

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**“Resistencia de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con cemento sustituido en 4% y 8% por ceniza de hojas de palto del distrito de Pariacoto. 2018”**

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

**Autor**

Colonia Huerta, Juan Carlos

**Asesor**

López Carranza Rubén

Huaraz – Perú

2019

**PALABRAS CLAVE:**

<b>tema</b>	Resistencia del concreto con sustitución
<b>especialidad</b>	Tecnología del concreto

**KEY WORDS:**

Theme	Resistance of concrete with substitution
<b>Speciality</b>	Concrete Technology

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

<b>Línea De Investigación:</b>	Estructuras
<b>Área</b>	2. Ingeniería y Tecnología
<b>Sub-área</b>	2.1 Ingeniería civil
<b>Disciplina</b>	Ingeniería civil
<b>Sub - Línea</b>	Análisis y diseño de estructuras.

## **TITULO**

**“Resistencia de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con cemento sustituido en 4% y 8% por ceniza de hojas de palto del distrito de Pariacoto. 2018”**

## RESUMEN

El propósito de la investigación será conocer cuál es el efecto de la sustitución de cemento por ceniza de hojas de palto al 4% y 8% al cemento, estudio que se realizó en el distrito de Pariacoto, provincia de Huaraz, 2018, con el fin de conocer si conseguimos llegar a un  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

Dentro de la metodología se determinó el rango de activación de la ceniza de hojas palto que es de 430°C, siendo su composición química SiO<sub>2</sub> 17.031%, CaO 54.270%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 8.957%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1.544%, K<sub>2</sub>O 8.819% entre otros, considerándose apto para su uso. No presenta problemas con el pH, puesto que en la sustitución al d 4% tiene un pH de 12.03 y al 8% tiene un pH de 11.97. La relación A/C del patrón es 0.607, de la sustitución al 4% es 0.633 y del 8% es 0.661. Con la presente investigación se determinó que a los 28 días el concreto patrón llega a alcanzar una resistencia de 211.19 kg/cm<sup>2</sup> mientras que la resistencia a la compresión de la sustitución al 4% por ceniza de hoja de palto llega a 217.71 kg/cm<sup>2</sup> y está por encima en un 3.05% del patrón y sustitución al 8% por ceniza de hoja de palto llega a 227.26 kg/cm<sup>2</sup> y está por encima en un 7.6% del patrón.

## **ABSTRACT**

The purpose of the investigation will be to know the effect of cement substitution by ash of leaves of 4% of avocado and 8% of cement, study that was carried out in the district of Pariacoto, province of Huaraz, 2018, in to know if we can achieve an  $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ .

Within the methodology, the activation range of the avocado leaf ash was determined, which is  $430^\circ\text{C}$ , its chemical composition is  $\text{SiO}_2$  17,031%,  $\text{CaO}$  54.270%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  8.957%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  1.544%,  $\text{K}_2\text{O}$  8.819% among others, considered adequate for its use. It does not present problems with the pH, since in the 4% substitution it has a pH of 12.03 and at 8% it has a pH of 11.97. The A / C ratio of the pattern is 0.607, 4% substitution is 0.633 and 8% is 0.661. With the present investigation it was determined that after 28 days the concrete pattern reaches a resistance of  $211.19 \text{ kg / cm}^2$ , while the compressive strength of the 4% substitution for the avocado leaf ash reaches  $217.71 \text{ kg / cm}^2$  and is up at 3.05% of the standard and the 8% substitution for avocado leaf ash reaches  $227.26 \text{ kg / cm}^2$  and is found at the top in 7.6% of the pattern

## ÍNDICE GENERAL

<b>PALABRAS CLAVE:</b> .....	<b>i</b>
<b>TITULO</b> .....	<b>ii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>v</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. METODOLOGÍA DEL TRABAJO</b> .....	<b>12</b>
<b>III. RESULTADOS</b> .....	<b>19</b>
<b>IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>43</b>
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	<b>46</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>47</b>
<b>VII. REFERENCIA BIBLIGRAFICAS</b> .....	<b>48</b>
<b>VIII. APÉNDICES Y ANEXO</b> .....	<b>50</b>

## LISTA DE TABLA

<i>Tabla N° 1: Granulometría del agregado fino (canto rodado)</i> .....	19
<i>Tabla N° 2: Granulometría del agregado grueso (piedra chancada)</i> .....	20
<i>Tabla N° 3: Del Agregado Grueso (Piedra chancada)</i> .....	21
<i>Tabla N° 4: Del Agregado Fino (Canto rodado)</i> .....	21
<i>Tabla N° 5: Peso Unitario de agregado grueso (Piedra chancada)</i> .....	21
<i>Tabla N° 6: Peso Unitario de agregado fino (Canto rodado)</i> .....	22
<i>Tabla N° 7: gravedad específica y % de absorción del agregado fino(canto rodado)</i> .....	22
<i>Tabla N° 8:gravedad específica y % de absorción del agregado grueso(piedra chancada)</i> .....	23
<i>TABLA N° 9: Peso específico del cemento, ceniza y cemento sustituido en 4% y 8% por ceniza de hojas de palto</i> .....	23
<i>Tabla N° 10: cantidad de materiales por probeta de concreto patrón <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup></i> .....	31
<i>Tabla N° 11 : Cantidad de materiales por probeta de concreto experimental con cemento sustituido en 4% por ceniza de hoja de palto</i> .....	32
<i>Tabla N° 12 : Cantidad de materiales por probeta de concreto experimental con cemento sustituido en 8% por ceniza de hoja de palto</i> .....	32
<i>Tabla N° 13: Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días de edad</i> .....	33
<i>Tabla N° 14: Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días de edad</i> .....	35
<i>Tabla N° 15: Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días de edad</i> .....	37
<i>TABLA N° 16: Resumen de resistencia a la compresión</i> .....	39
<i>Tabla N° 17: Fórmulas de análisis de varianza (Anova)</i> .....	40
<i>Tabla N° 18: Análisis De Varianza</i> .....	41
<i>Tabla N° 19: Composición elemental de la muestra de ceniza de hoja de palto según frx</i> .....	42
<i>Tabla N° 20: Análisis de pH de la ceniza de hoja de palto, cemento y combinaciones</i> .....	42

## LISTA DE GRAFICOS

<i>Grafico N° 1: curva granulométrica del agregado fino .....</i>	<i>19</i>
<i>Grafico N° 2: Curva granulométrica del agregado grueso.....</i>	<i>20</i>
<i>Grafico N° 3 resistencia a la compresión a los 7 días de edad.....</i>	<i>34</i>
<i>Grafico N° 4: Resistencia a la compresión a los 14 días de edad.....</i>	<i>36</i>
<i>Grafico N° 5: Resistencia a la compresión a los 14 días de edad.....</i>	<i>38</i>
<i>Grafico N° 6: Comparación de la resistencia a la compresión del concreto patrón y experimentales a los 7, 14 y 28 días de curado .....</i>	<i>39</i>

## I. INTRODUCCIÓN

El concreto es una mezcla de piedras, arena, agua y cemento que al solidificarse constituye uno de los materiales de construcción más resistente para hacer bases y paredes.

La importancia del concreto radica en su fácil maleabilidad, que le permite adaptarse a multitud de tipos diferentes de construcciones. Además, es resistente al fuego y muy económico, lo que lo convierte en el material más valorado en el mundo de la construcción.

El cemento es un componente fundamental del concreto, por lo cual en el presente trabajo de investigación se pretende determinar la resistencia de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con cemento sustituido en 4% y 8% por ceniza de hojas de palto del distrito de Pariacoto. 2018”

Se realizaron ensayos comparativos entre el concreto patrón y concreto con sustitución en un 4% y 8% del cemento por ceniza de hojas de palto, para lo cual se realizaron 27 especímenes cilíndricos de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, determinando la relación A/C para los diferentes diseños, para un  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ . El cemento utilizado corresponde a un Cemento Pórtland.

En los antecedentes se aprecia que Beltrán (2017), realizó un trabajo de investigación donde comparó concretos adicionando ceniza de cascarilla de arroz y puzolana natural concluyendo que el incremento de la resistencia del concreto no se ve afectada por sustituciones de hasta un 20% (óptimo) de CCA, siendo su valor de resistencia a 60 días equivalente al concreto con 10% (óptimo) de fly ash. Manteniendo constante la relación  $a/c=0.40$ . Al aumentar estos % de CCA (30%) y fly ash (15% y 25%) la resistencia del concreto, así como la trabajabilidad disminuyen.

Rodríguez (2013), en su tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad central de Venezuela de Venezuela, estudio La resistencia a

compresión en mezcla de concreto, sustituyendo en 10% en peso de cemento por cenizas de las hojas secas de la palma chaguaramo como material puzolánico. Los resultados concluyen que se puede utilizar en obras donde las resistencias no sean altas y se recomienda hacer un estudio químico para mejores resultados.

Fernández (2009), en su tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad central de Venezuela de Venezuela, estudio la Evaluación de concretos puzolánicos elaborados con contenido ceniza de hoja de maíz para uso estructural. Los resultados concluyen que la sustitución parcial de cemento portland por ceniza de hoja de maíz se obtienen mezclas de concreto con un índice puzolánico aceptable, pero provoca una mayor demanda de agua lo cual puede afectar a la resistencia a la compresión y se recomienda el uso a comunidades rurales asociadas a la producción de maíz.

