de bolsas de cemento por tanda será igual a un número entero menor a la cantidad de bolsas requerida por la mezcladora.

$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{\text{Cantidad de bolsas de cemento por tanda}}{\text{Cantidad de bolsas requerido}} \times 100$$

Volumen de concreto por tanda:

$$\text{Vol. de C}^\circ \text{ por tanda} = (Capacidad mezcladora (pie^3))(0.0283 m^3) \left( \frac{\text{Eficiencia (\%)}}{100} \right)$$

Teniendo las proporciones en volumen (C: F: G/A), calculamos las cantidades de materiales por tanda:

Cemento: bolsas.

Agregado fino: Cantidad de A. fino en 3 m.

Agregado grueso: Cantidad de A. grueso en 3 m.

Agua: Cantidad de agua en Lts.

## Ensayos

**Ensayo de trabajabilidad:** (prueba de revenimiento o asentamiento en el cono de Abrahams), Para realizar esta prueba se utilizó un molde en forma de cono truncado de 30 cm de altura, con un diámetro inferior en su base de 20 cm, y en la parte superior un diámetro de 10 cm. Para compactar el concreto se utilizó una barra de acero liso de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud y punta semiesférica, tal como se muestra en la figura:

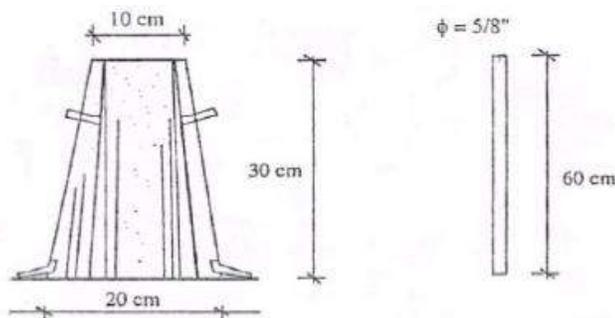


Figura N°01: Ensayo de trabajabilidad.

Fuente: (Abanto Castillo, 1994)

## Resistencia a compresión.

La resistencia a compresión se puede definir como la medida máxima de la resistencia al aplicar una carga axial a muestras de concreto, alcanzando la máxima resistencia a una edad de 28 días. Se pueden usar otras edades para las pruebas para ver el avance de la resistencia porque es importante saber la relación entre la resistencia a los 28 días y la resistencia en otras edades. La resistencia a los 7 días normalmente debería de alcanzar el

75 % de la resistencia de diseño y las resistencias a los 56 y 90 días son aproximadamente 10 % y 15% mayores que la resistencia a los 28 días.

La resistencia a compresión especificada se designa con el símbolo  $f'_c$ . La resistencia a compresión que el concreto logra, es en función de la relación agua-cemento (o relación agua, materiales cementantes), también depende mucho del curado o hidratación del concreto, de las condiciones ambientales y de la edad del concreto.

La determinación de la resistencia a compresión se obtiene a través de ensayos en probetas de concreto o mortero. La resistencia a compresión es una propiedad principalmente mecánica y muy usada en los cálculos para diseño de puentes, edificios y todo tipo de obra civiles.

### **Conductividad térmica.**

La conductividad térmica es el proceso de transferencia de energía térmica de las partes calientes a las partes menos calientes. este intercambio de energía ocurrirá hasta que la temperatura sea equilibrada en ambas partes

En otras palabras, la conductividad térmica es la capacidad que poseen los materiales para dejar pasar el calor, siendo una propiedad intrínseca de cada material, su valor depende mucho principalmente de la densidad del material, su temperatura y contenido de humedad.

- **Densidad del material.**

La densidad está asociada a la cantidad de poros que puede tener un determinado material. El aire quieto es uno de los elementos de más baja conductividad, por lo tanto, al disminuir la densidad se está aumentando la cantidad de poros disminuyendo la conductividad térmica. Pero esta tiene un límite (densidad óptima), para el cual a partir de cierto valor de densidad la conductividad aumenta debido a que en los poros que ya son de gran tamaño hay convección del aire en su interior.

- **Temperatura.**

Esta influye aumentando o disminuyendo la efectividad del traspaso de calor dado que cuanto más alta es mayor la conductividad debido al aumento de los choques de moléculas al aumentar su energía cinética y viceversa al bajar la temperatura.

- **Humedad.**

La presencia de agua en el material aumenta considerablemente su conductividad térmica dado su elevado calor específico y alta conductividad térmica. El agua es aproximadamente 20 veces más conductor térmico que el aire, con lo cual si los materiales absorben humedad empeora su capacidad de aislación.

Tabla N° 10 conductividad térmica de materiales de construcción.

MATERIAL	DENSIDAD	CONDUCTIVIDAD
lana mineral/vidrio suelta	80/140	0,035
	150/200	0,040
<b>Hormigón</b>	<b>2200</b>	<b>1,200</b>
Hormigón de cascote	1600	0,650
	1800	0,800
bloques cerámicos	730	0,320
mortero de cal y cemento	1900	0,600
mortero de cemento	2100	1,200
mortero de yeso	1000	0,650
<b>mortero para revoques</b>	<b>1800/2000</b>	<b>1,000</b>
mortero de vermiculita	450	0,160
<b>placas de yeso</b>	<b>700</b>	<b>0,280</b>
	900	0,350
tejas cerámicas	1650	0,650
balosas cerámicas	1750	0,700
vidrio	2700	0,700
hierro	7870	62
acero	7780	45
fundición	7500	48
aluminio	2700	200
aire	3	0,022
agua	1000	0,500

Fuente: <https://www.arquimaster.com.ar/articulos/articulo410.htm>

### **Definición de la planta de maíz.**

Esta investigación se trabajó con Plantas de Maíz cultivadas en el departamento de Ancash esta planta tiene un crecimiento rápido, el tallo es simple, rígido y sólido. Presenta hojas de aproximadamente 1 m de longitud y hasta 10 cm de ancho, ásperas cuando lo palpas.

([https://es.wikipedia.org/wiki/Zea\\_mays](https://es.wikipedia.org/wiki/Zea_mays)), el maíz pertenece al reino de las plantas es una gramínea anual originaria y domesticada por los pueblos indígenas en el centro de México, nombre científico del maíz es *zea mays*, esta planta puede llegar a medir desde 1.20 m. a 3 m. De largo.



Figura N°02: Rastrojo de maíz.

Fuente: El autor.

### **Clasificación**

Según (Galicia Perez & Velasquez Curo, 2016), La planta de maíz se encuentra clasificada como:

- Reino : vegetal.
- División : espermatofitas.
- Subdivisión : angiospermas.
- Familia : gramíneas.
- Género : *Zea*.
- Especie : *mays*

### **Descripción botánica**

La planta de maíz, al pertenecer a la familia de las gramíneas posee características definidas, las cuales podemos denotar a continuación:

**Raíces.**

Fasciculadas y robustas, permite un anclaje perfecto y aporte adecuado de nutrientes.

**Tallo.**

Posee aspecto de caña, con entrenudos rellenos de una médula esponjosa, erecto, sin ramificaciones, puede llegar a medir de 1.20 metros a 3 metros

**Hojas.**

Son alternas, paralelinervias, abrazadas al tallo y repleto de vellosidades con extremos afilados y cortantes; el número de hojas depende de la variedad, del ciclo y la época de siembra llega a poseer de 10 – 25 hojas.

### **Secado de la planta de maíz.**

Se junto la planta de maíz dentro de la misma área de cosecha, para proceder a su respectivo secado natural por acción de luz solar, después del secado se procedió a transportar al lugar de pre quemado.

### **Incineración del rastrojo de maíz.**

El proceso de incineración de la planta de maíz controlado se determinó según el análisis térmico diferencial ya que esta nos indicó la temperatura de calcinación más óptima para alcanzar un material adecuado.

### **Molienda y tamizado.**

Después del quemado se procedió a someter el material a un proceso de molienda con el fin de homogenizar la muestra, El propósito de esta fue lograr que la ceniza adquiriera un grado de finura parecido al material a sustituir que es el cemento seguidamente de este proceso se tamizo para asemejar al material a sustituir.

### Definición de ceniza de rastrojo de maíz.

(Galicía Pérez & Velásquez Curo, 2016), expresan en su tesis “El rastrojo se llama en sí a la planta seca; al ser calcinado a 400°C alcanza un nivel de composición de Caolinita ( $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ),  $\text{Na}_4\text{Ca}(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{KCa}(\text{PO}_3)_3$ ; y sanidina ( $\text{Na},\text{kAlSi}_3\text{O}_8$ ); que tienen alta composición de puzolana”.



Figura N°03: Ceniza de rastrojo de maíz.

Fuente: El autor.

### Composición química

Tabla N°11: composición química de ceniza de rastrojo de maíz.

COMPONENTE	SIMBOLOGÍA	PORCENTAJE EXISTENTE
SILICIO	( $\text{SiO}_2$ )	70.20%
ALUMINIO	( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	0.88%
CALCIO	( $\text{CaO}$ )	5.10%

Fuente: (Galicía Pérez & Velásquez Curo, 2016).

### Huevo.

El huevo es un alimento derivado de las aves de corral, éste se conoce como uno de los alimentos más ricos en nutrientes proveniente de un animal está protegido por una cáscara de colágeno natural y es un alimento versátil que puede ser utilizado para cocinar una gran variedad de comidas.

### Características y estructura del huevo.

Se considera como alimento primordial en la dieta alimenticia, su estructura está constituida por una piel resistente y deformable, sometida a una presión interna. Está formado por tres constituyentes básicos:

- La cáscara: representa en promedio alrededor del 10%
- Clara: representa alrededor del 57%.
- Yema: alrededor de 1/3 (33%).

Caracterización de la cáscara del huevo:

Tabla N° 12: caracterización de la cascara de huevo.

Propiedades	Fórmula química	% huevo blanco	% huevo marrón
<b>Características químicas</b>			
Carbonato de calcio	CaCO <sub>3</sub>	94	96 -97
Cloruro	CL-	0,058	0,033
Sulfato	SO <sub>4</sub> 2-	0,034	0,022
Azufre	S	0,067	0,063
Materia orgánica	-	6,0	3,4
Calcita en la membrana	CaCO <sub>3</sub>	97.8	98.3
Carbonato de magnesio	MgCO <sub>3</sub>	0.98	1.30
Fosfato cálcico	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	0,5	0.8
Pérdida por la ignición (g)	-	0.028	0.067

Fuente: (Reiban Ojeda, 2017)

### **Incineración de la cáscara de huevo.**

El proceso de incineración de la cáscara de huevo se realizó según el análisis térmico diferencial ya que esta nos indicó la temperatura de calcinación más óptima para alcanzar un material adecuado y aprovechar sus componentes químicos.

### **Molienda y tamizado**

Se procedió a someter el material a un proceso de molienda y el tamizado con el fin de homogenizar el material, el propósito fue lograr que la cascara de huevo adquiriera un grado de finura parecido al material a sustituir que es el cemento.

### **Variables**

Tabla N° 13: Variable dependiente.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR	FACTOR A MEDIR
Resistencia a la compresión de un concreto	La medida máxima de la resistencia al aplicar una carga axial a especímenes de concreto	Es el esfuerzo máximo que puede soportar una muestra de concreto bajo una carga axial	kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días
Conductividad térmica de un concreto	La conductividad térmica es una propiedad de transporte pues indica el transporte de energía en un sólido o un fluido	Mide la diferencia de temperatura de muestras de diferentes materiales	w/mk	Conductividad térmica del concreto experimental

Fuente: El autor.

Tabla N° 14: Variable independiente.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Sustitución del cemento por ceniza de rastrojo de maíz y cascara de huevo	De acuerdo a la composición química el cemento está compuesto en un 90% por silicio y calcio se trata de sustituir estos compuestos con materiales que contengan mismo compuesto químico.	Sustitución del cemento en 10% y 20% por ceniza de rastrojo de maíz y cascara de huevo para crear un concreto con nuevos materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Sustitución de 10%:</b> 2.5% de ceniza de rastrojo de maíz y 7.5% de cascara de huevo</li> <li>▪ <b>Sustitución de 20%:</b> 5% de ceniza de rastrojo de maíz y 15% de cascara de huevo</li> </ul>

Fuente: El autor.

Fue planteada la hipótesis de la siguiente manera:

La sustitución del cemento por la combinación de ceniza de rastrojo de maíz y cáscara de huevo en 10% y 20% mejoraría su resistencia a compresión y conductividad térmica del concreto.

### **Objetivo general.**

Determinar la resistencia y conductividad térmica de un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo cemento en 10% y 20% por la combinación de ceniza de rastrojo de maíz y cáscara de huevo.

### **Objetivos específicos.**

- Determinar temperatura de calcinación mediante el análisis térmico diferencial de la ceniza de rastrojo de maíz y cáscara de huevo.
- Determinar la composición química mediante fluorescencia de rayos X de la ceniza de rastrojo de maíz y cáscara de huevo.

- Determinar pH de la ceniza de rastrojo de maíz, cáscara de huevo y las combinaciones.
- Determinar el peso específico de la ceniza de rastrojo de maíz, cáscara de huevo y de la combinación.
- Determinar la relación de agua/cemento del concreto patrón y experimentales.
- Determinar la conductividad térmica a los 28 días del concreto patrón y experimentales.
- Determinar la resistencia a compresión del concreto patrón y experimentales, analizar y comparar los resultados.

## II. METODOLOGÍA.

El tipo de investigación fue aplicada porque los resultados fueron de conocimientos para la solución de problemas relacionados con las propiedades del concreto que son la resistencia a compresión y la conductividad térmica también es explicativa porque nos permitió observar el comportamiento de las sustituciones en 10% y 20% del cemento.

El diseño de investigación fue experimental por qué consistió en alterar el valor de una variable (independiente) y observar su efecto en la otra variable (dependiente), con la finalidad de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento en particular si alteramos la variable.

DIAS DE CURADO	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO PATRON Y CONCRETO CON ADICION DE CENIZA DE RASTROJO DE MAIZ Y CASCARA DE HUEVO EN 10% Y 20%		
	0%	10%	20%
7			
			
			
14			
			
			
28			
			
			

Figura N° 04: Esquema de investigación para resistencia a compresión.

Fuente: El autor.

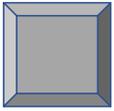
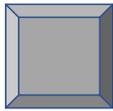
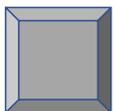
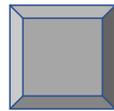
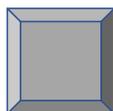
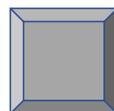
DIAS DE CURADO	CONDUCTIVIDAD TERMICA DE UN CONCRETO PATRON Y CONCRETO CON SUSTITUCION DE CENIZA DE RASTROJO DE MAIZ Y CASCARA DE HUEVO EN 10% Y 20%			
	SUTITUCION	0%	10%	20%
28 DIAS				
				

Figura N° 05: Esquema de investigación para conductividad térmica.

Fuente: El autor.

La población estuvo conformada por conjunto de probetas de concreto de  $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$  y concreto con sustitución 10% (2.5% ceniza de rastrojo de maíz + 7.5% ceniza de cáscara de huevo) al peso del cemento y sustitución de 20% (5% ceniza de rastrojo de maíz + 15% ceniza de cáscara de huevo) al peso del cemento, elaborados con agregados de la cantera Rolan - Tallan - Huaraz.

Las muestras fueron conformadas por 9 probetas patrón de  $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ , 9 probetas de concreto con sustitución de 10% respecto al peso del cemento y otras 9 probetas con sustitución de 20% respecto al peso del cemento, para su rotura a compresión para los 7, 14 y 28 días de curado, también realizamos de cubos de concreto de 5 cm. por 5 cm. para el ensayo de conductividad térmica a los 28 días de curado del concreto patrón y experimentales.

### Técnicas e instrumentos de investigación.

Tabla N° 15: Técnicas e instrumentos.

técnica	instrumento
Observación	guía de observación
	fichas técnicas del laboratorio

Fuente: El autor.

Se aplicó como técnica la observación ya que el resultado de cada ensayo debe ser registrado en forma cuidadosa. Todo lo observado se debe poner por escrito, y como instrumentos fueron las fichas técnicas de los laboratorios porque nos permitió elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos.