Galicia (2016) en proyecto de investigación tuvo por objeto analizar la adición de ceniza de rastrojo de maíz al concreto, el cual determinó si este produce un incremento en la resistencia a la compresión y flexión. Dichas muestras estuvieron conformadas por especímenes circulares, los cuales fueron ensayados en proporciones de 2.5%, 5% y 7.5% de ceniza de rastrojo de maíz con respecto al peso del cemento, para 7, 14 y 28 días de edad y especímenes rectangulares en proporción de 5% con respecto al peso del cemento, para 28 días de edad. Fueron evaluados así los parámetros de resistencia tanto a la compresión como a la flexión, así mismo la consistencia, luego fueron comparadas dichas adiciones con un concreto patrón de calidad  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Partiendo de los resultados, se obtuvieron conclusiones entre las que destacan que la adición de 2.5%, 5% y 7.5% de ceniza de rastrojo de maíz a los 28 días para la resistencia a la compresión, se obtuvo un incremento del 30%, 35% y 47%, respectivamente con respecto al concreto patrón. La adición del 5% de ceniza de rastrojo de maíz a los 28 días para la resistencia a la flexión, se obtuvo  $19.20 \text{ kg/cm}^2$  y una resistencia a la flexión del concreto patrón de  $20.99 \text{ kg/cm}^2$ .

Lencinas (2017), realiza su tesis donde realiza ensayos de Resistencia a la Compresión (característica mecánica principal del concreto), se obtuvo que, con un contenido entre 2.5% y 5%, de ceniza de paja de trigo como sustituto en peso del cemento Portland Puzolánico IP; las Resistencias a la Compresión son semejantes a la del concreto Patrón  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> y un slump (asentamiento) de 2.6"-2.1" (poca trabajabilidad). Por lo que la ceniza de paja de trigo actúa como sustituto del cemento Portland Puzolánico IP en un porcentaje de 2.5%-5%, reduciendo su trabajabilidad a un slump de 2.6"-2.1" respectivamente, y obteniendo valores de resistencia a la compresión semejantes a la del concreto patrón. Se realizaron ensayos comparativos entre el concreto patrón con una resistencia de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y un slump de 3.2" (trabajable), sin inclusión de la ceniza de paja de trigo; y un concreto con contenido de ceniza de paja de trigo en diferentes porcentajes (2.5%, 5%, 7.5%, 10%) como sustituto en peso del cemento Portland Puzolánico IP.

Ruiz (2015) realizó la comparación de la resistencia a compresión incorporando ceniza de cáscara de arroz, afrecho de cebada y bagazo de caña de azúcar en valores de 0.5%, 1% y 1.5% con respecto al peso del cemento, realizando el ensayo a compresión correspondiente para edades de curado de 03, 07 y 14 días. Llegando a determinar que para cada tipo de ceniza incorporada, los resultados han variado notoriamente, cabe decir que se ha logrado incrementar la resistencia con respecto al mortero cemento – arena sin la incorporación de ningún tipo de aditivo en los siguientes porcentajes, con ceniza de cáscara de arroz, incremento la resistencia incorporando 0.5%, para el caso de ceniza de afrecho de cebada, con 0.5% de incorporación y para el caso de ceniza de bagazo de caña de azúcar con 1% de incorporación, pero entre los tres porcentajes máximos mencionados la resistencia máxima total se ha logrado con la incorporación de 1% de ceniza de bagazo de caña de azúcar.

Jiménez (2016), determinó la influencia en la resistencia a la compresión de concreto  $f'c= 210$  Kg/cm<sup>2</sup> usando agregados de la cantera Roca fuerte con la adición de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) en diferentes

porcentajes (8%, 10% y 12%), mediante ensayos a los 7, 14 y 28 días, obteniéndose resultados de resistencia a compresión al adicionar 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar de 245.18 Kg/cm a los 28 días, a este porcentaje de adición corresponde un incremento de la resistencia a compresión del 16.94% con respecto a la probeta patrón; al adicionar 10% de ceniza de bagazo de caña de azúcar alcanzó una resistencia de 245.31 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, a este porcentaje de adición corresponde un incremento de la resistencia a compresión del 17.00% con respecto a la probeta patrón y con la adición de 12% de ceniza de bagazo de caña de azúcar alcanzó una resistencia de 242.43 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, a este porcentaje de adición corresponde un incremento de la resistencia a compresión del 15.63% con respecto a la probeta patrón. Los resultados obtenidos nos indican que los concretos adicionados con ceniza de bagazo de caña de azúcar como puzolana artificial registran resistencias mayores a las del concreto convencional, evidenciándose el rango más adecuado entre 8% y 10%.

La presente investigación se fundamenta científicamente en la tecnología del concreto, en los principios básicos de la resistencia de materiales, así como en los estudios científicos que se viene realizando sobre la resistencia del concreto con la sustitución del cemento por ceniza.

La justificación de esta investigación es el aporte teórico del trabajo es que permite determinar los efectos que tendrá la resistencia a la compresión de un concreto en el cual el cemento ha sido sustituido parcialmente en los porcentajes de 4% y 8% con las cenizas de hojas de palto, y a la vez que permita beneficiar a la sociedad porque al sustituir las cenizas de las hojas de palto por cemento en el concreto, se reducirán los costos en la construcción logrando una buena eficacia en el concreto, y así poder lograr una variación positiva a la resistencia a la compresión.

La recolección de hojas de palto es de un costo económico bajo, puesto que se va a utilizar hojas provenientes de las podas que se realiza anualmente en la producción de dichos frutales, además su producción genera baja contaminación.

En el distrito de Pariacoto se cuenta con plantaciones de palto suficiente para producir la cantidad de ceniza necesaria puesto que la mayoría de los pobladores se dedica al cultivo de dichas plantas. Según investigaciones agronómicas realizadas, en las podas de limpieza de palto al año se obtiene hasta 100 hojas por planta.

Este trabajo es un aporte a la ingeniería civil por que conoceremos la importancia de las cenizas en la elaboración de concreto, es allí donde se fundamenta nuestra investigación que a corto plazo sería interesante para la construcción, debido a las técnicas constructivas.

De comprobarse como positiva la resistencia será de mucha importancia en la ingeniería civil debido a que las hojas del palto son materiales renovables que se puede utilizar en reemplazo parcial del cemento.

Para la presente investigación, se plantea el siguiente problema:

¿Cuál es la resistencia de un concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  cuando se sustituye el cemento en un 4% y 8% por ceniza de hojas de palto del distrito de Pariacoto?

Según Jiménez (2016) el concreto es una mezcla de material aglomerante (conglomerante) y agregados fino y grueso. En el concreto normal, comúnmente se usan como medio aglomerante el cemento Portland y el agua, pero también pueden contener puzolanas y/o aditivos químicos (NTP 339.047, 2006).

El cemento es un aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas de calizas, areniscas y arcillas, de manera de obtener un polvo muy fino que en

presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes. Galecia (2016).

El cemento es un aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas de calizas, areniscas y arcillas, de manera de obtener un polvo muy fino que en presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes. Galecia (2016).

Valencia E. (2013) afirma que cuantitativamente el componente más importante del cemento es la cal, siguiéndola a gran distancia la sílice, a está la alúmina y finalmente el óxido de hierro. Composición de la Materia Prima para la elaboración del cemento: Oxido de Calcio (CaO), Oxido de Silice (SiO<sub>2</sub>), Oxido de Aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Oxido de Fierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Oxido de Magnesio, Sodio.

Es el conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas en la NTP 400.011. Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10 mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo del agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm. Martínez (2009).

Según la cantidad de agua que interviene en la mezcla es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de la necesaria para la hidratación del cemento. El problema principal del agua de mezcla reside en las impurezas y la cantidad de estas, que ocasionan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento. Galecia (2016).

La norma de concreto armado E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones clasifica como agregado grueso al material retenido en el tamiz N°4; la grava, proveniente de la desintegración de los materiales pétreos; la piedra triturada o chancada. Asimismo, define al agregado fino como la arena proveniente de la

desintegración natural de las rocas. Finalmente, de acuerdo a dicha norma, los agregados deben cumplir con los requisitos de cada ensayo establecidos en cada NTP específica. Sotil, Z. (2015).

Según Montalvo, G. (2015), los aditivos son los componentes que tienen como función principal la mejora de las propiedades del concreto. Se clasifican en: acelerantes que se encargan de acortar el tiempo de fragua del concreto, retardadores que alargan el tiempo de fragua del concreto, incorporadores de aire que son aditivos que se encargan de agregar burbujas de aire al concreto, esto generalmente se utiliza en zonas donde se presentan heladas y plastificantes que son aditivos que disminuyen el contenido de agua en el concreto y aumentan considerablemente la facilidad de colocación, consolidación y acabado del concreto fresco.

Las diferencias de densidades entre los componentes del concreto provocan una tendencia natural a que las partículas más pesadas desciendan, pero en general, la densidad de la pasta con los agregados finos es sólo un 20% menor que la de los gruesos (para agregados normales). Cuando la viscosidad del mortero se reduce por insuficiente concentración la pasta, mala distribución de las partículas o granulometría deficiente. Lencinas (2017).

Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto. Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina es la molienda de este y mayor es el porcentaje de material menor que la malla N° 100, la exudación será menor pues se retiene el agua de mezcla. Lencinas (2017).

Montalvo, G. (2015), afirma que el tiempo de fraguado es lo que demora el concreto en llegar a su estado endurecido. El fraguado puede ser medido mediante la aguja de Vicat.

La densidad del concreto se define como el peso por unidad de volumen. Depende de la densidad real y de la proporción en que participan cada uno de los diferentes materiales constituyentes del hormigón. Para los hormigones convencionales, formados por materiales granulares provenientes de rocas no mineralizadas de la corteza terrestre su valor oscila entre 2.35 y 2.55 kg/dm<sup>3</sup>. Abanto (2007).

La resistencia es una de las propiedades más importantes del hormigón, ya que se emplea frecuentemente para definir su calidad. El hormigón, en su calidad de constituyente de un elemento estructural, queda sometido a las tensiones derivadas de las solicitaciones que actúan sobre éste. Abanto (2007).

Es un árbol siempre verde de hasta 15 metros de altura, de tronco recto, corto y corteza rugosa. Hojas grandes, verdes, simples, alternas, de 6 - 30 cm de largo, que forman un ramaje denso y muy abundante. Flores pequeñas, arracimadas fragantes, blanco-verdosas, 1 - 3 cm de ancho. Fruto comestible en forma de drupa esférica o piriforme cáscara gruesa de color variable: verde, amarillo violeta. La pulpa es grasosa, amarillenta o verde semilla única, dura, ovalada, oleosa. INIA (2008).

Los frutos se cosechan antes de madurar y se refrigeran; después de podar las ramas las hojas se recolectan y se secan a la sombra. Los tallos y las hojas del palto son desechos que se utiliza como leña o bien en quema por parte de los productores que lo utilizan como fertilizante de sus campos de cultivo. INIA (2008).

Ríos, G. (2011), afirma que la granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determinan por el análisis granulométrico. El tamaño de partícula del árido se determina por medio de mallas con abertura cuadrada. Las siete mallas para agregado fino, tienen

aberturas que varían desde la malla N° 4 hasta la N° 200. Las trece mallas para el agregado grueso tienen aberturas que varían desde 3/8" hasta 4".

Abanto, F. (2003) define como agregado grueso al material retenido en el Tamiz NTP 4.75 mm o el Tamiz N°4, y que cumple con los límites establecidos en las Normas NTP 400.037 ó ASTM C 33. El agregado grueso puede consistir de piedra partida, grava natural o triturada, agregados metálicos naturales o artificiales, concreto triturado, o una combinación de ellos. Estará conformado por partículas cuyo perfil ser preferentemente angular o semiangular, limpias, duras, compactas, resistentes, de textura preferentemente rugosa y libres de material escamoso o partículas blandas.

Según Abanto, F. (2003) de acuerdo a la Norma NTP 400.037, el tamaño máximo del agregado grueso es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa la muestra de agregado grueso. Granulometrías muy disímiles pueden dar el mismo valor del tamaño máximo del agregado grueso. Ello debe tenerse presente en la selección del agregado, de su granulometría y las proporciones de la mezcla.

Abanto, F. (2003) denomina peso unitario o peso volumétrico 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.

El peso específico de los agregados que se expresa también como densidad, adquiere importancia en la construcción cuando se requiere que el concreto tenga un peso límite. Además, el peso específico es un indicador de calidad en cuanto que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles, caso en que es recomendable efectuar pruebas adicionales. Valencia E. (2013).

Valencia E. (2013), menciona que, con respecto a la masa del agregado, el término vacíos se refiere a los espacios no ocupados entre las partículas de agregado. Puede decirse que este valor es la Diferencia entre el volumen bruto o volumen total de la masa de agregado y el Espacio realmente ocupado por las partículas.

Respecto a las variables consideradas en la presente investigación podemos mencionar que la variable dependiente es la resistencia a la compresión y la variable independiente que el tesista manipula la cantidad de ceniza de hoja de palto. En distintos porcentajes de sustitución de cemento por 4% y 8%.

A continuación, se presenta por separado los cuadros resumen de las variables dependiente e independiente considerando las definiciones: conceptual, operacional y su indicador.

**Cuadro N°01: variable dependiente**  
*Variable Dependiente, Resistencia A La Compresión*

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Indicador</b>
Resistencia a la compresión.	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento.	Es el esfuerzo máximo que puede soportar una probeta de concreto bajo una carga capaz de cumplir con las condiciones indicadas en la norma N.T.P.	Kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Cuadro N°02: variable independiente**

*Variable Independiente: Sustitución de cemento por 4% y 8% de ceniza de hojas de palto.*

<b>Variable independiente</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Indicador</b>
	Producto de la	Sustitución de un porcentaje de	0%
Cenizas de	calcineración a cielo	cemento por ceniza de hojas de	4%
hojas de palto.	abierto de las hojas de	palto a un diseño convencional de	
	palto.	concreto.	8%.

**Fuente:** Elaboración Propia.

La hipótesis planteada indica que Cuando se sustituye un 4% y 8% del cemento por ceniza de hojas de palto, se mejorará la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

El objetivo general es Determinar la resistencia de un concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> con cemento sustituido en 4% y 8% por ceniza de hojas de palto del distrito de Pariacoto.

Entre los objetivos específicos tenemos:

- ✓ Determinar el grado de calcineración de ceniza de hojas de palto mediante el ensayo del ATD (análisis térmico diferencial).
- ✓ Determinar la composición química de la ceniza de hojas de palto realizando el ensayo de Fluorescencia de Rayos X.
- ✓ Determinar el pH del cemento, de la ceniza de hojas de palto y la mezcla de cemento más ceniza de hojas de palto al 4% y 8%.
- ✓ Determinar la relación agua/cemento para un diseño de mezcla patrón y experimental al 4% y 8%.
- ✓ Determinar el peso específico de la ceniza de hoja de palto y combinación al 4% y 8%
- ✓ Evaluar y analizar las probetas de  $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> con 0%, 4% y 8% de ceniza de hojas de palto a los 7, 14 y 28 días y realizar análisis de resultados
- ✓ Realizar la validez de confiabilidad.

## II. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

Según el proceso es de tipo aplicada, puesto que la investigación está orientada a lograr un nuevo conocimiento destinado a procurar soluciones a fin de conocer el efecto de la sustitución del cemento en un 4% y 8% por ceniza de hojas de palto en la resistencia del concreto.

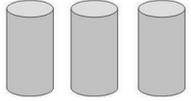
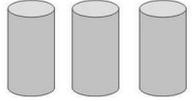
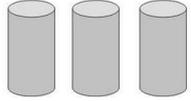
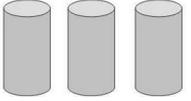
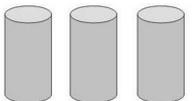
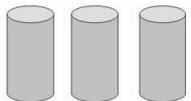
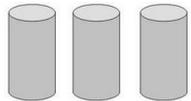
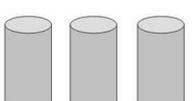
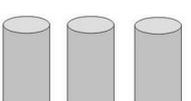
En coherencia con el fin de la ciencia es de tipo explicativa puesto que los datos de la investigación serán obtenidos por observación de fenómenos condicionados por el investigador. Se utiliza la experimentación.

Es un diseño experimental porque es un proceso en el cual estudiaremos el diseño convencional del concreto ( $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>) en comparación con el nuevo diseño elaborado con la sustitución parcial de ceniza de hojas de palto, el estudio en su mayor parte se concentrará en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Suelos, donde el investigador estará en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos.

Siendo su diseño de investigación el diseño de bloque completamente al azar:

Para la realización de la presente investigación se tuvo como población de estudio al conjunto de todas las probetas de diseño de concreto según el estándar de construcción establecido  $f'c=$  210 kg/cm<sup>2</sup>. Para lo cual se tuvo como materiales a los agregados grueso y fino, cemento y ceniza de hojas de palto.