**La recolección, proceso y análisis de esta investigación fue:**

**Extracción y pre quemado del rastrojo de maíz y cáscara de huevo**

La planta de maíz se extrajo en la misma área de cosecha en Carhuaz para su secado natural por acción de la luz solar, después del secado se procedió al pre quemado en cilindros para que no haya desperdicios de la ceniza y la cáscara de huevo se pidió juntar junto a los restaurantes, amigos y familiares.

**Análisis térmico diferencial (ATD).**

Se realizó en la Universidad Nacional de Trujillo en laboratorio de polímeros sirvió para conocer la temperatura óptima de calcinación y así activar las propiedades químicas del material. Después de la calcinación del material se procedió a pasar por el tamiz N° 200 con el fin de homogenizar la muestra tanto el rastrojo de maíz y cáscara de huevo, El propósito fue lograr que la ceniza adquiriera un grado de finura similar al material a sustituir que es el cemento.

### **Florescencia de rayos X (FRX).**

Este ensayo se realizó para determinar la composición química de la ceniza de rastrojo de maíz y cáscara de huevo, se realizó en la facultad de ciencias físicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima, laboratorio de Arqueometria.

### **Ensayos de pH.**

este ensayo se practicó a la ceniza de rastrojo de maíz, ceniza de cáscara de huevo también se realizó para la combinación de 90% de cemento más 2.5% de ceniza de rastrojo de maíz más 7.5% de cáscara de huevo y para la combinación de 80% de cemento más 5% de ceniza de rastrojo de maíz más 15% de cáscara de huevo, se realizó para medir la intensidad ácida o alcalina del material, en la universidad nacional Santiago Antúnez de Mayolo facultad de ciencias agrarias laboratorio de suelos y aguas.

### **Ensayos de peso específico.**

El peso específico se realizó por desplazamiento al material de ceniza de rastrojo de maíz, ceniza de cáscara de huevo también se realizó para la combinación de 90% de cemento más 2.5% de ceniza de rastrojo de maíz más 7.5% de cáscara de huevo y para la combinación de 80% de cemento más 5% de ceniza de rastrojo de maíz más 15% de cáscara de huevo, se realizó en el laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales de la Universidad San Pedro – Huaraz.

### **Agregados.**

Se realizó la recolección de los agregados fino y grueso de las canteras Rolan - Tacllan - Huaraz para la elaboración de las muestras, se trasladó al laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales de la Universidad San Pedro – Huaraz.

Se realizaron los siguientes ensayos:

- Contenido de humedad.
- Análisis granulométrico
- Peso específico y absorción.
- Peso unitario suelto y compactado.

## **Elaboración de probetas patrón y experimentales**

Previo a la elaboración de las muestras se realizó el diseño de mezcla por el método ACI, para un concreto patrón de 210 kg/cm<sup>2</sup> y concreto sustituyendo en 10% (7.5% de cáscara de huevo y 2.5% de ceniza de rastrojo de maíz) y 20% (15% de cáscara de huevo y 5% de ceniza de rastrojo de maíz) respecto al peso del cemento.

### **Concreto patrón**

Se realizó un concreto patrón de 210 kg/cm<sup>2</sup>, con agregados de Tacllan y cemento sol, los procedimientos fueron:

- 1) Pesar materiales del concreto según las proporciones del diseño de mezcla.
- 2) Mezclar los materiales se realizó con una pala.
- 3) Se realizó el slum para el concreto patrón que fue 3.3 pulg.
- 4) Se colocó la mezcla en los moldes en tres capas varillando 25 veces por capa y con golpes al contorno de los moldes con un martillo de goma para eliminar burbujas de aire.
- 5) Se elaboró muestras de cubos de 5 cm. Por 5 cm. Para el ensayo de conductividad térmica.
- 6) Luego de 24 horas se realizó el desencofrado de las muestras.
- 7) Curado de probetas se realizó sumergiendo las muestras en agua hasta el día del ensayo.

### **Concreto experimental 10% de sustitución**

Se realizó un concreto experimental sustituyendo el 10% del peso del cemento de un concreto convencional por la combinación de ceniza de rastrojo de maíz en 2.5% más cáscara de huevo en 7.5%, los procedimientos fueron:

- 1) Pesar materiales del concreto según las proporciones del diseño de mezcla (cemento, agregados, ceniza de rastrojo de maíz, ceniza de cascara de huevo, agua)
- 2) Mezclar los materiales se realizó con una pala.

- 3) Se realizó el slum para el concreto con sustitución de 10% que fue 3.1 pulg.
- 4) Se colocó la mezcla en los moldes en tres capas varillando 25 veces por capa y con golpes al contorno de los moldes con un martillo de goma para eliminar burbujas de aire.
- 5) Se elaboró muestras de cubos de 5 cm. Por 5 cm. Para el laboratorio de conductividad térmica.
- 6) Luego de 24 horas se realizó el desencofrado de las muestras.
- 7) Curado de probetas se realizó sumergiendo las muestras en agua hasta el día del ensayo.

### **Concreto experimental 20% de sustitución**

Se realizó un concreto experimental sustituyendo el 10% del peso del cemento de un concreto convencional por la combinación de ceniza de rastrojo de maíz en 5% más cáscara de huevo en 15%, los procedimientos fueron:

- 1) Pesar materiales del concreto según las proporciones del diseño de mezcla (cemento, agregados, ceniza de rastrojo de maíz, ceniza de cascara de huevo, agua)
- 2) Mezclar los materiales se realizó con una pala.
- 3) Se realizó el slum para el concreto con sustitución de 10% que fue 2.8 pulg.
- 4) Se colocó la mezcla en los moldes en tres capas varillando 25 veces por capa y con golpes al contorno de los moldes con un martillo de goma para eliminar burbujas de aire.
- 5) Se elaboró muestras de cubos de 5 cm. Por 5 cm. Para el laboratorio de conductividad térmica.
- 6) Luego de 24 horas se realizó el desencofrado de las muestras.
- 7) Curado de probetas se realizó sumergiendo las muestras en agua hasta el día del ensayo.

**Ensayo de resistencia a compresión.**

El ensayo de resistencia a compresión se realizó en la universidad San Pedro – Huaraz laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales para las edades de 7, 14 y 28 días de curado según la norma ASTM C-39, métodos de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

**Ensayos de conductividad térmica.**

Se realizaron en el laboratorio de películas delgadas y caracterización de materiales de la facultad de ciencias de la Universidad de Ingeniería – Lima, según la norma ASTM D7984, método de prueba estándar para la medición de la efusividad térmica de los tejidos utilizando un instrumento de fuente de plano transitorio modificado.

### III. RESULTADOS.

#### Análisis térmico diferencial (ATD).

##### Cáscara de huevo.

Este ensayo se practicó para conocer la temperatura de calcinación más óptima, para aprovechar su composición química.

Se aplicó dos ensayos:

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/Análisis térmico diferencial DTA.
- Análisis termo gravimétrico TGA.

Como se observa en la figura hay una importante estabilidad térmica a los 700°C después el material comienza a descomponerse y pierde un 44% de su masa inicial y a los 910°C aproximadamente muestra un pico de absorción térmico intenso indicando un posible cambio en las características del material.

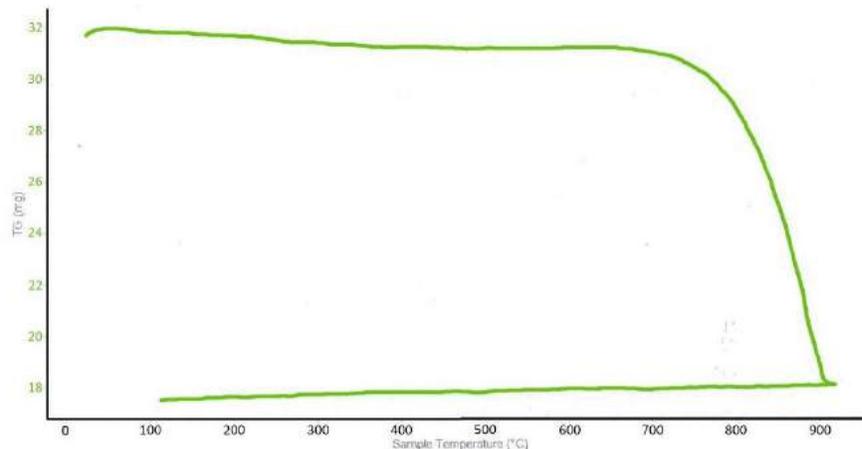


Figura N° 06: Curva de pérdida de masa – Análisis termo gravimétrico de cascara de huevo.

Fuente: Laboratorio de polímeros – Universidad Nacional de Trujillo.

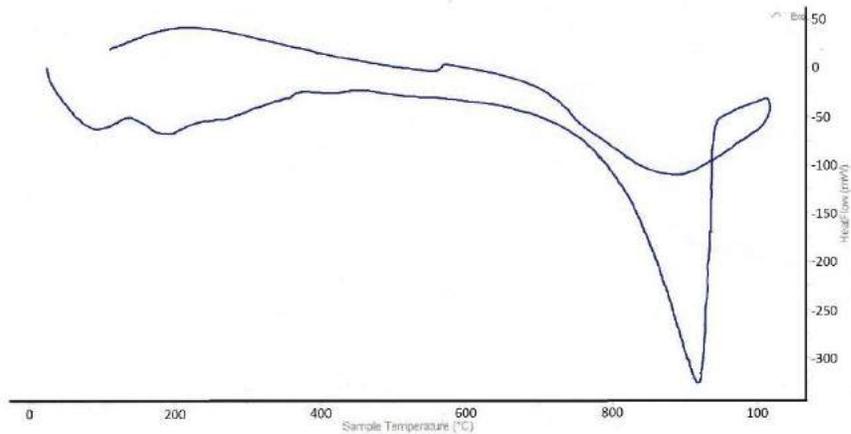


Figura N° 07: Curva de pérdida de masa – Análisis termo gravimétrico de ceniza de rastrojo de maíz.

Fuente: Laboratorio de polímeros – Universidad Nacional de Trujillo.

### Ceniza de rastrojo de maíz.

Como se observa en la figura hay una importante estabilidad térmica hasta en 250°C a 300°C después el material comienza a descomponerse y pierde un 74% de su masa inicial y a los 350°C aproximadamente muestra un pico de absorción térmico intenso indicando un posible cambio en las características del material.

Curva de pérdida de masa – Análisis termo gravimétrico.

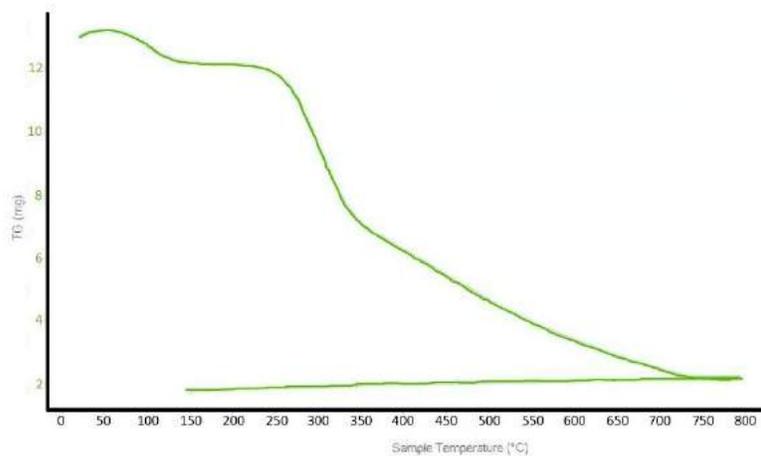


Figura N° 08: Curva calorimétrica ATD – rastrojo de maíz.

Fuente: Laboratorio de polímeros – Universidad Nacional de Trujillo.

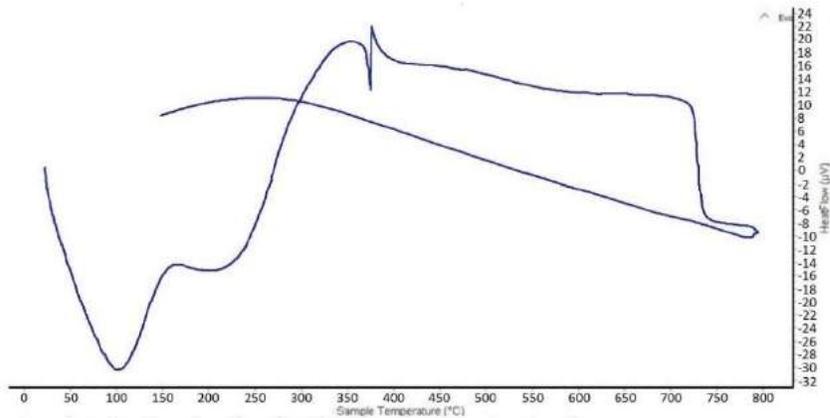


Figura N° 09: Curva calorimétrica ATD.

Fuente: Laboratorio de polímeros – Universidad Nacional de Trujillo.

### Florescencia de rayos X (FRX) de cáscara de huevo.

Tabla N° 16: composición química de ceniza de cáscara de huevo.

Óxido	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.202
SiO <sub>2</sub>	2.712
SO <sub>2</sub>	0.436
ClO <sub>2</sub>	0.293
K <sub>2</sub> O	0.216
CaO	88.801
MnO	0.004
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.062
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.014
CuO	0.763
ZnO	0.381
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.005
SrO	0.093
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.001
ZrO <sub>2</sub>	0.007
Total	100.00

Fuente: Laboratorio de arqueometria – Universidad Mayor de San Marcos.

Tabla N° 17: composición química de ceniza de rastrojo de maíz.

Óxido	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.651
SiO <sub>2</sub>	36.259
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5.609
SO <sub>2</sub>	2.149
ClO <sub>2</sub>	9.066
CaO	3.442
K <sub>2</sub> O	25.742
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.504
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.010
CuO	0.710
ZnO	0.668
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.009
SrO	0.012
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.004
ZrO <sub>2</sub>	0.004
TiO <sub>2</sub>	0.028
MnO	0.116
Rb <sub>2</sub> O	0.006
Total	100.00

Fuente: Laboratorio de arqueometría – Universidad Mayor de San Marcos.

### Resultado de análisis de pH.

Se realizó ensayos para conocer su potencial de Hidrogeno.

Tabla N° 18: Potencial Hidrogeno de los materiales a experimentar.

materiales	pH.
cemento	12.4
ceniza de rastrojo de Maíz	11.26
ceniza de cascara de Huevo	10.24
90% cemento + 10% (3 CCH + 1 CRM)	12.33
80% cemento + 20% (3 CCH + 1 CRM)	12.24

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos y aguas – UNASAM.

### **Peso específico.**

De los ensayos de laboratorio se obtuvo los siguientes pesos específicos para los materiales a experimentar.

Tabla N° 19: Pesos específicos de los materiales a experimentar.

materiales	peso específico
Cemento.	3.15
Ceniza de rastrojo de Maíz.	2.96
Ceniza de cascara de Huevo.	3.64
90% cemento + 10% (3 CCH + 1 CRM).	3.17
80% cemento + 20% (3 CCH + 1 CRM).	3.23

Fuente: laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales - USP

### **Diseño de mezcla concreto patrón $F'c=210$ kg/cm<sup>2</sup>.**

#### **Materiales**

Cemento:

- Tipo I “sol”
- Peso específico.....3.15

Agua:

- Potable, de la zona.

Agregado Fino: cantera Tacllan - Rolan

- Peso específico de masa 2.69
- Peso unitario suelto 1635 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1752 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 3.6 %
- Absorción 1.94 %
- Módulo de fineza 2.90

Agregado grueso: cantera Tacllan - Rolan

- Piedra, perfil angular
- Tamaño máximo nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2.76

- Peso unitario suelto                    1484 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado            1584 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad                0.76 %
- Absorción                                0.88 %

#### Selección del asentamiento

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3” a 4”.

#### Volumen unitario del agua

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3” a 4”, sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4” el volumen unitario de agua es de 205 lt/m<sup>3</sup>.