**Cuadro N°03:** resumen de numero de probetas sin sustitución de cemento y probetas con sustitución de cemento por ceniza de hoja de palto al 4% y 8% vs. los días de curado

Días de curado	Probetas con ceniza de hojas de palto		
	0% (patrón)	4%	8%
7			
14			
28			

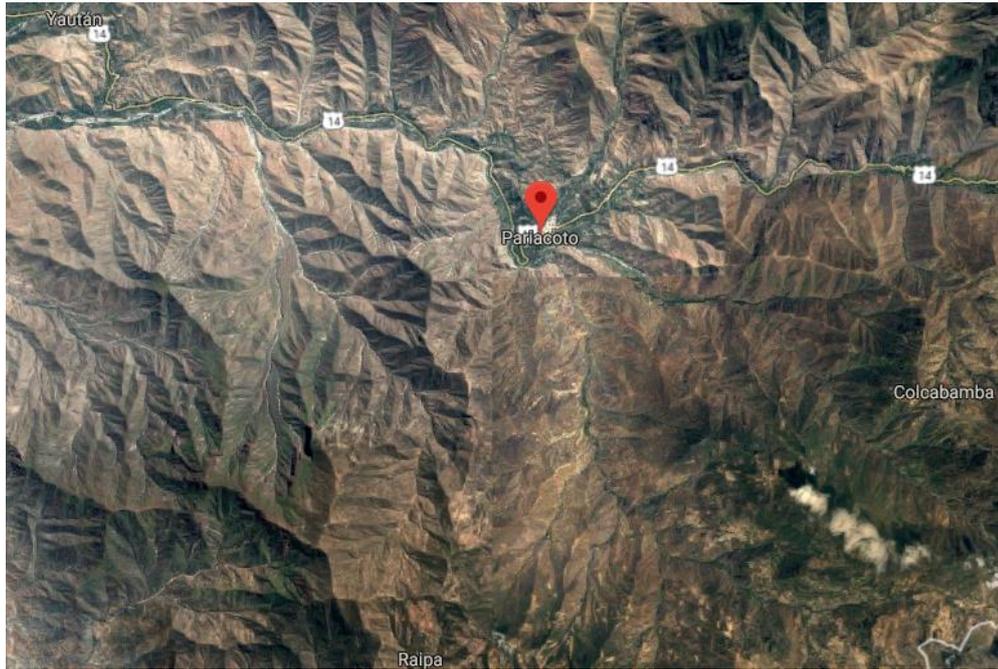
**Fuente:** Elaboración propia

Los agregados grueso y fino se obtuvieron de la cantera del río Santa ubicado en la localidad de Tacllán.

Las hojas de palto serán llevadas del distrito de Pariacoto, provincia de Huaraz - Ancash.

La muestra está constituida por 27 probetas de concreto con un diseño de  $f'c=210$  kg/cm. 9 probetas para 0% de ceniza, 9 probetas para 4% y 9 probetas para 8%.

La ubicación del material (ceniza de hoja de palto) se muestra en la siguiente imagen:



**Fuente:** Google earth

**Figura 1** Pariacoto, lugar de donde proviene la muestra.

Departamento de Ancash de la provincia de Huaraz del distrito de Pariacoto una Altitud: 1221 msnm .Latitud: 09°33'44" Sur. Longitud: 77°53'35" Oeste.

**Cuadro N°04:** Técnica e instrumento usado

<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Observación	Guía de observación. Fichas técnicas del laboratorio de las pruebas realizadas.

**Fuente:** Elaboración propia.

El instrumento utilizado fue una guía de observación para registrar las resistencias de las probetas patrón y experimentales y fichas de laboratorio para los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión.

Los datos obtenidos del laboratorio respecto a las resistencias a la compresión del concreto fueron ingresados a una hoja de cálculo de Microsoft Excel donde se realizaron los cálculos matemáticos y en el Software estadístico SPSS versión 21.0 en español se realizó la prueba de hipótesis a través de la prueba estadística de la ANOVA.

## **MATERIALES Y PROCEDIMIENTO**

### **Materiales**

Se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

- ✓ Cemento portland tipo I
- ✓ Ceniza de hoja de palto
- ✓ Agregado fino y grueso
- ✓ Agua
- ✓ Computadora
- ✓ Equipos de laboratorio de ensayo de suelos
- ✓ Mezcladora de concreto
- ✓ Impresora
- ✓ Calculadora
- ✓ Otros

### **Procedimiento**

Se realizaron los siguientes procedimientos:

Material experimental: **hoja de palto**

- ✓ Se acopio la hoja de palto de un sembrío ubicado en el distrito de Paricoto de la provincia de Huaraz del departamento de Ancash.
- ✓ El acopio de las hojas de palto.
- ✓ Se reunió en un montículo y se realizó una limpieza previa de elemento extraños como barro y otras plantas presentes.
- ✓ El material presentaba algunas impurezas como barro y restos material orgánico.

- ✓ Se procedió a seleccionar el material obteniendo solamente las hojas de palto que su aspecto superficial (limpio y seco).



*Imagen 02. Hoja de palto*

*Fuente: propia*

- ✓ Luego de su selección se procedió al guardó en sacos de yute, para posteriormente ser trasladados a un ambiente seco cubierto.
- ✓ Los sacos de yute tenían un peso aproximado de 18 kg cada uno de ellos.
- ✓ Se trasladó diez sacos con hoja de palto, con las condiciones de limpieza.
- ✓ Se procedió a secar la muestra directamente al sol por 1 semana, dejando un día se volteaba la orientación de las hojas de palto para que el sol seque de forma pareja.
- ✓ En ocasiones matinales y por la tarde se protegió la hoja de palto con un material plástico para evitar que la lluvia vuelva a humedecerlo.
- ✓ Se realizó un pre-quemado de la hoja de palto a cielo abierto teniendo cuidado de no contaminar la muestra.
- ✓ Este prequemado se realizó en un depósito de arcilla para no contaminar la muestra con carbono como lo hubiera sido si usáramos un depósito metálico: plomo, hierro, aluminio, etc.
- ✓ Posteriormente se extrajo una muestra de ceniza (20 gr) aproximadamente, esta se pasó por la malla N°200, inmediatamente se

guardó en una bolsa de papel para evitar que la muestra absorba agua del medio ambiente, debido a que el material es hidrófilo.

- ✓ Con los cuidados en su almacenamiento la muestra está lista para realizar el análisis térmico diferencial en el laboratorio de polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo.
- ✓ Con los resultados obtenidos se calcinó la hoja de palto prequemado en la mufla del laboratorio de suelos de Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo- Huaraz.
- ✓ La ceniza se enfrió por 24 horas posteriormente se almacenó en bolsas de papel impermeabilizando el contenido para evitar que el material experimental absorba agua del ambiente.

#### **Agregados**

- ✓ Se acopió el agregado fino y agregado grueso de la cantera de Taclán ubicado a 900 m al sur de Huaraz, distrito y provincia de Huaraz.
- ✓ Se recolectó a azar 4 sacos de agregado fino y agregado grueso previo cuarteo in situ, se trasladó el material al Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales de la Universidad San Pedro filial Huaraz.
- ✓ Se procedió a realizar los ensayos de laboratorio a los agregados, como son: granulometría, cálculo de peso unitario, gravedad específica y % de absorción del agregado grueso.
- ✓ Se realizó análisis de pH del cemento tipo I, así como la ceniza de hoja de palto y las combinaciones realizadas.
- ✓ Se realizó análisis FXRDE de ceniza de la hoja de palto en el laboratorio de Arqueometría de la Universidad Nacional de San Marcos.
- ✓ Con los datos obtenidos se procedió a calcular la cantidad de material a usar por cada molde.
- ✓ Se procedió a realizar las probetas de concreto con la ayuda de una mezcladora de concreto, mezclando la ceniza de hoja de palto en los porcentajes calculados.

- ✓ Se realizó el curado de las probetas Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales de la Universidad San Pedro filial Huaraz.
- ✓ Se procedió a realizar las roturas de las probetas a los 7, 14 y 28 días. Cuidando que los procedimientos sean los indicados en la norma correspondiente.
- ✓ Con la ganancia de resistencias calculadas se procedió a realizar el cuadro ANOVA.
- ✓ Se realizó la redacción de tesis con todos los datos que se obtuvo.

### III. RESULTADOS

TABLA N° 1: Granulometría del agregado fino (canto rodado).

Plg y #	ABERTURA mm	RETENIDO EN gr		% Retenido Acumulado	% Que pasa	Limite % Que	
		Parcial	Acumulado			Pasa ASTM C33	
3/8'	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00	95	100
8	2.36	416.00	416.00	18.28	81.72	80	100
16	1.18	507.00	923.00	40.55	59.45	50	85
30	0.60	452.00	1,375.00	60.41	39.59	25	60
50	0.30	397.00	1,772.00	77.86	22.14	5	30
100	0.15	261.00	2,033.00	89.32	10.68	0	10
200	0.08	104.00	2,137.00	93.89	6.11	0	5
FUENTE		139.00	2,276.00	100.00	0.00	—	—
Módulo de finura (MF):		2.86		Valor asumido este entre	2.35 a 3.15		

Fuente: Elaboración Propia.