#### Relación de agua – cemento

Se obtiene una relación agua – cemento de 0.684

#### FACTOR DE CEMENTO

$$F.C : 205 / 0.684 = 299.71 \text{ kg/cm}^3 = 7.05 \text{ bolsas / m}^3$$

#### valores de diseño corregidos

Cemento .....	299.71 kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	191.540 kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	912.8507 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	980.8966 kg/m <sup>3</sup>

#### Proporciones en peso

$$\frac{299.71}{299.71} : \frac{912.8507}{299.71} : \frac{980.8966}{299.71}$$

1 : 3.05 : 3.27 : 27.16 lts /bolsa

Proporciones en volumen

1 : 3.45 : 3.71 : 27.16 lts /bolsa

**Diseño de mezcla para sustitución de 10% de cemento por la combinación de 7.5% cáscara de huevo y 2.5% ceniza de rastrojo de maíz.**

### **Materiales**

Cemento:

- tipo i “sol”
- peso específico.....3.15

Agua:

- potable, de la zona.

Agregado fino: cantera Tacllan - Rolan

- peso específico de masa 2.69
- peso unitario suelto 1635 kg/m<sup>3</sup>
- peso unitario compactado 1752 kg/m<sup>3</sup>
- contenido de humedad 3.6 %
- absorción 1.94 %
- módulo de fineza 2.9

Agregado grueso: cantera Tacllan - Rolan

- piedra perfil angular
- tamaño máximo nominal 3/4"
- peso específico de masa 2.76
- peso unitario suelto 1484 kg/m<sup>3</sup>
- peso unitario compactado 1584 kg/m<sup>3</sup>
- contenido de humedad 0.76 %
- absorción 0.88 %

### Selección del asentamiento

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4".

### Volumen unitario del agua

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" el volumen unitario de agua es de 205 lt/m<sup>3</sup>

### Relación de agua – cemento

Se obtiene una relación agua – cemento de 0.697

### Volúmenes absolutos

cemento .....	(m <sup>3</sup> )	0.086
2.5% ceniza de rastrojo de maíz.....	(m <sup>3</sup> )	0.0024
7.5% cáscara de huevo.....	(m <sup>3</sup> )	0.0071
agua efectiva.....	(m <sup>3</sup> )	0.205
agregado fino.....	(m <sup>3</sup> )	0.328
agregado grueso.....	(m <sup>3</sup> )	0.352
aire.....	(m <sup>3</sup> )	0.020
		<hr/>
		1.000 m <sup>3</sup>

### Pesos secos

cemento .....	269.32	kg/m <sup>3</sup>
2.5% ceniza de rastrojo de maíz.....	7.0301	kg/m <sup>3</sup>
7.5% cáscara de huevo.....	25.935	kg/m <sup>3</sup>
agua efectiva.....	205.00	kg/m <sup>3</sup>
agregado fino.....	881.13	kg/m <sup>3</sup>
agregado grueso.....	972.34	kg/m <sup>3</sup>

Pesos corregidos por humedad

cemento .....	269.32 kg/m <sup>3</sup>
2.5% ceniza de rastrojo de maíz.....	7.0301 kg/m <sup>3</sup>
7.5% cáscara de huevo.....	25.935 kg/m <sup>3</sup>
agua efectiva.....	191.54 kg/m <sup>3</sup>
agregado fino.....	912.85 kg/m <sup>3</sup>
agregado grueso.....	980.89 kg/m <sup>3</sup>

proporciones en peso

$$\frac{269.325}{269.325} : \frac{7.0301}{269.325} : \frac{25.935}{269.325} : \frac{912.851}{269.325} : \frac{980.897}{269.325}$$

$$1 : 0.026 : 0.096 : 3.389 : 3.642 : 29.04 \text{ lts /bolsa}$$

**Diseño de mezcla para sustitución de 20% de cemento por la combinación de 15% cáscara de huevo y 5% ceniza de rastrojo de maíz.**

Cemento:

- tipo i “sol”
- peso específico.....3.15

Agua:

- potable, de la zona.

Agregado fino: cantera Tacllan - Rolan

- peso específico de masa 2.69
- peso unitario suelto 1635 kg/m<sup>3</sup>
- peso unitario compactado 1752 kg/m<sup>3</sup>
- contenido de humedad 3.6 %
- absorción 1.94 %

- módulo de fineza 2.9

Agregado grueso: cantera Tacllan - Rolan

- piedra perfil angular
- tamaño máximo nominal 3/4"
- peso específico de masa 2.76
- peso unitario suelto 1484 kg/m<sup>3</sup>
- peso unitario compactado 1584 kg/m<sup>3</sup>
- contenido de humedad 0.76 %
- absorción 0.88 %

Selección del asentamiento

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4".

Volumen unitario del agua

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" el volumen unitario de agua es de 205 lt/m<sup>3</sup>

Relación de agua – cemento

se obtiene una relación agua – cemento de 0.715

Volúmenes absolutos

cemento .....	(m <sup>3</sup> )	0.076
5% ceniza de rastrojo de maíz.....	(m <sup>3</sup> )	0.0048
15% cáscara de huevo.....	(m <sup>3</sup> )	0.0143
agua efectiva.....	(m <sup>3</sup> )	0.205
agregado fino.....	(m <sup>3</sup> )	0.328

agregado grueso.....	(m <sup>3</sup> )	0.352
aire.....	(m <sup>3</sup> )	0.020
		1.000 m <sup>3</sup>

Pesos secos

cemento .....	239.40	kg/m <sup>3</sup>
5% ceniza de rastrojo de maíz.....	14.060	kg/m <sup>3</sup>
15% cáscara de huevo.....	51.870	kg/m <sup>3</sup>
agua efectiva.....	205.00	kg/m <sup>3</sup>
agregado fino.....	881.13	kg/m <sup>3</sup>
agregado grueso.....	972.34	kg/m <sup>3</sup>

Pesos corregidos por humedad

cemento .....	239.40	kg/m <sup>3</sup>
5% ceniza de rastrojo de maíz.....	14.060	kg/m <sup>3</sup>
15% cáscara de huevo.....	51.870	kg/m <sup>3</sup>
agua efectiva.....	191.54	kg/m <sup>3</sup>
agregado fino.....	912.85	kg/m <sup>3</sup>
agregado grueso.....	980.89	kg/m <sup>3</sup>

Proporciones en peso

$$\frac{239.400}{239.400} : \frac{14.060}{239.400} : \frac{51.870}{239.400} : \frac{912.851}{239.400} : \frac{980.897}{239.400}$$

$$1 : 0.059 : 0.217 : 3.813 : 4.097 : 31.87 \text{ lts /bolsa}$$

Resultados de ensayo de resistencia a compresión de concreto patrón.

Tabla N° 20: Resultados de ensayo de resistencia a compresión del concreto patrón.

probeta	días de curado	peso	diámetro	altura	Carga	resistencia kg/cm <sup>2</sup>	% resistencia alcanzada
p-1	7	12.70	15.10	30.00	29086	161.90	77.12
p-2	7	12.85	15.20	30.03	29851	166.21	79.15
p-3	7	13.01	15.20	30.40	29798	165.91	79.01
p-4	14	13.12	15.10	30.00	35260	196.33	93.49
p-5	14	12.95	15.20	30.30	36106	201.04	95.73
p-6	14	12.89	15.00	31.00	35952	200.18	95.32
p-7	28	13.20	15.00	30.06	39527	220.08	104.80
p-8	28	12.89	15.10	30.50	38971	216.99	103.33
p-9	28	13.15	15.20	30.00	39378	219.25	104.41

Fuente: laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales - USP

Resistencias promedio según días de curado del concreto patrón.

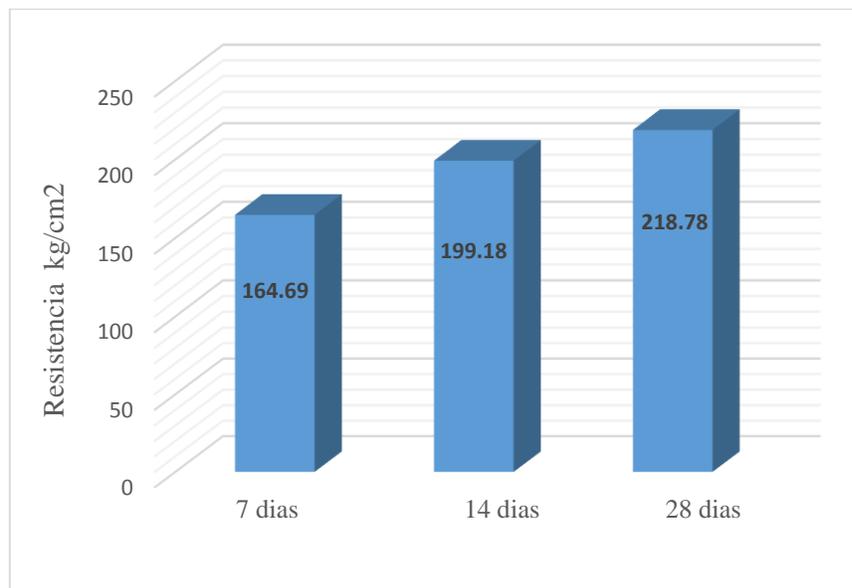


Figura N° 10: resistencia a compresión de concreto patrón.

Fuente: El autor.

Resultados de ensayo a compresión de concreto con sustitución de 10% por la combinación de 7.5% cáscara de huevo y 2.5% ceniza de rastrojo de maíz.

Tabla N° 21: Resultados de ensayo de resistencia a compresión del concreto con sustitución de 10%

probeta	días de curado	peso	diámetro	altura	Carga	resistencia kg/cm <sup>2</sup>	% resistencia alcanzada
10%-1	7	12.69	15.20	30.00	22381	124.62	59.34
10%-2	7	12.48	15.10	31.00	24014	133.71	63.67
10%-3	7	12.31	15.04	30.00	23219	129.28	61.56
10%-4	14	12.70	15.00	31.50	31405	174.86	83.27
10%-5	14	12.61	15.12	32.00	30691	170.89	81.37
10%-6	14	12.35	15.00	30.00	30974	172.46	82.12
10%-7	28	12.87	15.10	30.00	38526	214.51	102.15
10%-8	28	12.69	15.20	30.50	37291	207.63	98.87
10%-9	28	12.74	15.10	31.00	36496	203.21	96.77

Fuente: laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales – USP

Resistencias promedio según días de curado del concreto con sustitución de 10%.

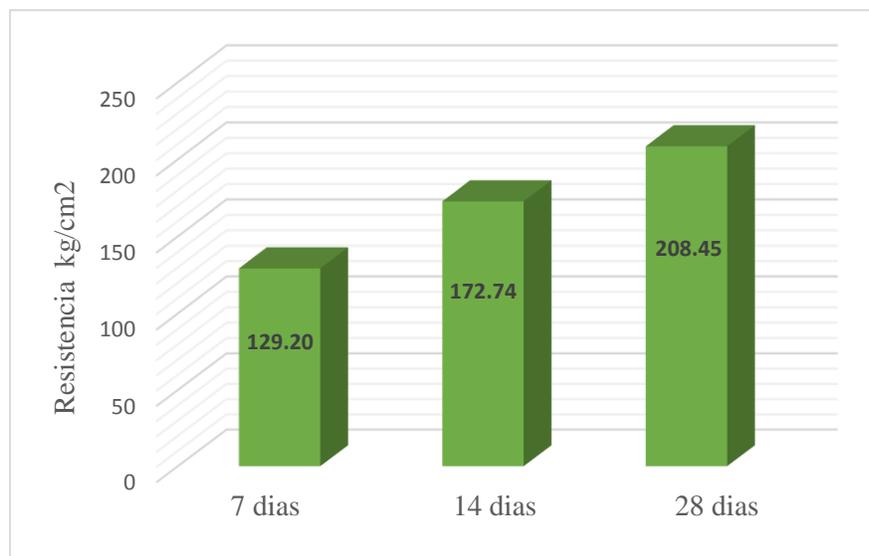


Figura N° 11: resistencia a compresión de concreto con sustitución de 10%

Fuente: El autor.

Resultados de ensayo de resistencia a compresión de concreto con sustitución de 20% por la combinación de 15% cascara de huevo y 5% ceniza de rastrojo de maíz.

Tabla N° 22: Resultados de ensayo de resistencia a compresión del concreto con sustitución de 20%

probeta	días de curado	peso	diámetro	altura	Carga	resistencia kg/cm <sup>2</sup>	% resistencia alcanzada
20%-1	7	12.20	15.15	30.13	20891	116.32	55.39
20%-2	7	12.29	15.00	30.00	20614	114.78	54.66
20%-3	7	12.16	15.00	30.07	20419	113.69	54.14
20%-4	14	12.37	15.12	30.00	29605	164.84	78.49
20%-5	14	12.51	15.22	32.00	29970	166.87	79.46
20%-6	14	12.26	15.10	30.10	30454	169.57	80.75
20%-7	28	12.61	15.00	30.00	36789	204.84	97.54
20%-8	28	12.83	15.14	30.20	36983	205.92	98.06
20%-9	28	12.36	15.20	31.00	35999	200.44	95.45

Fuente: laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales - USP

Resistencia promedio según días de curado de concreto con sustitución de 20%.

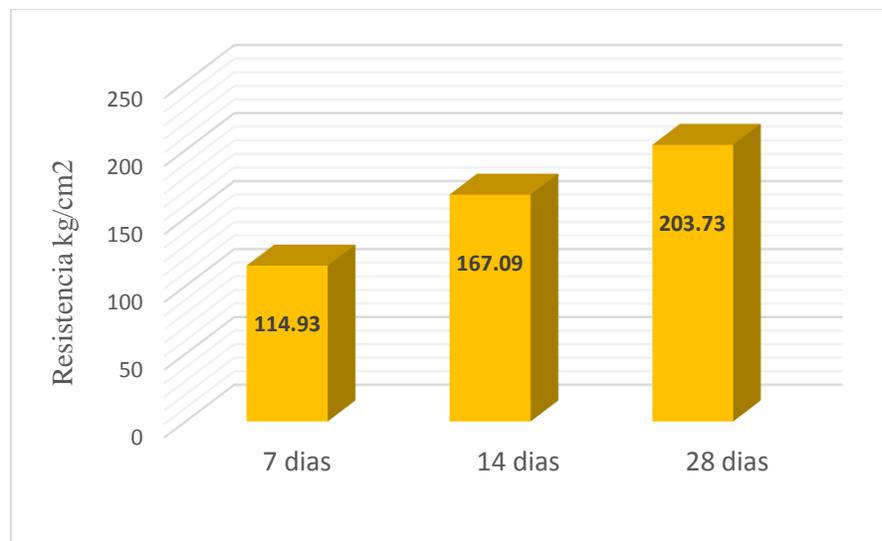


Figura N° 12: resistencia a compresión de concreto con sustitución de 20%

Fuente: El autor.

Tabla N° 23: Resistencia adquirida según días de curado.

Días de curado	Muestra	f'c=kg/cm2	Resistencia promedio adquirido	% optimo
7 días	patrón	164.67	78.42%	70% - 85%
	10%	129.20	61.52%	
	20%	114.93	54.73%	
14 días	patrón	199.18	94.85%	85% - 95%
	10%	172.74	82.26%	
	20%	167.09	79.57%	
28 días	patrón	218.78	104.18%	95% - 100%
	10%	208.45	99.26%	
	20%	203.73	97.02%	

Fuente: El autor.

Tabla N° 24: Resistencias a la compresión de probetas de concreto con una sustitución de cemento por una combinación de cáscara de huevo más ceniza de rastrojo de maíz según días de curado

Días de curado	Resistencia de concreto con cáscara de huevo más rastrojo de maíz		
	0%	7.5% + 2.5%	15% + 5%
7	164,7	129,2	114,9
14	199,2	172,7	167,1
28	218,8	208,5	203,7

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP

En la tabla N° 24 se puede apreciar que las resistencias a la compresión de las probetas de concreto son mayores a los 28 días de curado y menores resistencias se presentan a los 7 días de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk (con un  $p > 0.05$  para cada tratamiento) y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene ( $p = 0.769$  y  $p > 0.05$ ) de las resistencias medias obtenidas en las probetas de

concreto en cada tratamiento (sustitución de cemento por una combinación de cáscara de huevo más ceniza de rastrojo de maíz) se procedió a realizar la prueba ANOVA

Tabla N° 25: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas de concreto con una combinación de cáscara de huevo más ceniza de rastrojo de maíz.