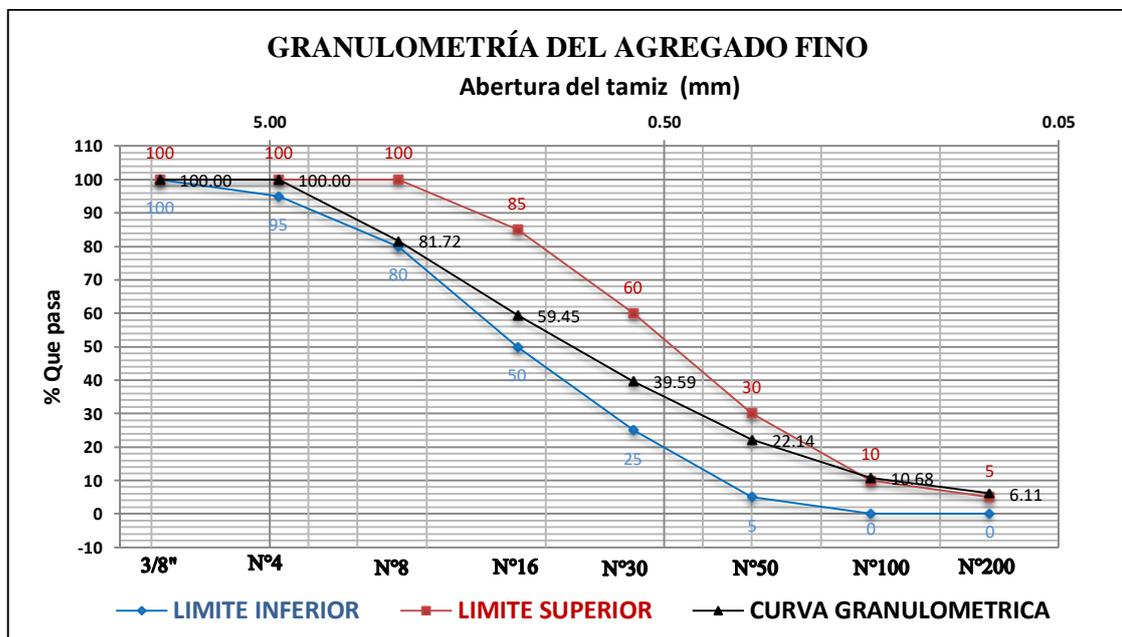


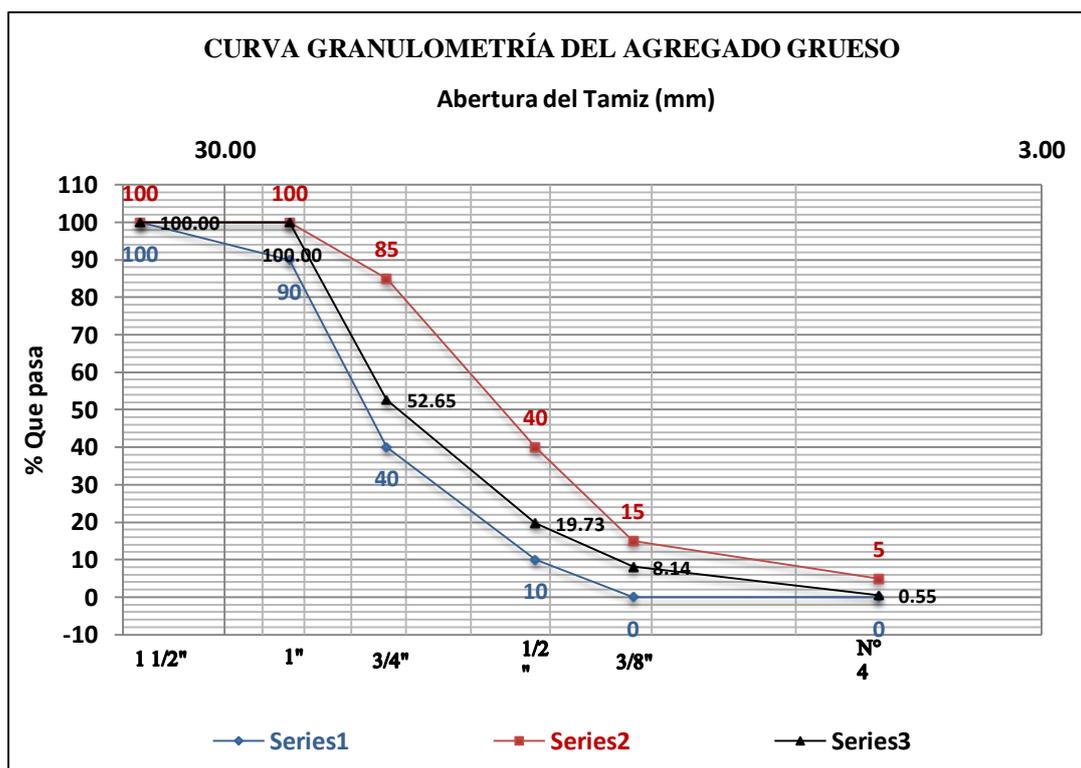
Gráfico N° 1: curva granulométrica del agregado fino

Fuente: Elaboración Propia.

**TABLA N° 2: Granulometría del agregado grueso (piedra chancada).**

ABERTURA Plg y #	mm	RETENIDO EN gr		% Retenido Acumulado	% Que pasa	Limite % Que Pasa ASTM C33	
		Parcial	Acumulado				
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	90	100
3/4"	19.00	5,003.00	5,003.00	47.35	52.65	40	85
1/2"	12.50	3,477.00	8,480.00	80.27	19.73	10	40
3/8"	9.50	1,225.00	9,705.00	91.86	8.14	0	15
N° 4	4.75	802.00	10,507.00	99.45	0.55	0	5
N° 8	2.36	58.00	10,565.00	100.00	0.00	-	-
<b>Módulo de finura (MF):</b>		<b>7.39</b>					

Fuente: Elaboración Propia.



**Grafico N° 2: Curva granulométrica del agregado grueso.**

Fuente: elaboración propia.

*TABLA N° 3: Del Agregado Grueso (Piedra chancada).*

<b>Del Agregado Grueso (Piedra chancada)</b>		
<b>N° de Tazón</b>	<b>14</b>	<b>16</b>
<b>1</b> Peso de recp. + suelo humed.	1,161.50	1,030.40
<b>2</b> Peso de recp. + suelo seco	1,154.80	1,023.90
<b>3</b> peso de agua = (1)+(2)	6.70	6.50
<b>4</b> peso de recipiente (gr)	169.70	162.00
<b>5</b> peso de suelo seco	985.10	861.90
<b>6</b> Humedad (3/5) x100 (%)	0.68	0.75
humedad promedio	0.72	

**Fuente:** Elaboración Propia.

*TABLA N° 4: Del Agregado Fino (Canto rodado).*

<b>Del Agregado Fino</b>		
<b>N° de Tazón</b>	<b>17</b>	<b>15</b>
<b>1</b> Peso de recp. + suelo humed.	766.90	764.90
<b>2</b> Peso de recp. + suelo seco	742.80	740.70
<b>3</b> peso de agua = (1)+(2)	24.10	24.20
<b>4</b> peso de recipiente (gr)	165.00	164.50
<b>5</b> peso de suelo seco	577.80	576.20
<b>6</b> Humedad (3/5) x100 (%)	4.17	4.20
humedad promedio %	4.19	

**Fuente:** Elaboración Propia.

*TABLA N° 5: Peso Unitario de agregado grueso (Piedra chancada).*

<b>Tipo de Peso Unitario</b>	<b>peso unitario suelto</b>			<b>peso unitario compactado</b>		
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>muestra N°</b>						
peso de material + molde	19,065.00	19,075.00	19,080.00	20,130.00	20,145.00	20,150.00
peso del molde	5,333.00	5,333.00	5,333.00	5,333.00	5,333.00	5,333.00
peso del material	13,732.00	13,742.00	13,747.00	14,797.00	14,812.00	14,817.00
volumen del molde	9,348.00	9,348.00	9,348.00	9,348.00	9,348.00	9,348.00
peso unitario	1.47	1.47	1.47	1.58	1.58	1.59
<b>promedio</b>		<b>1.47</b>			<b>1.58</b>	

**Fuente:** Elaboración Propia.

**TABLA N° 6: Peso Unitario de agregado fino (Canto rodado).**

Tipo de Peso Unitario muestra N°	peso unitario suelto			peso unitario compactado		
	I	II	III	I	II	III
peso de material + molde	7,855.00	7,860.00	7,867.00	8,301.00	8,313.00	8,326.00
peso del molde	3,426.00	3,426.00	3,426.00	3,426.00	3,426.00	3,426.00
peso del material	4,429.00	4,434.00	4,441.00	4,875.00	4,887.00	4,900.00
volumen del molde	2,776.00	2,776.00	2,776.00	2,776.00	2,776.00	2,776.00
peso unitario	1.60	1.60	1.60	1.76	1.76	1.77
<b>promedio</b>		<b>1.60</b>			<b>1.76</b>	

**Fuente:** Elaboración Propia.

**TABLA N° 7: gravedad específica y % de absorción del agregado fino(canto rodado).**

AGREGADO FINO	
IDENTIFICACION	N°02
<b>A</b> peso mat. Sat. Sup. Seca (en aire)	<b>300.00</b>
<b>B</b> peso frasco + agua	<b>670.70</b>
<b>C</b> peso frasco + agua + peso mat. Sup seca (aire) = (A+B)	<b>970.70</b>
<b>D</b> peso del material. + agua en el frasco	<b>857.30</b>
<b>E</b> vol. De masa + vol. De vacios = C-D	<b>113.40</b>
<b>F</b> peso de mat. Seco en estufa (105°C)	<b>296.60</b>
<b>G</b> vol. De masa = E-(A-F)	<b>110.00</b>
pe bulk (base seca) = F/E	<b>2.62</b>
pe bulk (saturada) = A/E	<b>2.65</b>
pe aparente (base seca ) =F/G	<b>2.70</b>
% de absorcion	<b>1.15</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

**TABLA N° 8:** gravedad específica y % de absorción del agregado grueso (piedra chancada).

<b>AGREGADO GRUESO</b>				
<b>IDENTIFICACION</b>	<b>21</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>A</b> Peso mat. Sat. Sup. Seca (en aire)	1,077.00	836.00	872.00	<b>928.33</b>
<b>B</b> Peso mat. Sat. Sup. Seca (en agua)	670.30	525.80	545.30	<b>580.47</b>
<b>C</b> Vol. De masa / vol. De vacíos = A-B	406.70	310.20	326.70	<b>347.87</b>
<b>D</b> Peso mat. Seco en estufa ( 105° C)	1,065.10	828.20	863.90	<b>919.07</b>
<b>E</b> vol. de masa =C-(A-D)	394.80	302.40	318.60	<b>338.60</b>
pe bulk (base seca) =D/C	2.62	2.67	2.64	<b>2.64</b>
pe bulk (base saturada) = A/C	2.65	2.70	2.67	<b>2.67</b>
pe aparente (base seca) = D/E	2.70	2.74	2.71	<b>2.72</b>
% de absorción = ((A-D)/D)x100	1.12	0.94	0.94	<b>1.00</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

**TABLA N° 9:** Peso específico del cemento, ceniza y cemento sustituido en 4% y 8% por ceniza de hojas de palto.

<b>PESO ESPECÍFICOS</b>			
material	Peso del material (gr)	Volumen desplazado (cm3)	Peso específico (gr/cm3)
Cemento Pórtland ASTM_C-150 TIPO I	500	158.80	<b>3.15</b>
Ceniza de hoja de palto	500	239.20	<b>2.09</b>
Cemento con 4% sustitución de ceniza de hoja de palto	500	160.50	<b>3.12</b>
Cemento con 8% sustitución de ceniza de hoja de palto	500	162.00	<b>3.09</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

## DISEÑO DE MEZCLA (PATRON)

### 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:

- Pórtland ASTM\_C-150 TIPO I
- Peso específico.....3.15gr/cm<sup>3</sup>

#### B.- Agua:

- Potable, de la zona.

#### C.-Agregado Fino:       CANTERA       :   TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

- Peso específico de masa.                    2.65
- Peso unitario suelto.                        1600 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado.                 1760 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad.                     4.19 %
- Absorción .                                    1.15 %
- Módulo de fineza.                            2.86

#### D.- Agregado grueso:    CANTERA       :   TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal                    3/4"
- Peso específico de masa                     2.67
- Peso unitario suelto                         1470 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado                 1580 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad                     0.72 %
- Absorción                                     1.00%

## SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

## VOLUMEN UNITARIO DE 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 204 lt/m<sup>3</sup>

## RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

## RELACIÓN AGUA - CEMENTO EFECTIVO

Se obtiene una relación agua - cemento efectivo de 0.607

## FACTOR DE CEMENTO

F.C.:  $204 / 0.684 = 298.25 \text{ kg/m}^3 = 7.02 \text{ bolsas / m}^3$

## VALORES DE DISEÑO SECOS

Cemento.....	298.246 Kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	204.000 lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	842.640Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	970.120 Kg/m <sup>3</sup>

## VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	298.246 kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	181.100 lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	877.950 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	977.100 kg/m <sup>3</sup>

## PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{298.25}{298.25} : \frac{842.640}{298.25} : \frac{970.12}{298.25}$$

1 : 2.83 : 3.25 : 29.07 lts / bolsa

## PROPORCIONES EN PESO CORREJIDOS

1 : 2.94 : 3.28 : 25.80 lts / bolsa

## DISEÑO DE MEZCLA

(4% SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO)

## 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:

- Pórtland ASTM\_C-150 TIPO I
- Peso específico.....3.15gr/cm<sup>3</sup>

B.- Agua:

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino: CANTERA : TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

- Peso específico de masa. 2.65
- Peso unitario suelto. 1600 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado. 1760 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad. 4.19 %
- Absorción . 1.15 %
- Módulo de fineza. 2.86

D.- Agregado grueso: CANTERA : TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2.67
- Peso unitario suelto 1470 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1580 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.72 %
- Absorción 1.00%

### SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

### VOLUMEN UNITARIO DE 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 204 lt/m<sup>3</sup>

### RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

La relación agua - cemento + ceniza de palto de 0.633

### VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	0.091 (m <sup>3</sup> )
4 % de hoja de palto.....	0.006 (m <sup>3</sup> )
Agua efectiva.....	0.204 (m <sup>3</sup> )
Agregado fino.....	0.316 (m <sup>3</sup> )
Agregado grueso.....	0.363 (m <sup>3</sup> )
Aire.....	<u>0.020 (m<sup>3</sup>)</u>
	1.000m <sup>3</sup>

### **PESOS SECOS**

Cemento.....	286.316kg/m <sup>3</sup>
4 % de hoja de palto.....	11.930 kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	204.000 lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	837.530kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	970.12k g/m <sup>3</sup>

### **PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento.....	286.32 kg/m <sup>3</sup>
4 % de hoja de palto.....	11.930 kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	181.255lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	872.63kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	977.100 kg/m <sup>3</sup>

### **PROPORCIONES EN PESO CORREJIDO**

$$\frac{286.32}{286.32} : \frac{11.930}{286.32} : \frac{872.63}{286.32} : \frac{977.10}{286.32}$$

$$1 : 0.04 : 3.05 : 3.41 : 26.90 \text{ lts / bolsa}$$

**DISEÑO DE MEZCLA**  
(8% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

**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:

- Pórtland ASTM\_C-150 TIPO I
- Peso específico.....3.15gr/cm<sup>3</sup>

B.- Agua:

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino:      CANTERA:      TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

- Peso específico de masa.                      2.65
- Peso unitario suelto.                              1600 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado.                      1760 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad.                              4.19 %
- Absorción    1.15 %
- Módulo de fineza.                                      2.86

D.- Agregado grueso:      CANTERA:      TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal                      3/4"
- Peso específico de masa                              2.67
- Peso unitario suelto                                      1470 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado                              1580 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad                                      0.72 %
- Absorción    1.00%

## SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

## VOLUMEN UNITARIO DE 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 204 lt/m<sup>3</sup>

## RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

La relación agua - cemento + ceniza de palto de 0.661

## VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	0.087 (m <sup>3</sup> )
4 % de hoja de palto.....	0.011 (m <sup>3</sup> )
Agua efectiva.....	0.204 (m <sup>3</sup> )
Agregado fino.....	0.314 (m <sup>3</sup> )
Agregado grueso.....	0.363 (m <sup>3</sup> )
Aire.....	<u>0.020 (m<sup>3</sup>)</u>
	1.000m <sup>3</sup>

## PESOS SECOS

Cemento.....	274.386kg/m <sup>3</sup>
4 % de hoja de palto.....	23.860kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	204.000 lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	832.430 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	970.120 kg/m <sup>3</sup>

## PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	274.386kg/m <sup>3</sup>
4 % de hoja de palto.....	23.860kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	181.411 lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	867.300kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	977.100 kg/m <sup>3</sup>

## PROPORCIONES EN PESO CORREJIDO

$$\frac{274.39}{274.39} : \frac{23.860}{274.39} : \frac{867.30}{274.39} : \frac{977.10}{274.39}$$

$$1 : 0.09 : 3.16 : 3.56 \quad 28.09 \text{ lts / bolsa}$$

## CALCULO DE CANTIDAD DE MATERIAL CANTERA TACLLAN –HUARAZ.

(Patrón)

### MEDIDA DE MOLDE

Diámetro:	15.240 cm
Altura:	30.480 cm
V. del molde:	5560.000 cm <sup>3</sup>
Mas el 10% del vol.:	6116.000 cm <sup>3</sup>
para 1 m <sup>3</sup> :	2334.396 kg
para: 0.00612 m <sup>3</sup>	14.277 kg → 15.000 kg

*TABLA N° 10: cantidad de materiales por probeta de concreto patrón f'c=210 kg/cm2.*

Materiales	Peso por m3	Para 1 probeta	para 9 probetas
–Cemento	298.246 kg/m3	1.916 kg	17.248 kg
–Agua efectiva	181.100 lt/m3	1.164 kg	10.473 kg
–Agregado fino humedo	877.950 kg/m3	5.641 kg	50.773 kg
–Agregado Grueso humedo	977.100 kg/m3	6.278 kg	56.506 kg
total	2334.396 kg/m3	15.000 kg	135.000 kg

Fuente: Elaboración Propia.

(Sustitución de ceniza de hoja de palto al 4%)

### MEDIDA DE MOLDE

Diámetro:	15.240 cm
Altura:	30.480 cm
V. del molde:	5560.000 cm <sup>3</sup>
Mas el 10% del vol.:	6116.000 cm <sup>3</sup>
para 1 m <sup>3</sup> :	2329.231 kg
para: 0.00612 m <sup>3</sup>	14.246 kg → 15.000 kg

**TABLA N° 11 :** Cantidad de materiales por probeta de concreto experimental con cemento sustituido en 4% por ceniza de hoja de palto.