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig
Cáscara de huevo + ceniza de rastrojo de maíz	1694,042	2	847,021	10,331	,026
Días de curado	8309,876	2	4154,938	50,680	,001
Error	327,938	4	81,984		
Total	10331.856	8			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP.

En la tabla N° 26 se puede visualizar que para la sustitución del cemento por una combinación de cáscara de huevo más ceniza de rastrojo de maíz (en un porcentaje de 0%, 10% y 20% el  $p\text{-value} < (p=0.026, p<0.05)$  entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ : resistencias medias iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en  $\text{kg}/\text{cm}^2$  logradas en las probetas de concreto, con sustitución del cemento, por una combinación de cáscara de huevo más ceniza de rastrojo de maíz, en 0%, 10% y 20% son diferentes. Es decir, existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de las probetas de concreto.

También se tienen que para los días de curado  $p\text{-value} (p=0.001, p 0.05)$  entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas de concreto son diferentes a consecuencia de los días de curado (existe un efecto significativo de los días de curado en las resistencias medias).

Tabla N° 26: Calculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de las resistencias a la compresión de las probetas de concreto es diferente.

Cáscara de huevo + ceniza de rastrojo de maíz	Subconjunto para alfa = 0,05	
	1	2
20% (15% + 5%)	161.900	
10% (7.5% + 2.5%)	170.133	170.133
0%		194.233

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales

0 %	194.233 .....	a
10% (7.5% + 2.5%)	170.133 .....	b
20% (15% + 5%)	161.900 .....	b

En la tabla N° 26, después de realizar la prueba de Duncan podemos apreciar que las probetas de concreto que tienen mayor resistencia a la compresión es la que corresponde al patrón, seguido de las probetas cuando se sustituye el cemento en 10% y esta a su vez es significativamente igual a cuando se sustituye el cemento en 20% por la combinación de cáscara de huevo más ceniza de rastrojo de maíz.

Resultados de ensayo de conductividad térmica de concreto patrón.

Tabla N° 27: Resultado de laboratorio de conductividad térmica del concreto patrón.

Muestra	Sensor	Conductividad K (w/mk)
p-1	T136	0.90980357
p-2	T136	0.96425407
p-3	T136	0.95275535
p-4	T136	0.95324443
p-5	T136	0.95094147
p-6	T136	0.95080845
p-7	T136	0.946932
p-8	T136	0.94339196
p-9	T136	0.94640369
p-10	T136	0.95104949

Fuente: laboratorio de películas delgadas y caracterización de materiales de la facultad de ciencias - UNI

Tabla N° 28: Resultado de laboratorio de conductividad térmica del concreto con sustitución de 10%

Muestra	Sensor	Conductividad K (w/mk)
10%-1	T136	0.88304055
10%-2	T136	0.89804885
10%-3	T136	0.88716299
10%-4	T136	0.89015087
10%-5	T136	0.88752685
10%-6	T136	0.89041637
10%-7	T136	0.89036644
10%-8	T136	0.89159047
10%-9	T136	0.89176727
10%-10	T136	0.88866238

Fuente: laboratorio de películas delgadas y caracterización de materiales de la facultad de ciencias - UNI

Tabla N° 29: Resultado de laboratorio de conductividad térmica del concreto con sustitución de 20%

Muestra	Sensor	Conductividad K (w/mk)
20%-1	T136	0.82854079
20%-2	T136	0.84261519
20%-3	T136	0.84063358
20%-4	T136	0.84191841
20%-5	T136	0.84153119
20%-6	T136	0.84225395
20%-7	T136	0.84411216
20%-8	T136	0.84498294
20%-9	T136	0.84289696
20%-10	T136	0.84046085

Fuente: laboratorio de películas delgadas y caracterización de materiales de la facultad de ciencias – UNI

Tabla N° 30: Conductividad Térmica de muestras de concreto con una sustitución de cemento por una combinación de cáscara de huevo más ceniza de rastrojo de maíz a los 28 días de curado.

Muestra	Conductividad térmica del concreto con cáscara de huevo más rastrojo de maíz		
	0%	7.5% + 2.5%	15% + 5%
1	0,90980357	0,88304055	0,82854079
2	0,96425407	0,89804885	0,84261519
3	0,95275535	0,88716299	0,84063358
4	0,95324443	0,89015087	0,84191841
5	0,95094147	0,88752685	0,84153119
6	0,95080845	0,89041637	0,84225395
7	0,9469320	0,89036644	0,84411216
8	0,94339196	0,89159047	0,84498294
9	0,94640369	0,89176727	0,84289696
10	0,95104949	0,88866238	0,84046085

Fuente: laboratorio de películas delgadas y caracterización de materiales de la facultad de ciencias - UNI

En la tabla N° 30 se puede apreciar que las conductividades térmicas de las muestras de concreto son mayores para la muestra patrón y menor conductividad térmica para cuando se sustituye un 10% y 20% del cemento por la combinación de cáscara de huevo y ceniza de rastrojo de maíz.

Después de verificar el cumplimiento de homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene ( $p=0.135$  y  $p>0.05$ ) de la conductividad térmica en las muestras de concreto en cada tratamiento (sustitución de cemento por una combinación de cáscara de huevo más ceniza de rastrojo de maíz) se procedió a realizar la prueba ANOVA

Tabla N°31: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de la conductividad térmica de las probetas de concreto cuando se sustituye 10% y 20% del cemento por una combinación de cáscara de huevo más ceniza de rastrojo de maíz.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Cáscara de huevo + ceniza de rastrojo de maíz	,056	2	,028	355,155	,000
Error	,002	27	,000		
Total	,058	29			

Fuente: laboratorio de películas delgadas y caracterización de materiales de la facultad de ciencias - UNI

En la tabla N° 31 se puede visualizar que para la sustitución del cemento por una combinación de cáscara de huevo más ceniza de rastrojo de maíz (en un porcentaje de 0%, 10% y 20% el  $p\text{-value} < (p=0.000, p<0.05)$  entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ : conductividad térmica iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia la conductividad térmica (w/mk) logradas en las probetas de concreto, con sustitución del cemento, por una combinación de cáscara de huevo más ceniza de rastrojo de maíz, en 0%, 10% y 20% son diferentes. Es decir, existe una diferencia significativa entre las conductividades térmicas de las probetas de concreto.

Tabla N°32: Calculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de la conductividad térmica de las muestras de concreto es diferentes.

Cáscara de huevo + ceniza de rastrojo de maíz	Subconjunto para alfa = 0.05		
	1	2	3
20% (15% + 5%)	,8409946020		
10% (7.5% + 2.5%)		,8898733040	
0%			,9469584480

Fuente: laboratorio de películas delgadas y caracterización de materiales de la facultad de ciencias - UNI

0 %	0,9469584480..... a
10% (7.5% + 2.5%)	0,8898733040 ..... b
20% (15% + 5%)	0,8409946020..... b

En la tabla N° 32, después de realizar la prueba de Duncan podemos apreciar que las probetas de concreto que tienen mayor conductividad térmica es la que corresponde al patrón, seguido de las muestras cuando se sustituye el cemento en 10% y finalmente la que registra menor conductividad térmica es la que corresponde a las muestras cuando se sustituye el cemento en 20% por la combinación de cáscara de huevo más ceniza de rastrojo de maíz.

#### IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Al realizar el análisis termo gravimétrico de la cáscara de huevo se conoció que se muestra una importante estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 700°C después de esta temperatura el material comienza a descomponerse y como consecuencia de ello llega a perder el 44% de su masa inicial cuando alcanza la temperatura máxima del ensayo q es 900°C. También se observa que el análisis calorimétrico muestra un pico de absorción térmico intenso aproximadamente en 910°C indicando un posible cambio de fase por lo tanto cambio de características del material.
- Los compuestos químicos más relevantes de la cáscara de huevo según el análisis de fluorescencia de rayos X después de calcinar a 910°C por un tiempo de 4 horas este tiempo se determinó según antecedentes es CaO en 88.8%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en 6.20%, SiO<sub>2</sub> en 2.71%, entre otros en menor porcentaje.
- Después del análisis termo gravimétrico de la ceniza de rastrojo de maíz se conoció que mantiene una estabilidad térmica hasta alcanzar los 250°C a 300°C después de esta temperatura el material comienza a descomponerse y como consecuencia de ello llega a perder un total de 74% de su masa inicial cuando alcanza la temperatura máxima del ensayo q es 800°C, también se observa que el análisis calorimétrico muestra un pico de absorción térmico intenso aproximadamente en 350°C indicando un posible cambio de fase por lo tanto cambio de características del material.
- Los compuestos químicos más relevantes de la ceniza de rastrojo de maíz según el análisis de fluorescencia de rayos X, después de calcinado a 350°C son SiO<sub>2</sub> en 36.259%, K<sub>2</sub>O en 25.745%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en 15.654%, cLO<sub>2</sub> 9.066% entre otros en menor porcentaje.
- De la medición del potencial de hidrogeno (pH) se tiene una similitud con el pH del cemento que es 12.40 y para el material compuesto por 90% de cemento, más 10% de la combinación de cáscara de huevo y ceniza de rastrojo de maíz tenemos 12.33 de pH y para el material compuesto por 80% de cemento, más 20% de la combinación de cáscara de huevo y ceniza de rastrojo de maíz es 12.24 de pH estos materiales resultan ser

alcalinos por su pH mayor a 7, ya que el pH es una medida de acidez o alcalinidad el pH indica la concentración de iones de hidrogeno las disoluciones con pH menores a 7 son acidas y mayores a 7 son alcalinas.

- Tenemos peso específico del cemento SOL igual a 3.15 y para el material compuesto por 90% de cemento más 10% de la combinación de cáscara de huevo y ceniza de rastrojo de maíz es 3.17 y para el material compuesto por 80% de cemento más 20% de cáscara de huevo y ceniza de rastrojo de maíz es 3.23.
- El concreto patrón alcanzo una resistencia a la compresión de 78.4% en 7 días de curado, 94.8% en 14 días, 104.2% en 28 días de curado; mientras que el concreto con sustitución de 10% por la combinación de cáscara de huevo y ceniza de rastrojo de maíz alcanzo una resistencia de 61.5% en 7 días de curado, 82.3% en 14 días y 99.3% en 28 días de curado; y el concreto con sustitución de 20% por la combinación de cáscara de huevo y ceniza de rastrojo de maíz alcanzo una resistencia a compresión de 54.7% en 7 días de curado, 79.6% en 14 días y 97.0% para los 28 días de curado.

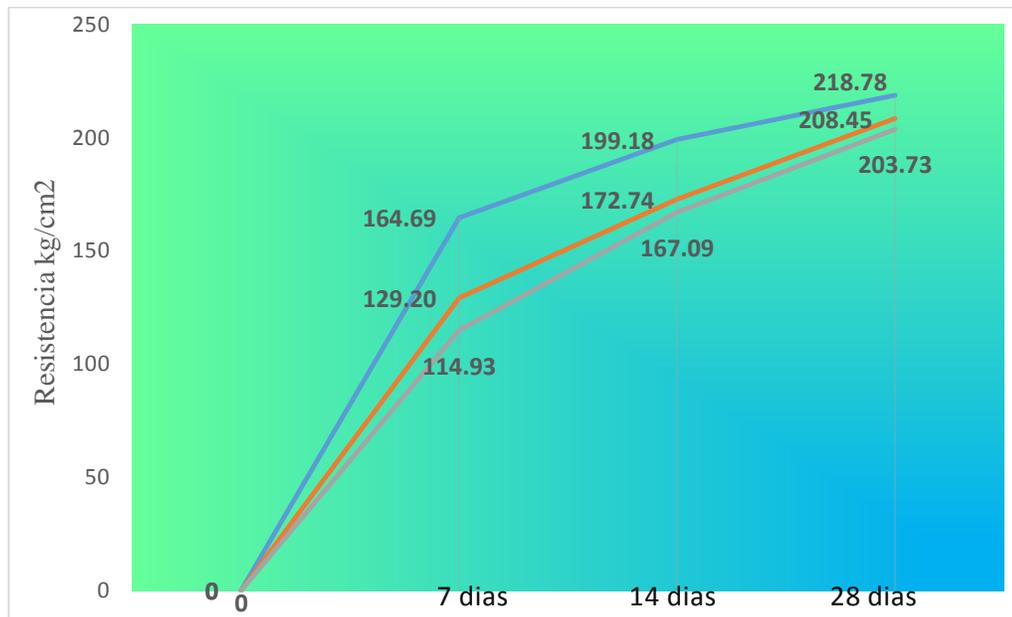


Figura N° 13: comparación de resistencias a compresión según días de curado

Fuente: El autor.

En la figura N° 13 se observa que los concretos experimentales van adquiriendo su resistencia a compresión más lento también se aprecia que las resistencias a la compresión de las probetas de concreto patrón son mayores y mientras más aumentamos el % de sustitución la resistencia a compresión va en disminución.

- Conductividad térmica

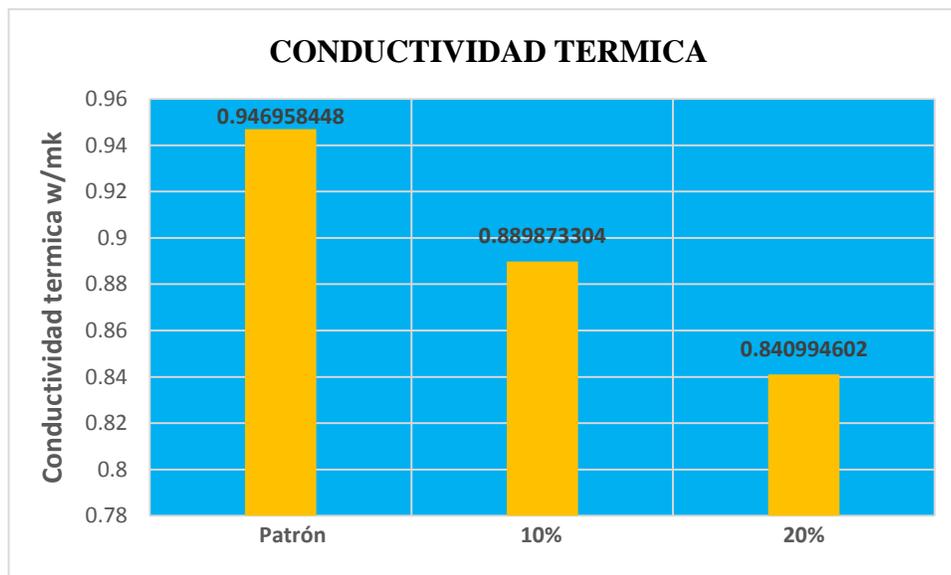


Figura N° 14: conductividad térmica

Fuente: El autor.

De los resultados obtenidos del ensayo de conductividad térmica, se sabe que el concreto patrón alcanzó 0.94 w/mk, el concreto con sustitución de 10% por la combinación de cáscara de huevo más ceniza de rastrojo de maíz se tiene una conductividad térmica de 0.88 w/mk. disminuyendo un 4.86% respecto al concreto patrón y para el concreto con sustitución de 20% por la combinación de cáscara de huevo y ceniza de rastrojo de maíz se tiene una conductividad térmica de 0.84 w/mk. Disminuyendo un 10.15% respecto al concreto patrón, este valor de conductividad para nuestros concretos experimentales se asemejan al ladrillo común por su valor de conductividad térmica que es 0.80 w/mk.

Por lo tanto, la hipótesis planteada “La sustitución del cemento por la combinación de ceniza de rastrojo de maíz y cáscara de huevo en 10% y 20% mejoraría su resistencia a compresión y conductividad térmica del concreto” no cumple para la resistencia a compresión ya fue menor en 4.8% para el concreto con sustitución de 10% respecto al concreto patrón y 7.2% para el concreto con sustitución de 20%. La conductividad térmica también fue menor para los concretos experimentales en 4.86% y 10.15% respecto al concreto patrón, esto indica que si cumple la hipótesis para la conductividad térmica ya que el propósito del proyecto fue buscar materiales con menor conductividad térmica.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **Conclusiones:**

Se calcino la cáscara de huevo a 910°C por 4 horas así alcanzando la activación de sus propiedades químicas, CaO en 88.8%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en 6.20%, SiO<sub>2</sub> en 2.71% y el rastrojo de maíz se calcino a 350°C por 2 horas obteniendo SiO<sub>2</sub> en 36.259%, K<sub>2</sub>O en 25.745%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en 15.654%, cLO<sub>2</sub> 9.066%

La ceniza de rastrojo de maíz y la cáscara de huevo son materiales alcalinos por su alto contenido de pH.