<b>MATERIAL</b>	<b>peso por m3</b>	<b>Para 1 probeta</b>	<b>para 9 probetas</b>
-Cemento	286.316 kg/m3	1.844 kg	16.595 kg
-Ceniza de hoja de palto al 4 %	11.930 kg/m3	0.077 kg	0.691 kg
-Agua efectiva	181.255 lt/m3	1.167 kg	10.505 kg
-Agregado fino humedo	872.630 kg/m3	5.620 kg	50.577 kg
-Agregado Grueso humedo	977.100 kg/m3	6.292 kg	56.632 kg
total	2329.231	15.000 kg	135.000 kg

**Fuente:** Elaboración Propia.

**(Sustitución de ceniza de hoja de palto al 8%)**

**MEDIDA DE MOLDE**

Diámetro:	15.240 cm
Altura:	30.480 cm
V. del molde:	5560.000 cm <sup>3</sup>
Mas el 10% del vol.:	6116.000 cm <sup>3</sup>
para 1 m <sup>3</sup> :	2324.057 kg
para: 0.00612 m <sup>3</sup>	14.214 kg → 15.000 kg

**TABLA N° 12 :** Cantidad de materiales por probeta de concreto experimental con cemento sustituido en 8% por ceniza de hoja de palto.

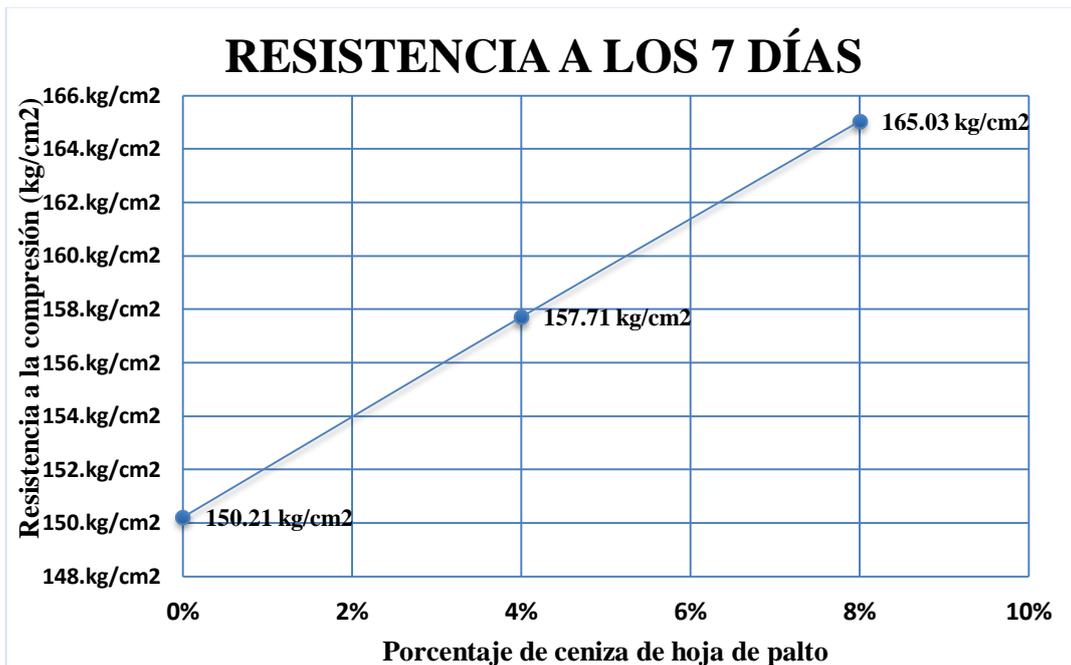
<b>Material</b>	<b>peso por m3</b>	<b>Para 1 testigo</b>	<b>Para 9 testigos</b>
-Cemento	274.386 kg/m3	1.771 kg	15.939 kg
-Ceniza de hoja de palto al 8 %	23.860 kg/m3	0.154 kg	1.386 kg
-Agua efectiva	181.411 lt/m3	1.171 kg	10.538 kg
-Agregado fino humedo	867.300 kg/m3	5.598 kg	50.380 kg
-Agregado Grueso humedo	977.100 kg/m3	6.306 kg	56.758 kg
total	2324.057	15.000 kg	135.000 kg

**Fuente:** Elaboración Propia.

**TABLA N° 13:** *Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días de edad.*

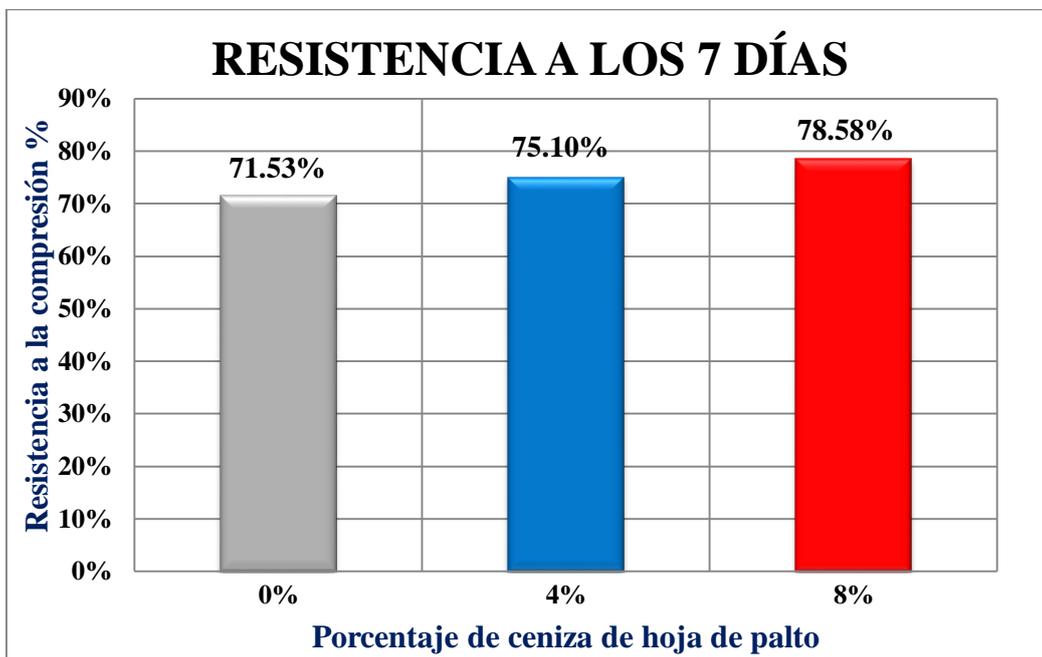
Probetas	% de Ceniza	Ø cm	h cm	V m <sup>3</sup>	Peso kg	Densidad del H° kg/m <sup>3</sup>	Densidad Promedio kg/m <sup>3</sup>	Área cm <sup>2</sup>	Carga (P) Kg	Esfuerzo de Compresión kg/cm <sup>2</sup>	f'c kg/cm <sup>2</sup>
1		15.01	30	0.00531	12.995	2447.96		176.95	25930	146.54	
2	0%	15.00	30	0.0053	12.960	2444.62	2448.88	176.71	26490	149.90	150.21
3		15.00	30	0.0053	13.010	2454.05		176.71	27250	154.20	
4		15.00	30	0.0053	12.890	2431.42		176.71	26540	150.19	
5	4%	15.10	30	0.00537	13.080	2434.68	2432.51	179.08	28180	157.36	157.71
6		15.00	30	0.0053	12.890	2431.42		176.71	29260	165.58	
7		15.00	30	0.0053	13.005	2453.11		176.71	27180	153.81	
8	8%	15.00	30	0.0053	12.990	2450.28	2454.53	176.71	29430	166.54	165.03
9		15.01	30	0.00531	13.060	2460.20		176.95	30920	174.74	

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Grafico N° 3:** Resistencia a la compresión a los 7 días de edad en kg/cm<sup>2</sup>.

**Fuente:** Elaboración Propia.



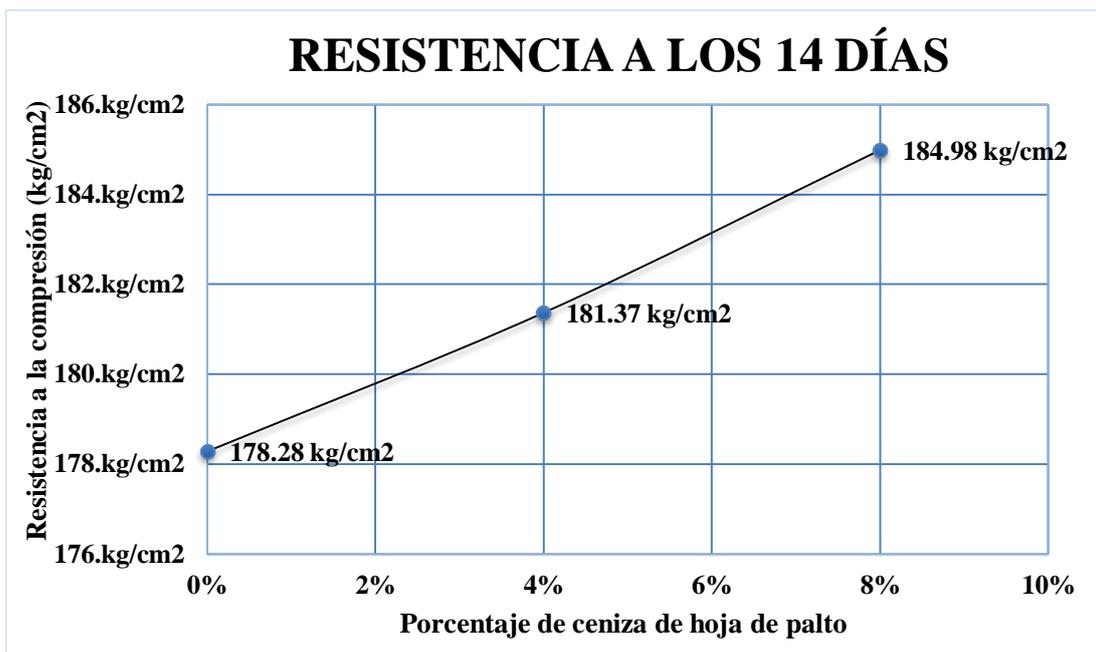
**Grafico N° 4:** resistencia a la compresión a los 7 días de edad en porcentaje