Se demostró que el peso específico de la cáscara de huevo es mayor que al cemento con 3.64 y el peso específico de ceniza de rastrojo de maíz es menor con 2.96.

Se determinó la relación de agua cemento ya que es un factor muy importante en el diseño de mezcla obteniendo 0.684 para el concreto patrón y 0.697, 0.715 para los experimentales.

Se puede afirmar que no se cumple la hipótesis planteada ya que con la sustitución de 10% se alcanzó una resistencia a compresión de 7.2% menos que el concreto patrón y para la sustitución de 20% un 4.9% menos que el concreto patrón.

En la conductividad térmica se cumple con la hipótesis planteada ya que se obtuvo menor conductividad térmica para los concretos experimentales, lo que permite a este nuevo concreto convertirse en material con características aislantes.

**Recomendaciones:**

Realizar investigaciones por combinaciones en porcentajes iguales de ceniza de rastrojo de maíz y cáscara de huevo para analizar su resultado de resistencia a compresión.

Evaluar las resistencias a compresión con las sustituciones de cáscara de huevo y ceniza de rastrojo de maíz para mayores de 28 días de curado para verificar su comportamiento.

Realizar muestras de mortero con sustitución de ceniza de rastrojo de maíz y cáscara de huevo para evaluar su conductividad térmica ya que el mortero es usado en acabados, sería idóneo encontrar material de baja conductividad térmica para este tipo de trabajos de edificaciones.

El uso de concreto con sustitución por la combinación de cáscara de huevo y ceniza de rastrojo de maíz en construcciones que requieran concreto no estructural.

## **VI. DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, a Dios por las metas logradas y los momentos difíciles que me han enseñado a valorar cada día de la vida y cada persona.

A mis padres por haberme apoyado en todo momento a pesar de las dificultades, por sus consejos, sus valores, más que nada por su gran amor y confianza. A mi hermano por ser gran ejemplo y apoyo incondicional en todo momento y en cada decisión que he tomado, gracias por ser como son su presencia y su persona han ayudado a construir y forjar la persona que soy ahora.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Abanto Castillo, T. F. (1994). *Tecnologías del concreto*. Lima - Perú.
- ASTM C150. (2015). *Especificación normalizada para cemento portland*.
- ASTM C33. (s.f.). *Especificación normalizada para agregados para concreto*.
- Características y descripción de la planta de Maíz*. (s.f.). Obtenido de <https://www.bioenciclopedia.com/maiz/>
- Comite 211 ACI. (s.f.). *Diseño de mezclas método ACI*.
- El concreto*. (s.f.). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/concreto>
- Escalera; Paya; Borrachero; Soriano; Monzo;. (2010). *Estudios de morteros de cemento portland con ceniza de rastrojo de maíz: posibilidades de uso en construcciones rurales*. España.
- Galicia Perez , M. A., & Velasquez Curo, M. A. (2016). *análisis comparativo de la resistencia a compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con los agregados de las canteras de Cunyac y Vicho con respecto a un concreto patrón de calidad de  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>*. Cusco - Peru.
- Huevo (alimento) formación, estructura y composición*. (s.f.). Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Huevo\\_\(alimento\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Huevo_(alimento))
- NTP 400.012. (2001). *Agregados: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*.
- NTP 400.017. (1999). *Agregados Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado*.
- NTP 400.021. (2002). *Agregados peso específico y absorción del agregado grueso*.
- NTP 400.022. (2013). *Agregados: peso específico y absorción del agregado fino*.
- NTP 400.037. (2014). *Especificaciones para agregados en concreto*.
- Orrala Yugal, F. A., & Gomez Suarez, F. G. (2015). *estudios a la resistencia a compresión del hormigón con adición de puzolanas obtenidas de la calcinación*

*de residuos de cultivo de maíz producido en la provincia de Santa Elena. La Libertad.*

Pasquel Carbajal, E. (1998). *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú*. Lima - Peru.

Quevedo Haro, E. (2013). *Granulometría de agregados (finos y gruesos) manual de tecnología de materiales*. Chimbote - Perú.

Reiban Ojeda, D. V. (2017). *Evaluación experimental de las características mecánicas de matrices cementicias con adición de cascara de huevo pulverizado deshidratado y sus aplicaciones en la arquitectura* . Loja - Ecuador.

Rivva Lopez , E. (1992). *Tecnologías del concreto Diseño de mezclas* . Miraflores - Perú.

*zea mays*. (s.f.). Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Zea\\_mays](https://es.wikipedia.org/wiki/Zea_mays)

## VIII. ANEXOS.

### Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES
<p>¿Cómo influye la resistencia a compresión y conductividad térmica de un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> con sustitución de cemento en 10% y 20% por la combinación de la ceniza de rastrojo de maíz y cascara de huevo?</p>	<p><b>GENERAL:</b> Determinar la resistencia y conductividad térmica de un concreto 210kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo cemento en 10% y 20% por la combinación de ceniza de rastrojo de maíz y cáscara de huevo.</p> <p><b>ESPECIFICO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Determinar análisis térmico diferencial de las cenizas</li> <li>-Determinar fluorescencia de rayos X de las cenizas.</li> <li>-Determinar pH de las cenizas.</li> <li>-Determinar el peso específico de las cenizas.</li> <li>-Determinar la relación de agua/cemento del concreto patrón y experimentales.</li> <li>-Determinar la conductividad térmica a los 28 días del concreto patrón y experimentales.</li> <li>-Determinar la resistencia a compresión del concreto patrón y experimentales, analizar y comparar los resultados.</li> </ul>	<p>La resistencia a compresión y conductividad térmica de un concreto sustituido con 10% y 20% por la combinación de ceniza de rastrojo de maíz y cascara de huevo</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Sustitución del cemento por ceniza de rastrojo de maíz y cascara de huevo</p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> -Resistencia a la compresión -Conductividad térmica</p>

### Resultados de laboratorio.



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA**

SOLICITA : **Bach. Nuñez de la Cruz , Cristian Maykol.**  
 TESIS : "Resistencia y Conductividad Termica de Concreto 210 Kg/Cm2 Sustituyendo  
 Cemento en 10% y 20% por Ceniza de Rastrojo de Maiz y Cascara de Huevo"  
 LUGAR : HUARAZ  
 FECHA : 06/05/2019 CANTERA : TACLLAN MATERIAL : AGREGADO GRUESO

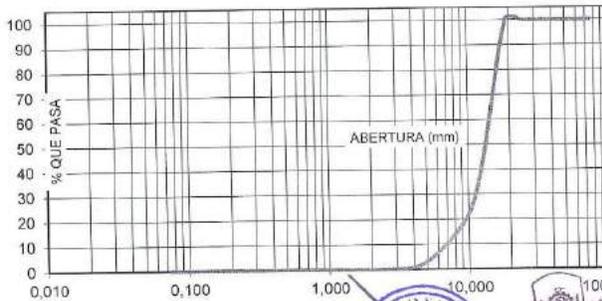
PESO SECO INICIAL	20853,5
PESO SECO LAVADO	20653,50
PESO PERDIDO POR LAVADO	0,00

TAMIZ		PESO RETEN.	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)	(gr)	PARCIAL	ACUMULADO	
3"	75,000				
2 1/2"	63,000				
2"	50,000				
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	12346,50	59,78	59,78	40,22
3/8"	9,500	4235,50	20,51	80,29	19,71
N° 4	4,750	3576,50	17,32	97,60	2,40
N° 8	2,360	495,00	2,40	100,00	0,00
N° 16	1,180	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 30	0,600	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 50	0,300	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 100	0,150	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 200	0,075	0,00	0,00	100,00	0,00
PLATO		0,00	0,00	100,00	0,00
TOTAL		20653,50	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"

HUMEDAD : 0,76%

**CURVA GRANULOMETRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
 LABORATORIO DE MATERIALES  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 119544  
 JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : **Bach. Nuñez de la Cruz , Cristian Maykol.**  
 TESIS : "Resistencia y Conductividad Termica de Concreto 210 Kg/Cm2 Sustituyendo  
 Cemento en 10% y 20% por Ceniza de Rastrojo de Maiz y Cascara de Huevo"  
 LUGAR : HUARAZ  
 CANTERA : TACLLAN  
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO  
 FECHA : 06/05/2019

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

ABSORCION (%) :  $((A-D)/D) \times 100$   
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = D/C  
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/C  
 P.e. Aparente (Base Seca) = D/E

1138,5	1168,0	1266,5
719,7	738,2	802,1
418,8	429,8	464,4
1130,6	1156,8	1254,3
410,9	418,6	452,2
0,70	0,97	0,97
0,88		

**PROMEDIO**

2,70	2,69	2,70
2,72	2,72	2,73
2,75	2,76	2,77

**PROMEDIO**

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

2,70
2,72
2,76



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUAPAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
 ENSAYO DE MATERIALES  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 116544  
 JEFE

### PESOS UNITARIOS

**SOLICITA :** Bach. Nuñez de la Cruz , Cristian Maykol.  
**TESIS :** "Resistencia y Conductividad Termica de Concreto 210 Kg/Cm2 Sustituyendo Cemento en 10% y 20% por Ceniza de Rastrojo de Maiz y Cascara de Huevo"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**CANTERA :** TACLLAN  
**MATERIAL :** AGREGADO GRUESO  
**FECHA :** 06/05/2019

#### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18140	18145	18150
Peso de molde	5220	5220	5220
Peso de muestra	12920	12925	12930
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1483	1484	1484
<b>Peso unitario prom.</b>	1484 Kg/m3		

#### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19070	19078	19105
Peso de molde	5220	5220	5220
Peso de muestra	13850	13858	13885
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1583	1584	1586
<b>Peso unitario prom.</b>	1584 Kg/m3		



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

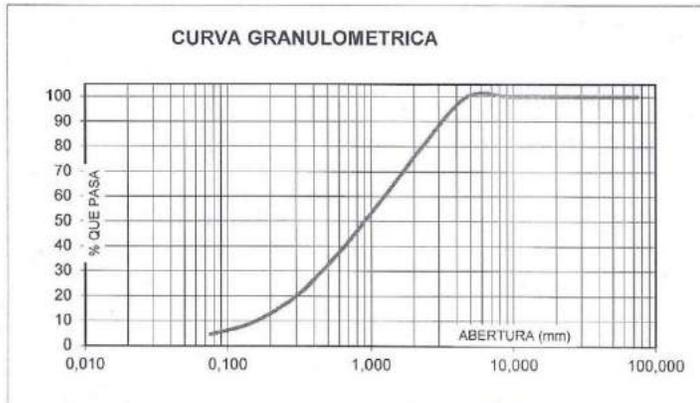
**ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA**

**SOLICITA :** Bach. Nuñez de la Cruz , Cristian Maykol.  
**TESIS :** "Resistencia y Conductividad Termica de Concreto 210 Kg/Cm2 Sustituyendo Cemento en 10% y 20% por Ceniza de Rastrojo de Maiz y Cascara de Huevo"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**FECHA :** 06/05/2019 **CANTERA :** TACLLAN **MATERIAL :** AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	1958
PESO SECO LAVADO	1869,50
PESO PERDIDO POR LAVADO	88,50

TAMIZ		PESO RETEN.	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)	(gr)	PARCIAL	ACUMULADO	
3"	75,000	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,000	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
N° 4	4,750	0,00	0,00	0,00	100,00
N° 8	2,360	375,50	19,18	19,18	80,82
N° 16	1,180	437,00	22,32	41,50	58,50
N° 30	0,600	410,50	20,97	62,46	37,54
N° 50	0,300	344,00	17,57	80,03	19,97
N° 100	0,150	208,50	10,65	90,68	9,32
N° 200	0,075	94,00	4,80	95,48	4,52
PLATO		88,50	4,52	100,00	0,00
TOTAL		1958,00	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : # 8  
 MODULO DE FINEZA : 2,9  
 HUMEDAD : 3,60%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
 ENSAYOS DE MATERIALES  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 118544  
 JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
DEL AGREGADO FINO**

**SOLICITA** : Bach. Nuñez de la Cruz , Cristian Maykol.  
**TESIS** : "Resistencia y Conductividad Termica de Concreto 210 Kg/Cm2 Sustituyendo  
 Cemento en 10% y 20% por Ceniza de Rastrojo de Maiz y Cascara de Huevo"  
**LUGAR** : HUARAZ  
**CANTERA** : TACLLAN  
**MATERIAL** : AGREGADO FINO  
**FECHA** : 06/05/2019

**A** : Peso de material saturado superficialmente seco (aire) **300,0**  
**B** : Peso de frasco+ agua **679,0**  
**C = A + B** : Peso frasco + agua +material **979,0**  
**D** : Peso de material+agua en el frasco **863,8**  
**E = C - D** : Volumen de masa+volumen de vacio **115,2**  
**F** : Peso Material seco en horno **294,3**  
**G= E- (A - F)** : Volumen de masa **109,5**

**ABSORCION (%)** :  $((A-F/F) \times 100)$   
**ABS. PROM. (%)** :

300,0		
679,0		
979,0		
863,8		
115,2		
294,3		
109,5		
1,94		
1,94		

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

**PROMEDIO**

2,55		
2,60		
2,69		

**PROMEDIO**

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

2,55		
2,60		
2,69		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
 ENSAYOS MATERIALES  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 118544  
 JEFE

## PESOS UNITARIOS

**SOLICITA :** Bach. Nuñez de la Cruz , Cristian Maykol.  
**TESIS :** "Resistencia y Conductividad Termica de Concreto 210 Kg/Cm2 Sustituyendo Cemento en 10% y 20% por Ceniza de Rastrojo de Maiz y Cascara de Huevo"  
**LUGAR** HUARAZ  
**CANTERA :** TACLLAN  
**MATERIAL :** AGREGADO FINO  
**FECHA :** 06/05/2019

### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7955	7960	7965
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4535	4540	4545
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1634	1635	1637
<b>Peso unitario prom.</b>	1635 Kg/m3		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8280	8283	8285
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4860	4863	4865
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1751	1752	1753
<b>Peso unitario prom.</b>	1752 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
 ENSAYO DE MATERIALES  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosia  
 CIP: 116544  
 JEFE

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

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
TESIS	: "Resistencia y Conductividad Termica de Concreto 210 Kg/Cm2 Sustituyendo Cemento en 10% y 20% por Ceniza de Rastrojo de Maiz y Cascara de Huevo"				
SOLICITA	: Bach. Nuñez de la Cruz , Cristian Maykol.				
DISTRITO	: HUARAZ	HECHO EN		: USP -HUARAZ	
PROVINCIA	: HUARAZ	FECHA		: 06/05/2019	
PROG (KM.)	:	ASESOR			
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	:				
MUESTRA	:	AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO			
PROF. (m)	:				
AGREGADO GRUESO					
Nº TARRO		15	32		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1161,0	1119,3		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1153,5	1112,0		
PESO DE AGUA	(g)	7,50	7,30		
PESO DEL TARRO	(g)	164,40	165,2		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	989,10	946,8		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0,76	0,8		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	0,76			
AGEGRADO FINO					
Nº TARRO		50	42		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1032,5	1014,5		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1002,0	985,0		
PESO DE AGUA	(g)	30,50	29,50		
PESO DEL TARRO	(g)	168,80	163,8		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	833,20	821,2		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	3,66	3,6		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	3,6			



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
ESPESORES DE MATERIALES  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 118544  
JEFE



Trujillo, 29 de Abril del 2019

INFORME N° 19 - ABR 19

Solicitante: Nuñez de la Cruz Cristian Maykol - Universidad San Pedro

RUC/DNI: 71444842

Supervisor: .....

1. MUESTRA: Cáscara de huevo (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CH 4M	32.1 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 – 1000 °C.
- Masa de muestra analizada: 32.1 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa



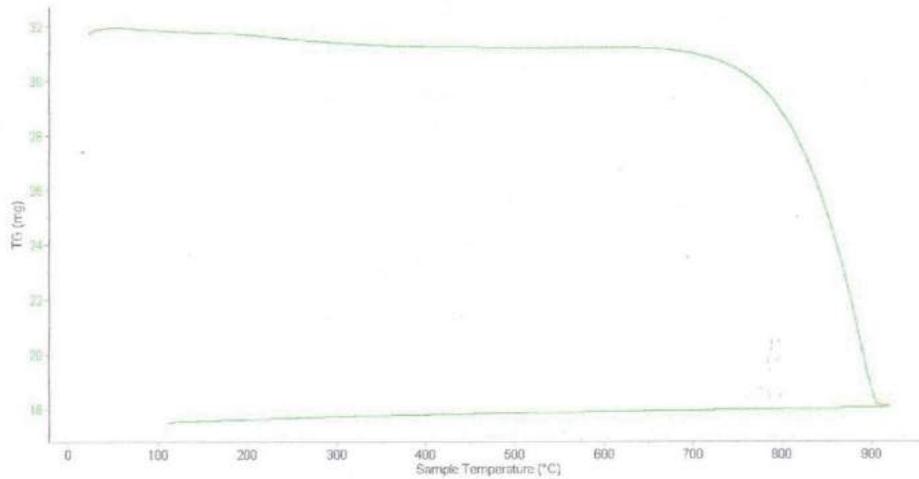


Trujillo, 29 de Abril del 2019

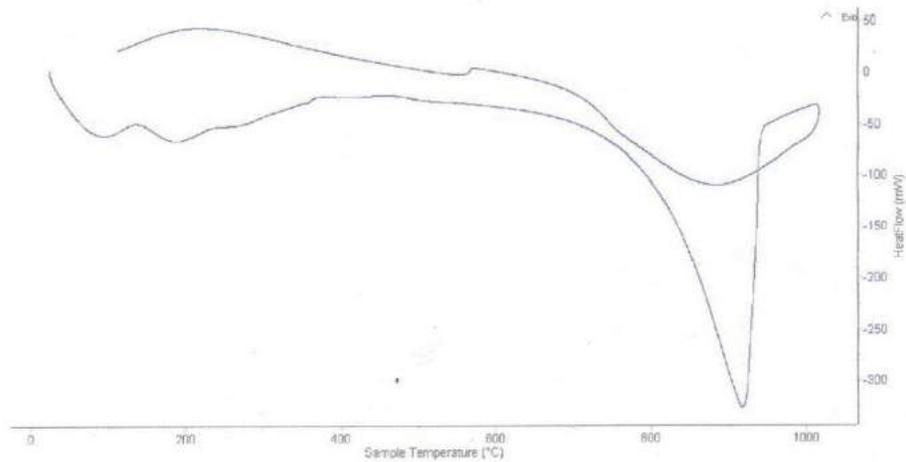
INFORME N° 19 - ABR 19

#### 4. Resultados:

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



##### II- Curva Calorimétrica ATD





Trujillo, 29 de Abril del 2019

INFORME N° 19 - ABR 19

## 5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una importante estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 700°C después del cual el material comienza a descomponerse y como consecuencia de ello llega a perder un total de 44% de su masa inicial cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico de absorción térmico intenso a aproximadamente 910°C indicando un posible cambio de fase y cambio en las características del material.

Trujillo, 29 de Abril del 2019

JEFATURA  
LABORATORIO DE POLIMEROS DPTO. MAT.

**Ing. Danny Mesias Chávez Novoa**  
Jefe de Laboratorio de Polimeros  
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT



Trujillo, 29 de Abril del 2019

**INFORME N° 18 - ABR 19**

**Solicitante:** Nuñez de la Cruz Cristian Maykol - Universidad San Pedro

**RUC/DNI:** 71444842

**Supervisor:** .....

**1. MUESTRA:** Rastrojo de Maíz(1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	RM 250	14.6 mg	.....

**2. ENSAYOS A APLICAR**

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

**3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES**

- Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys\_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 15 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 800 °C.
- Masa de muestra analizada: 14.6 mg.

**Jefe de Laboratorio:**

Ing. Danny Chávez Novoa

**Analista responsable:**

Ing. Danny Chávez Novoa



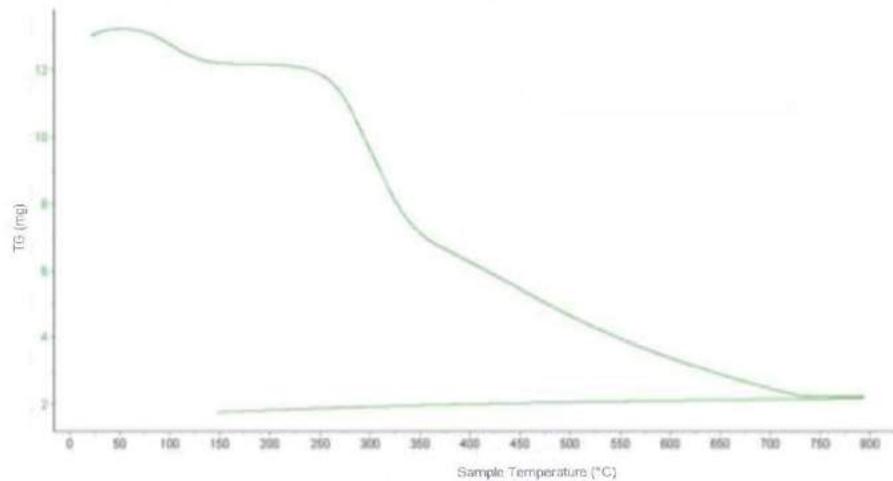


Trujillo, 29 de Abril del 2019

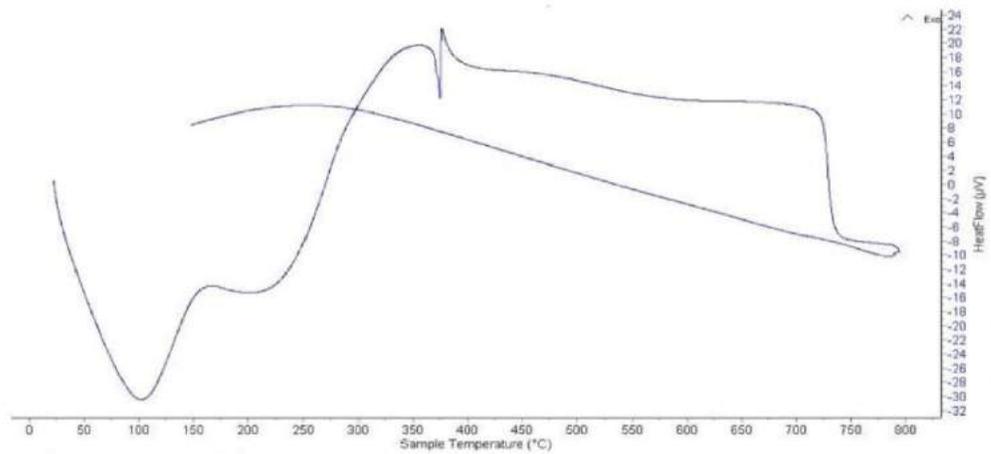
INFORME N° 18 - ABR 19

#### 4. Resultados:

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



##### II- Curva Calorimétrica ATD





Trujillo, 29 de Abril del 2019

**INFORME N° 18 - ABR 19**

**5. CONCLUSION:**

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una importante estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 250°C después del cual el material comienza a descomponerse y como consecuencia de ello llega a perder un total de 74% de su masa inicial cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico de absorción térmico intenso a aproximadamente 350°C indicando un posible cambio de fase y cambio en las características del material.

Trujillo, 29 de Abril del 2019

JEFATURA

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



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

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

**Informe N°016-LAQ/2019**

**Análisis de cáscara de huevo por FRXDE**

**Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de cáscara de huevo a pedido del Sr. Nuñez de la Cruz Cristian Maykol, alumno de la Universidad San Pedro, sede Huaraz, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Resistencia y conductividad térmica de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> Sustituyendo Cemento en 10% y 20% por Ceniza de Rastrojo de Maíz y Cáscara de Huevo.”**

La muestra está en forma de grano fino de color gris.

**Arreglo experimental.**

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15  $\mu$ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm 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 6430 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Na (Z=11) y Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.

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



## UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

### FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

#### Laboratorio de Arqueometría

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

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



# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

### Laboratorio de Arqueometría

formar en un proceso de calcinación, excepto en el caso del calcio que está presente en forma de carbonato de calcio. La suma en términos de contenido de óxidos y carbonato es ligeramente mayor 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 hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Luego, estos porcentajes son normalizados al 100%. 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 la cáscara de huevo en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.290	6.202
SiO <sub>2</sub>	2.751	2.712
SO <sub>2</sub>	0.442	0.436
ClO <sub>2</sub>	0.287	0.293
K <sub>2</sub> O	0.219	0.216
CaO	90.067	88.801
MnO	0.004	0.004
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.063	0.062
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.014	0.014
CuO	0.774	0.763
ZnO	0.386	0.381
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.005	0.005
SrO	0.095	0.093
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.001	0.001
ZrO <sub>2</sub>	0.007	0.007
Total	101.425.	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

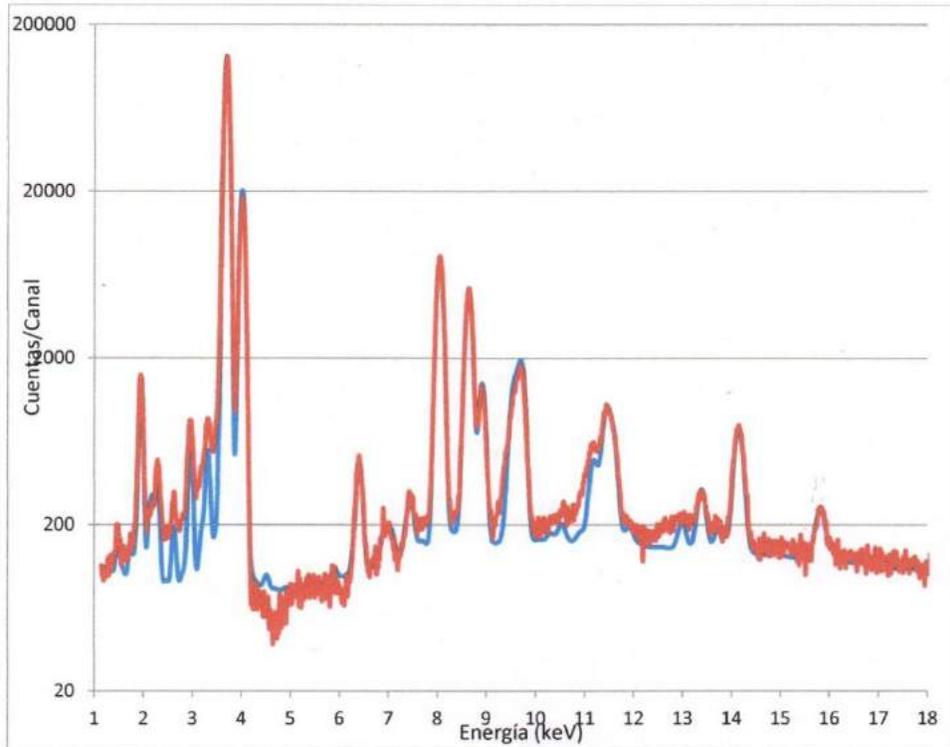


Figura 1. Espectro de FRXDE de cáscara de huevo en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 02 de mayo del 2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**

**Laboratorio de Arqueometría**

**Informe N°015-LAQ/2019**

**Análisis de ceniza de rastrojo de maíz por FRXDE**

**Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de rastrojo de maíz a pedido del Sr. **Nuñez de la Cruz Cristian Maykol**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Huaraz, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Resistencia y conductividad térmica de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> Sustituyendo Cemento en 10% y 20% por Ceniza de Rastrojo de Maíz y Cáscara de Huevo.”**

La muestra está en forma de grano fino de color gris oscuro.

**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 6430 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Na (Z=11) y Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.

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



## UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

### FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

#### Laboratorio de Arqueometría

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

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



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

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

formar en un proceso de calcinación, excepto en el caso del calcio que está presente en forma de carbonato de calcio. La suma en términos de contenido de óxidos y carbonato es ligeramente mayor 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 hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Luego, estos porcentajes son normalizados al 100%. 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 rastrojo de maíz en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.936	15.651
SiO <sub>2</sub>	25.323	36.259
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3.917	5.609
SO <sub>2</sub>	1.501	2.149
ClO <sub>2</sub>	6.332	9.066
CaO	2.404	3.442
K <sub>2</sub> O	17.974	25.742
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.351	0.504
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.007	0.010
CuO	0.496	0.710
ZnO	0.466	0.668
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.007	0.009
SrO	0.008	0.012
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.003	0.004
ZrO <sub>2</sub>	0.003	0.004
TiO <sub>2</sub>	0.020	0.028
MnO	0.081	0.116
Rb <sub>2</sub> O	0.004	0.006
Total	69.839	100.00



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

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

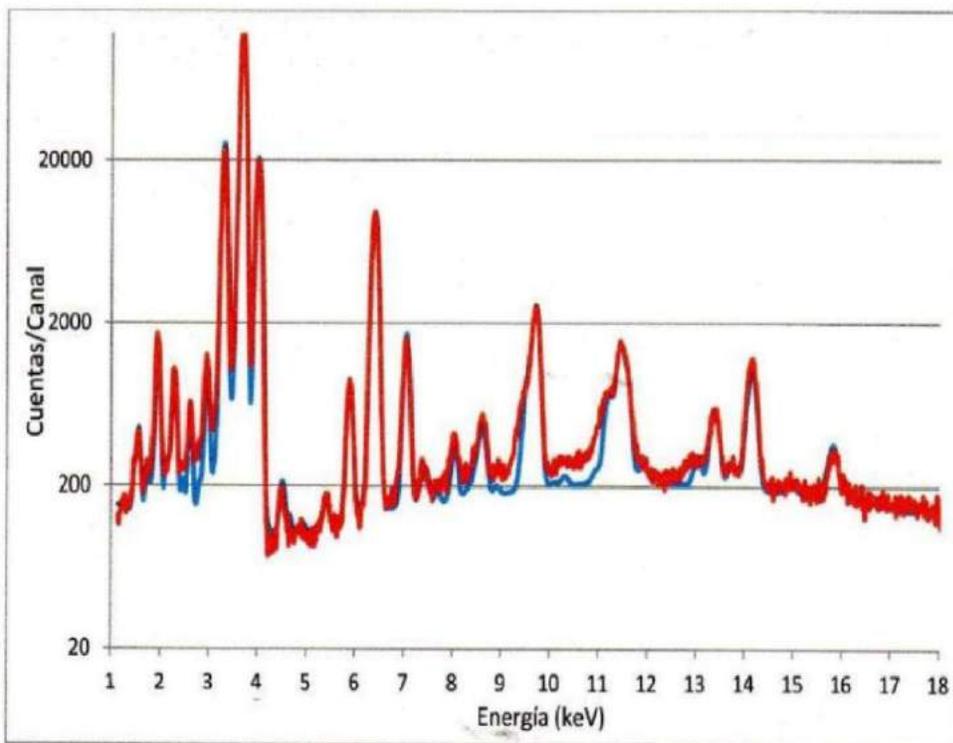


Figura 1. Espectro de FRXDE de ceniza de rastrojo de maíz en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 02 de mayo del 2019



## PESO ESPECIFICO

(CENIZA)

**SOLICITA:** Bach. Nuñez de la Cruz, Cristian Maykol.  
**TESIS:** "Resistencia y Conductividad Termica de Concreto 210 Kg/Cm2 Sustituyendo Cemento en 10% y 20% por Ceniza de Rastrojo de Maiz y Cascara de Huevo"  
**LUGAR:** HUARAZ  
**CANTERA:** -----  
**MATERIAL:** CENIZA DE CASCARA DE HUEVO  
**FECHA:** 01/05/2019

PESO DE MATERIAL	80	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	22	gramos Cm3

PESO ESPECIFICO	$D = P/V = 80/22$
-----------------	-------------------

PESO ESPECIFICO CENIZA	3,64
------------------------	------

**OBSERVACIONES:** Material ceniza utilizado paso por la malla N° 200



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



## PESO ESPECIFICO

(CENIZA)

**SOLICITA:** Bach. Nuñez de la Cruz, Cristian Maykol.  
**TESIS:** "Resistencia y Conductividad Termica de Concreto 210 Kg/Cm2 Sustituyendo Cemento en 10% y 20% por Ceniza de Rastrojo de Maiz y Cascara de Huevo"  
**LUGAR:** HUARAZ  
**CANtera:** \_\_\_\_\_  
**MATERIAL:** CENIZA DE RASTROJO DE MAIZ  
**FECHA:** 01/05/2019

PESO DE MATERIAL	80	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	27	gramos Cm3

PESO ESPECIFICO	$D = P/V = 80/27$
-----------------	-------------------

PESO ESPECIFICO CENIZA	2,96
------------------------	------

**OBSERVACIONES:** Material ceniza utilizado paso por la malla N° 200



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
PIJIL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
ING. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE

**FILIALES:** Cajamarca: Jr. Huánuco 2512 / Telf.: 076 342122 / **Huacho:** Calle Ausejo Salas 362 / Telf.: 012 394403  
**Barranca:** Calle Ramón Castilla 491 / Telf.: 01 2354469 / **Piura:** Carretera Chulucanas Km 41 / Telf.: 078 695394  
**Trujillo:** Av. América Norte 2415 - Urb. Las Quintanas / Telf. 044 470089 / **Sullana:** Av. Panamericana y José de Lama / Telf.: 073 502531  
**Huaraz:** Jr. San Martín 1222 / Telf.: 043 423509 / **Caraz:** Jr. Sucre cuadra 15 / Telf.: 043 391540  
**Lima:** Av. Cuba 528 - 538 / Jesús María / Telf.: 01 3309862 www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



## PESO ESPECIFICO

(COMBINACION 10%)

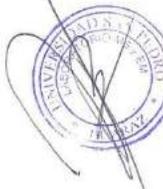
**SOLICITA:** Bach. Nuñez de la Cruz , Cristian Maykol.  
**TESIS:** "Resistencia y Conductividad Termica de Concreto 210 Kg/Cm2 Sustituyendo Cemento en 10% y 20% por Ceniza de Rastrojo de Maiz y Cascara de Huevo"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**CANTERA :** -----  
**MATERIAL :** CEMENTO 90% + 7,5% CENIZA CASCARA DE HUEVO + 2,5% CENIZA RASTROJO DE MAIZ  
**FECHA:** 01/05/2019

PESO DE MATERIAL	80	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	25,2	gramos Cm3

PESO ESPECIFICO	$D = P/V = 80/24,5$
-----------------	---------------------

PESO ESPECIFICO COMBINACION 10%	3,17
---------------------------------	------

OBSERVACIONES:

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

FILIALES: Cajamarca: Jr. Huánuco 2512 / Telf.: 076 342122 / Huacho: Calle Ausejo Salas 362 / Telf.: 012 394403  
Barranca: Calle Ramón Castilla 491 / Telf.: 01 2354469 / Piura: Carretera Chulucanas Km 41 / Telf.: 078 695394  
Trujillo: Av. América Norte 2415 - Urb. Las Quintanas / Telf.: 044 470089 / Sullana: Av. Panamericana y José de Lama / Telf.: 073 502531  
Huaraz: Jr. San Martín 1222 / Telf.: 043 423509 / Caraz: Jr. Sucre cuadra 15 / Telf.: 043 391540  
Lima: Av. Cuba 528 - 538 / Jesús María / Telf.: 01 3309862 www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



## PESO ESPECIFICO

(COMBINACION 20%)

**SOLICITA:** Bach. Nuñez de la Cruz, Cristian Maykol.  
**TESIS:** "Resistencia y Conductividad Termica de Concreto 210 Kg/Cm2 Sustituyendo  
Cemento en 10% y 20% por Ceniza de Rastrojo de Maiz y Cascara de Huevo"  
**LUGAR:** HUARAZ  
**CANTERA:** -----  
**MATERIAL:** CEMENTO 80% + 15% CASCARA DE HUEVO + 5% CENIZA DE RATROJO DE MAIZ  
**FECHA:** 01/05/2019

PESO DE MATERIAL	80	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	26	gramos Cm3

PESO ESPECIFICO	$D = P/V = 80/26$
-----------------	-------------------

PESO ESPECIFICO COMBINACION 20%	3,08
------------------------------------	------

OBSERVACIONES:



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUELOS Y  
TIENDAS DE HUARAZ  
*Elizabeth Maza*  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 118544  
JEFE



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“Santiago Antúnez de Mayolo”**  
**“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN**  
Telefax. 043-426588 - 106  
**HUARAZ – REGIÓN ANCASH**



**RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH**

**TITULO DE TESIS:** “Resistencia y Conductividad Térmica de Concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> Sustituyendo Cemento en 10 % y 20 % por Ceniza de Rastrojo de Maíz y Cascara de Huevo”

**TESISTA** : Nuñez De La Cruz, Cristian Maykol - Tesista

**MUESTRA** : Cemento

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 03 - 05 - 19

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 06 - 05 - 19

**FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS:** 06 - 05 - 19

Muestra	pH
Cemento	12.40

**ENSAYOS**

1.- Determinación de pH

**OBSERVACIONES:**

- La muestra es tomada por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

**CONCLUSIONES**

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 06 de Mayo del 2019.

Guillermo Castilla Romero  
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“Santiago Antúnez de Mayolo”**  
**“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN**  
Telefax. 043-426588 - 106  
**HUARAZ – REGIÓN ANCASH**



**RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH**

**TITULO DE TESIS:** “Resistencia y Conductividad Térmica de Concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> Sustituyendo Cemento en 10 % y 20 % por Ceniza de Rastrojo de Maíz y Cascara de Huevo”

**TESISTA** : Nuñez De La Cruz, Cristian Maykol - Tesista

**MUESTRA** : Ceniza de Rastrojo de Maíz

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 03 - 05 - 19

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 06 - 05 - 19

**FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS:** 06 - 05 - 19

Muestra	pH
Ceniza de Rastrojo de Maíz	11.26

**ENSAYOS**

1.- Determinación de pH

**OBSERVACIONES:**

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

**CONCLUSIONES**

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 06 de Mayo del 2019.





**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“Santiago Antúnez de Mayolo”**  
**“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN**  
Telefax. 043-426588 - 106  
**HUARAZ – REGIÓN ANCASH**



**RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH**

**TITULO DE TESIS:** “Resistencia y Conductividad Térmica de Concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> Sustituyendo Cemento en 10 % y 20 % por Ceniza de Rastrojo de Maíz y Cascara de Huevo”

**TESISTA** : Nuñez De La Cruz, Cristian Maykol – Tesista

**MUESTRA** : Ceniza de Cascara de Huevo

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 03 - 05 - 19

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 06- 05 - 19

**FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS:** 06 - 05 - 19

Muestra	pH
Ceniza de Cascara de Huevo	10.24

**ENSAYOS**

1.- Determinación de pH

**OBSERVACIONES:**

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

**CONCLUSIONES**

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 06 de Mayo del 2019.





**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“Santiago Antúnez de Mayolo”**  
**“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN**  
Telefax. 043-426588 - 106  
**HUARAZ – REGIÓN ANCASH**



**RESULTADOS DE INSENERACIÓN (CENIZA) DE CASCARA DE HUEVO**

**TITULO DE TESIS:** “Resistencia y Conductividad Térmica de Concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> Sustituyendo Cemento en 10 % y 20 % por Ceniza de Rastrojo de Maíz y Cascara de Huevo”

**TESISTA :** Nuñez De La Cruz, Cristian Maykol - Tesista

**MUESTRA :** Cascara de huevo

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 29-04-19

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 29 - 04 -19

**FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS:** 02-05-19

Muestra	Cantidad Kg.
Ceniza de Cascara de huevo	5.00

**ENSAYOS**

1.- Determinación de Ceniza

**OBSERVACIONES:**

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

**CONCLUSIONES**

- Se ha obtenido ceniza propiamente dicha en el Horno Mufia a una temperatura de 910 °C por 4 horas en promedio.

Huaraz, 02 de Mayo del 2019.



*[Handwritten Signature]*  
Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero  
JEFE DEL LABORATORIO DE ANALISIS  
DE SUELOS Y AGUAS



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“Santiago Antúnez de Mayolo”**  
**“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN**  
Telefax. 043-426588 - 106  
**HUARAZ – REGIÓN ANCASH**



**RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH**

**TITULO DE TESIS:** “Resistencia y Conductividad Térmica de Concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> Sustituyendo Cemento en 10 % y 20 % por Ceniza de Rastrojo de Maíz y Cascara de Huevo”

**TESISTA** : Nuñez De La Cruz, Cristian Maykol - Tesista  
**MUESTRA** : Cemento + 20 % (ceniza de rastrojo de maíz y ceniza de cascara de huevo)  
**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 03 - 05 - 19  
**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 06 - 05 - 19  
**FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS:** 06 - 05 - 19

Muestra	pH
Cemento + 20 % (ceniza de rastrojo de maíz y ceniza de cascara de huevo)	12.24

**ENSAYOS**

1.- Determinación de pH

**OBSERVACIONES:**

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

**CONCLUSIONES**

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 06 de Mayo del 2019.





## RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

**TITULO DE TESIS:** “Resistencia y Conductividad Térmica de Concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> Sustituyendo Cemento en 10 % y 20 % por Ceniza de Rastrojo de Maíz y Cascara de Huevo”

**TESISTA** : Nuñez De La Cruz, Cristian Maykol - Tesista

**MUESTRA** : Cemento + 10 % (ceniza de rastrojo de maíz y ceniza de cascara de huevo)

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 03 - 05 -19

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 06- 05 -19

**FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS:** 06 - 05 - 19

Muestra	pH
Cemento + 10 % (ceniza de rastrojo de maíz y ceniza de cascara de huevo)	12.33

### ENSAYOS

1.- Determinación de pH

### OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

### CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 06 de Mayo del 2019.

  
 Ing. M.Sc. Guillermo Casallo Romero  
 JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**DISEÑO DE MEZCLA**

SOLICITA : BACH. NUÑEZ DE LA CRUZ CRISTIAN MAYKOL.  
 TESIS : RESISTENCIA Y CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE CONCRETO 210KG/CM2 SUSTITUYENDO  
 CEMENTO EN 10% Y 20% POR CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ Y CÁSCARA DE HUEVO.  
 LUGAR : HUARAZ – ANCASH.  
 FECHA : 06/05/2019

**ESPECIFICACIONES**

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

**MATERIALES**

**A-Cemento :**

- Tipo I "sol"
- Peso específico.....3.15

**B-Agua :**

- Potable, de la zona.

**C-Agregado Fino :**

**CANTERA : TACLLAN - ROLAN**

- Peso específico de masa 2.69
- Peso unitario suelto 1635 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1752 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 3.6 %
- Absorción 1.94 %
- Módulo de fineza 2.90

**D-Agregado grueso :**

**CANTERA : TACLLAN - ROLAN**

- Piedra, perfil angular
- Tamaño máximo nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2.76
- Peso unitario suelto 1484 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1584 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.76 %
- Absorción 0.88 %



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 116544  
 JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO**

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4".

**VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA**

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" el volumen unitario de agua es de 205 lt/m<sup>3</sup>.

**RELACIÓN DE AGUA – CEMENTO**

Se obtiene una relación agua – cemento de 0.684

**FACTOR DE CEMENTO**

F.C : 205 / 0.684 = 299.71 kg/cm<sup>3</sup> = 7.05 bolsas / m<sup>3</sup>

**VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS**

Cemento .....299.71 kg/m<sup>3</sup>  
 Agua efectiva..... 191.540 kg/m<sup>3</sup>  
 Agregado fino.....912.8507 kg/m<sup>3</sup>  
 Agregado grueso.....980.8966 kg/m<sup>3</sup>

**PROPORCIONES EN PESO**

$\frac{299.71}{299.71} : \frac{912.8507}{299.71} : \frac{980.8966}{299.71}$

1 : 3.05 : 3.27 : 27.16 lts /bolsa

**PROPORCIONES EN VOLUMEN**

1 : 3.45 : 3.71 : 27.16 lts /bolsa



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

Ing. Elizabeth Maiza Ambrosio  
 CIP: 115544  
 JEFE



**DISEÑO DE MEZCLA**  
(10% DE SUSTITUCIÓN DE CEMENTO)

SOLICITA : BACH. NUÑEZ DE LA CRUZ CRISTIAN MAYKOL.  
TESIS : RESISTENCIA Y CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE CONCRETO 210KG/CM2 SUSTITUYENDO  
CEMENTO EN 10% Y 20% POR CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ Y CÁSCARA DE HUEVO.  
LUGAR : HUARAZ – ANCASH.  
FECHA : 06/05/2019

**ESPECIFICACIONES**

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

**MATERIALES**

A-Cemento :

- Tipo I "sol"
- Peso específico.....3.15

B-Agua :

- Potable, de la zona.

C-Agregado Fino : CANTERA : TACLLAN - ROLAN

- Peso específico de masa 2.69
- Peso unitario suelto 1635 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1752 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 3.6 %
- Absorción 1.94 %
- Módulo de fineza 2.9

D-Agregado grueso : CANTERA : TACLLAN - ROLAN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño máximo nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2.76
- Peso unitario suelto 1484 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1584 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.76 %
- Absorción 0.88 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
TORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
ENSAYO DE MATERIALES  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 118544  
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 3" a 4".

**VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA**

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" el volumen unitario de agua es de 205 lt/m<sup>3</sup>

**RELACIÓN DE AGUA – CEMENTO**

Se obtiene una relación agua – cemento de 0.697

**VOLUMENES ABSOLUTOS**

Cemento .....	(m <sup>3</sup> )	0.086
2.5% CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ.....	(m <sup>3</sup> )	0.0024
7.5% CÁSCARA DE HUEVO.....	(m <sup>3</sup> )	0.0071
Agua efectiva.....	(m <sup>3</sup> )	0.205
Agregado fino.....	(m <sup>3</sup> )	0.328
Agregado grueso.....	(m <sup>3</sup> )	0.352
Aire.....	(m <sup>3</sup> )	0.020
		1.000 m <sup>3</sup>

**PESOS SECOS**

Cemento .....	269.32 kg/m <sup>3</sup>
2.5% CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ.....	7.0301 kg/m <sup>3</sup>
7.5% CÁSCARA DE HUEVO.....	25.935 kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	205.00 kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	881.13 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	972.34 kg/m <sup>3</sup>

**PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento .....	269.32 kg/m <sup>3</sup>
2.5% CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ.....	7.0301 kg/m <sup>3</sup>
7.5% CÁSCARA DE HUEVO.....	25.935 kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	191.54 kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	912.85 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	980.89 kg/m <sup>3</sup>

**PROPORCIONES EN PESO**

269.325	:	7.0301	:	25.935	:	191.54	:	912.851	:	980.89
269.325		269.325		269.325		269.325		269.325		269.325

1 : 0.026 : 0.096 : 3.389 : 3.642 : 29.04 lts/bolsa



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544

**DISEÑO DE MEZCLA**  
(20% DE SUSTITUCIÓN DE CEMENTO)

SOLICITA : BACH. NUÑEZ DE LA CRUZ CRISTIAN MAYKOL.  
 TESIS : RESISTENCIA Y CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE CONCRETO 210KG/CM2 SUSTITUYENDO  
 CEMENTO EN 10% Y 20% POR CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ Y CÁSCARA DE HUEVO.  
 LUGAR : HUARAZ – ANCASH.  
 FECHA : 06/05/2019

**ESPECIFICACIONES**

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

**MATERIALES**

**A-Cemento :**

- Tipo I "sol"
- Peso específico.....3.15

**B-Agua :**

- Potable, de la zona.

**C-Agregado Fino : CANTERA : TACLLAN**

- Peso específico de masa 2.69
- Peso unitario suelto 1635 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1752 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 3.6 %
- Absorción 1.94 %
- Módulo de fineza 2.9

**D-Agregado grueso : CANTERA : TACLLAN**

- Piedra, perfil angular
- Tamaño máximo nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2.76
- Peso unitario suelto 1484 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1584 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.76 %
- Absorción 0.88 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 DEPARTAMENTO DE MECÁNICA DE SUELOS Y  
 SISTEMAS DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 118544  
 JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO**

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4".

**VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA**

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" el volumen unitario de agua es de 205 lt/m<sup>3</sup>.

**RELACIÓN DE AGUA – CEMENTO**

Se obtiene una relación agua – cemento de 0.715

**VOLUMENES ABSOLUTOS**

Cemento .....	(m <sup>3</sup> )	0.076
5% CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ.....	(m <sup>3</sup> )	0.0048
15% CÁSCARA DE HUEVO.....	(m <sup>3</sup> )	0.0143
Agua efectiva.....	(m <sup>3</sup> )	0.205
Agregado fino.....	(m <sup>3</sup> )	0.328
Agregado grueso.....	(m <sup>3</sup> )	0.352
Aire.....	(m <sup>3</sup> )	0.020
		<u>1.000 m<sup>3</sup></u>

**PESOS SECOS**

Cemento .....	239.40	kg/m <sup>3</sup>
5% CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ.....	14.060	kg/m <sup>3</sup>
15% CÁSCARA DE HUEVO.....	51.870	kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	205.00	kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	881.13	kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	972.34	kg/m <sup>3</sup>

**PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento .....	239.40	kg/m <sup>3</sup>
5% CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ.....	14.060	kg/m <sup>3</sup>
15% CÁSCARA DE HUEVO.....	51.870	kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	191.54	kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	912.85	kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	980.89	kg/m <sup>3</sup>

**PROPORCIONES EN PESO**

<u>239.400</u>	:	<u>14.060</u>	:	<u>51.870</u>	:	<u>912.851</u>	:	<u>980.897</u>
239.400		239.400		239.400		239.400		239.400

1 : 0.059 : 0.217 : 3.813 : 4.097 : 31.87 lts/bolsa

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INSTITUTO DE MECANICA DE SUELOS Y  
MATERIALES  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 118544



# USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

**SOLICITA:** Bach. Nuñez de la Cruz, Cristian Maykol.

**TESIS:** "Resistencia y Conductividad Termica de Concreto 210 Kg/Cm2 Sustituyendo Cemento en 10% y 20% por Ceniza de Rastrojo de Maiz y Cascara de Huevo"

**FECHA:** jun-19

F'C: **210 kg/cm2**

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F'C (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO PATRON	-	3,3	04/05/2019	11/05/2019	7	161,9	77,1
2	CONCRETO PATRON	-	3,3	04/05/2019	11/05/2019	7	166,2	79,1
3	CONCRETO PATRON	-	3,3	04/05/2019	11/05/2019	7	165,9	79,0
4	CONCRETO PATRON	-	3,3	04/05/2019	18/05/2019	14	196,3	93,5
5	CONCRETO PATRON	-	3,3	04/05/2019	18/05/2019	14	201,0	95,7
6	CONCRETO PATRON	-	3,3	04/05/2019	18/05/2019	14	200,2	95,3
7	CONCRETO PATRON	-	3,3	04/05/2019	01/06/2019	28	220,1	104,8
8	CONCRETO PATRON	-	3,3	04/05/2019	01/06/2019	28	217,0	103,3
9	CONCRETO PATRON	-	3,3	04/05/2019	01/06/2019	28	219,3	104,4

**ESPECIFICACIONES:** El ensayo responde a la norma ASTM C-39

**OBSERVACIONES:** Los testigos fueron elaborados en este laboratorio por el interesado.



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

*Elizabeth Maza Ambrosio*  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116644  
JEFE

**FILIALES:** Cajamarca: Jr. Huánuco 2512 / Telf.: 076 342122 / **Huacho:** Calle Ausejo Salas 362 / Telf.: 012 394403  
**Barranca:** Calle Ramón Castilla 491 / Telf.: 01 2354469 / **Piura:** Carretera Chulucanas Km 41 / Telf.: 078 695394  
**Trujillo:** Av. América Norte 2415 - Urb. Las Quintanas / Telf. 044 470089 / **Sullana:** Av. Panamericana y José de Lama / Telf.: 073 502531  
**Huaraz:** Jr. San Martín 1222 / Telf.: 043 423509 / **Caraz:** Jr. Sucre cuadra 15 / Telf.: 043 391540  
**Lima:** Av. Cuba 528 - 538 / Jesús María / Telf.: 01 3309862 www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

**SOLICITA:** Bach. Nuñez de la Cruz, Cristian Maykol.

**TESIS:** "Resistencia y Conductividad Termica de Concreto 210 Kg/Cm2 Sustituyendo Cemento en 10% y 20% por Ceniza de Rastrojo de Maiz y Cascara de Huevo"

**FECHA:** jun-19

**F'c:** 210 kg/cm2

Nº	TESTIGO	PROGRESIVA	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F'c
	ELEMENTO	KM.	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	(%)
1	SUSTITUCION 10% (3CCH+1CRM)	-	3,1	04/05/2019	11/05/2019	7	124,6	59,3
2	SUSTITUCION 10% (3CCH+1CRM)	-	3,1	04/05/2019	11/05/2019	7	133,7	63,7
3	SUSTITUCION 10% (3CCH+1CRM)	-	3,1	04/05/2019	11/05/2019	7	129,3	61,6
4	SUSTITUCION 10% (3CCH+1CRM)	-	3,1	04/05/2019	18/05/2019	14	174,9	83,3
5	SUSTITUCION 10% (3CCH+1CRM)	-	3,1	04/05/2019	18/05/2019	14	170,9	81,4
6	SUSTITUCION 10% (3CCH+1CRM)	-	3,1	04/05/2019	18/05/2019	14	172,5	82,1
7	SUSTITUCION 10% (3CCH+1CRM)	-	3,1	04/05/2019	01/06/2019	28	214,5	102,1
8	SUSTITUCION 10% (3CCH+1CRM)	-	3,1	04/05/2019	01/06/2019	28	207,6	98,9
9	SUSTITUCION 10% (3CCH+1CRM)	-	3,1	04/05/2019	01/06/2019	28	203,2	96,8

**ESPECIFICACIONES:** El ensayo responde a la norma ASTM C-39

**OBSERVACIONES:** Los testigos fueron elaborados en este laboratorio por el interesado.



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

**SOLICITA:** Bach. Nuñez de la Cruz, Cristian Maykol.

**TESIS:** "Resistencia y Conductividad Termica de Concreto 210 Kg/Cm2 Sustituyendo Cemento en 10% y 20% por Ceniza de Rastrojo de Maiz y Cascara de Huevo"

**FECHA:** jun-19

**F'c:** 210 kg/cm2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F'c (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	SUSTITUCION 20% (3CCH+1CRM)	-	2,8	04/05/2019	11/05/2019	7	116,3	55,4
2	SUSTITUCION 20% (3CCH+1CRM)	-	2,8	04/05/2019	11/05/2019	7	114,8	54,7
3	SUSTITUCION 20% (3CCH+1CRM)	-	2,8	04/05/2019	11/05/2019	7	113,7	54,1
4	SUSTITUCION 20% (3CCH+1CRM)	-	2,8	04/05/2019	18/05/2019	14	164,8	78,5
5	SUSTITUCION 20% (3CCH+1CRM)	-	2,8	04/05/2019	18/05/2019	14	166,9	79,5
6	SUSTITUCION 20% (3CCH+1CRM)	-	2,8	04/05/2019	18/05/2019	14	169,6	80,7
7	SUSTITUCION 20% (3CCH+1CRM)	-	2,8	04/05/2019	01/06/2019	28	204,8	97,5
8	SUSTITUCION 20% (3CCH+1CRM)	-	2,8	04/05/2019	01/06/2019	28	205,9	98,1
9	SUSTITUCION 20% (3CCH+1CRM)	-	2,8	04/05/2019	01/06/2019	28	200,4	95,4

**ESPECIFICACIONES:** El ensayo responde a la norma ASTM C-39

**OBSERVACIONES:** Los testigos fueron elaborados en este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUELOS Y  
ENSAJO DE MATERIALES  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116644  
JEFE

### Resultados de Determinación de la Conductividad Térmica de 6 muestras de Concreto

Realizado por el Dr. Jose Carlos Díaz Rosado en el Laboratorio de Películas Delgadas y Caracterización de Materiales de la Facultad de Ciencias  
 Para la Tesis intitulada: "Resistencia y conductividad térmica de concreto 210 kg/cm2 sustituyendo cemento en 10% y 20% por ceniza de rastrojo de maíz y cascara de huevo "  
 presentada por Nuñez de la Cruz Cristian Maykol

Equipo de medición de la conductividad térmica CTI-Therm, basado en la norma ASTM D7984

#### Muestra Patrón

#	Sensor	Valid	Effusivity (Ws <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> K)	k (W/mK)	l/m	R2	Start	V0 (mV)	VMax (mV)	DeltaV (mV)	Ambient (°C)	T0 (°C)	DeltaT (°C)
1	T136	True	1248.27219	0.90980357	107.321691	0.99976899	24/06/2019 21:08	2585.669	2591.53	5.860567	25.7805634	25.2142887	0.67525315
2	T136	True	1292.41526	0.96425407	109.629181	0.99977096	24/06/2019 21:09	2588.182	2593.967	5.785465	25.7805634	25.5037727	0.66660005
3	T136	True	1283.19519	0.95275535	109.14722	0.9998054	24/06/2019 21:10	2587.36	2593.147	5.786896	25.7805634	25.4090824	0.66676438
4	T136	True	1283.58845	0.95324443	109.167777	0.99982298	24/06/2019 21:11	2586.199	2591.99	5.790234	25.7805634	25.2753563	0.66714871
5	T136	True	1281.73583	0.95094147	109.070935	0.99971932	24/06/2019 21:12	2586.351	2592.16	5.808592	25.7805634	25.2928543	0.66926461
6	T136	True	1281.62875	0.95080845	109.065338	0.99976237	24/06/2019 21:13	2586.237	2592.032	5.795479	25.7805634	25.2796974	0.66775227
7	T136	True	1278.5052	0.946932	108.902061	0.99978502	24/06/2019 21:14	2585.493	2591.075	5.782366	25.7805634	25.1939621	0.66624129
8	T136	True	1275.64732	0.94339196	108.752671	0.99977208	24/06/2019 21:15	2585.795	2591.588	5.793333	25.7805634	25.2287388	0.66750586
9	T136	True	1278.07903	0.94640369	108.879783	0.99976672	24/06/2019 21:16	2585.747	2591.536	5.78928	25.7805634	25.2231903	0.66703832
10	T136	True	1281.82277	0.95104949	109.07548	0.99980256	24/06/2019 21:17	2584.977	2590.786	5.809069	25.7805634	25.1345711	0.66931778

#### Muestra 20%

#	Sensor	Valid	Effusivity (Ws <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> K)	k (W/mK)	l/m	R2	Start	V0 (mV)	VMax (mV)	DeltaV (mV)	Ambient (°C)	T0 (°C)	DeltaT (°C)
1	T136	True	686.346898	0.82854079	77.9246944	0.99950405	24/06/2019 21:20	2584.899	2592.66	7.76124	25.5985756	25.0587521	0.89404601
2	T136	True	702.279587	0.84261519	78.7575437	0.99946548	24/06/2019 21:21	2589.932	2597.694	7.762194	25.5985756	25.6385231	0.89415711
3	T136	True	700.044524	0.84063358	78.6407103	0.99953942	24/06/2019 21:22	2589.292	2597.061	7.768631	25.5985756	25.5648098	0.89489764
4	T136	True	701.493994	0.84191841	78.7164785	0.99961097	24/06/2019 21:23	2588.225	2595.991	7.76577	25.5985756	25.441906	0.89456898
5	T136	True	701.057267	0.84153119	78.6936494	0.99953375	24/06/2019 21:24	2589.721	2597.508	7.786512	25.5985756	25.6142445	0.89695865
6	T136	True	701.872343	0.84225395	78.7362559	0.99954299	24/06/2019 21:25	2588.714	2596.477	7.762432	25.5985756	25.4982624	0.89418489
7	T136	True	703.966256	0.84411216	78.845711	0.99951212	24/06/2019 21:26	2589.243	2597.006	7.763147	25.5985756	25.5591526	0.89426553
8	T136	True	704.946684	0.84498294	78.8969609	0.99958804	24/06/2019 21:27	2589.913	2597.689	7.775784	25.5985756	25.6363544	0.89572155
9	T136	True	702.596731	0.84289656	78.7741218	0.99959677	24/06/2019 21:28	2588.808	2596.552	7.744551	25.5985756	25.5090847	0.8921237
10	T136	True	699.849571	0.84046085	78.6305195	0.9994355	24/06/2019 21:29	2588.7	2596.487	7.787466	25.5985756	25.4966145	0.89706879

*Handwritten notes:*  
 D. J. Nuñez de la Cruz  
 Fac. de Ciencias Exactas y Naturales  
 JUI

Muestras 10%

#	Sensor	Valid	Effusivity (Ws <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> K)	k (W/mK)	l/m	R2	Start	V0 (mV)	VMax (mV)	DeltaV (mV)	Ambient (°C)	T0 (°C)	DeltaT (°C)
1	T136	True	747.299599	0.88304055	80.7074612	0.99964069	24/06/2019 21:37	2572.671	2580.277	7.606745	23.4482689	22.9288158	0.87411779
2	T136	True	763.738981	0.89804885	81.5616378	0.99961415	24/06/2019 21:38	2575.73	2583.295	7.565022	23.4482689	23.2804089	0.86932224
3	T136	True	751.829743	0.88716299	80.9428437	0.99967781	24/06/2019 21:39	2576.173	2583.761	7.58791	23.4482689	23.3312588	0.87195224
4	T136	True	755.106187	0.89015087	81.113085	0.99962772	24/06/2019 21:40	2575.825	2583.411	7.586002	23.4482689	23.2913132	0.87173313
5	T136	True	752.229058	0.88752685	80.9635917	0.9996435	24/06/2019 21:41	2575.356	2582.943	7.586718	23.4482689	23.2373943	0.87181586
6	T136	True	755.397044	0.89041637	81.1281977	0.99969875	24/06/2019 21:42	2574.735	2582.309	7.574081	23.4482689	23.1660233	0.87036443
7	T136	True	755.342357	0.89036644	81.1253562	0.99949232	24/06/2019 21:43	2575.729	2583.313	7.585049	23.4482689	23.2801895	0.87162381
8	T136	True	756.682746	0.89159047	81.1950017	0.99962817	24/06/2019 21:44	2576.312	2583.896	7.583857	23.4482689	23.3472042	0.87148637
9	T136	True	756.876268	0.89176727	81.2050569	0.99968685	24/06/2019 21:45	2575.375	2582.943	7.568121	23.4482689	23.2395859	0.86967909
10	T136	True	753.474675	0.88866238	81.028313	0.99962012	24/06/2019 21:46	2576.401	2583.993	7.591724	23.4482689	23.3574772	0.87239158

*[Handwritten signature]*  
 Dr José Carlos Díaz Rosado  
 Fac Ciencias - UNH

Elaborado por Dr. José Carlos Díaz Rosado

**Panel Fotográfico.**



Recolección y pre quemado de rastrojo de maíz en la provincia de Carhuaz – Áncash.



Recolección de la cáscara de huevo.



Cantera Rolan - Tacllan – Huaraz, donde se extrajo los agregados para el proyecto



Análisis de los agregados finos y gruesos en el laboratorio de mecánica de suelos y materiales de la USP - Huaraz



Peso específico por desplazamiento de los materiales a experimentar.



Preparado de la mezcla del concreto, se realizó manualmente con pala en el laboratorio de mecánica de suelos y materiales de la USP.



Se realizó ensayo de asentamiento con el cono de Abraham.



Llenado de los moldes en 3 capas, se realizó 25 chuzadas por cada capa y golpeando con un martillo de goma en el lado exterior del molde para liberar el aire atrapado.



Desencofrado de las muestras de concreto patrón y experimentales.



Se realizaron cubitos de 5cm. por 5cm. para laboratorio de conductividad Térmica.



Curado de las muestras, en cilindros con agua potable de la Ciudad de Huaraz.



Rotura a compresión de las muestras de concreto en el laboratorio de mecánica de suelos y materiales de la USP – Huaraz.



Rotura a compresión de las muestras de concreto en el laboratorio de mecánica de suelos y materiales de la USP – Huaraz.



Falla de las muestras después de rotura a compresión.