**Fuente:** Elaboración Propia.

**TABLA N° 14:** Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días de edad.

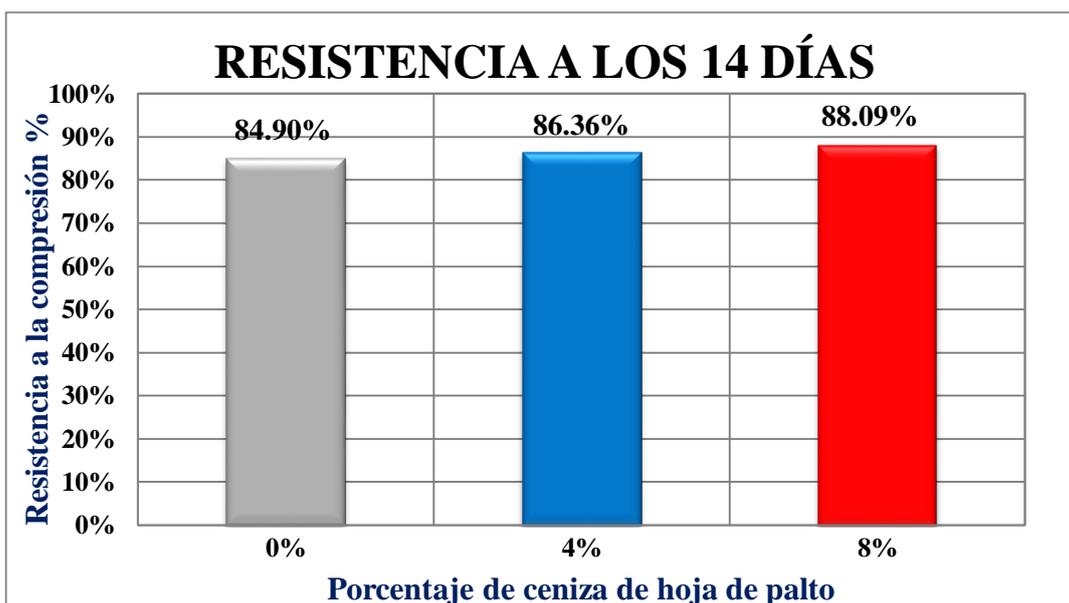
Probetas	% de Ceniza	Ø cm	h cm	V m <sup>3</sup>	Peso kg	Densidad del H° kg/m <sup>3</sup>	Densidad Promedio kg/m <sup>3</sup>	Área cm <sup>2</sup>	Carga (P) Kg	Esfuerzo de Compresión kg/cm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>
1		15.00	30	0.0053	13.050	2461.60		176.71	30550	172.88	
2	0%	15.00	30	0.0053	13.100	2471.03	2453.60	176.71	31040	175.65	178.28
3		15.01	30	0.00531	12.890	2428.18		176.95	32970	186.32	
4		15.00	30	0.0053	12.960	2444.62		176.71	29750	168.35	
5	4%	15.00	30	0.0053	13.040	2459.71	2450.91	176.71	32930	186.35	181.37
6		15.00	30	0.0053	12.980	2448.39		176.71	33470	189.40	
7		15.10	30	0.00537	13.005	2420.72		179.08	31240	174.45	
8	8%	15.00	30	0.0053	12.990	2450.28	2447.34	176.71	32930	186.35	184.98
9		15.00	30	0.0053	13.100	2471.03		176.71	34310	194.15	

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Grafico N° 5:** Resistencia a la compresión a los 14 días de edad en kg/cm<sup>2</sup>.

Fuente: Elaboración propia.



**Grafico N° 6:** Resistencia a la compresión a los 14 días de edad en porcentaje.

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA N° 15:** *Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días de edad.*

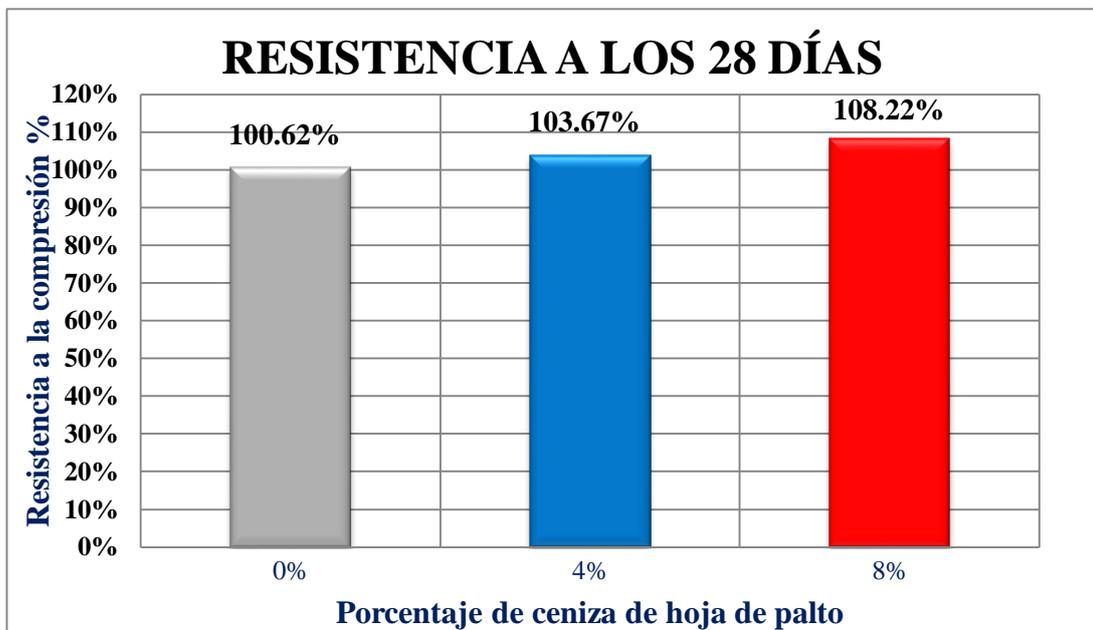
Probetas	% de Ceniza	Ø cm	h cm	V m <sup>3</sup>	Peso kg	Densidad del H° kg/m <sup>3</sup>	Densidad Promedio kg/m <sup>3</sup>	Área cm <sup>2</sup>	Carga (P) Kg	Esfuerzo de Compresión kg/cm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>
1		15.10	30	0.0054	13.002	2420.17		179.08	37264	208.09	
2	0%	15.10	30	0.0054	12.998	2419.42	2430.27	179.08	37620	210.08	211.29
3		15.00	30	0.0053	12.995	2451.22		176.71	38120	215.72	
4		15.00	30	0.0053	12.998	2451.79		176.71	37780	213.79	
5	4%	15.00	30	0.0053	13.002	2452.54	2442.73	176.71	38280	216.62	217.71
6		15.00	30	0.0053	12.850	2423.87		176.71	39360	222.73	
7		15.00	30	0.0053	13.005	2453.11		176.71	39090	221.20	
8	8%	15.20	30	0.0054	13.120	2410.10	2428.16	181.46	41280	227.49	227.26
9		15.10	30	0.0054	13.008	2421.28		179.08	41740	233.08	

**Fuente:** Elaboración propia.



**Grafico N° 7:** resistencia a la compresión a los 28 días de edad en kg/cm<sup>2</sup>.

Fuente: Elaboración propia.



**Grafico N° 8:** Resistencia a la compresión a los 28 días de edad en porcentaje.

Fuente: Elaboración propia.

## COMPARACIÓN DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN Y EXPERIMENTALES

TABLA N° 16: Resumen de resistencia a la compresión.

DÍAS	Patrón 0%	Experimental al 4%	Experimental al 8%
7 días	150.21 kg/cm <sup>2</sup>	157.71 kg/cm <sup>2</sup>	165.03 kg/cm <sup>2</sup>
14 días	178.28 kg/cm <sup>2</sup>	181.37 kg/cm <sup>2</sup>	184.98 kg/cm <sup>2</sup>
28 días	211.29 kg/cm <sup>2</sup>	217.71 kg/cm <sup>2</sup>	227.26 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia.

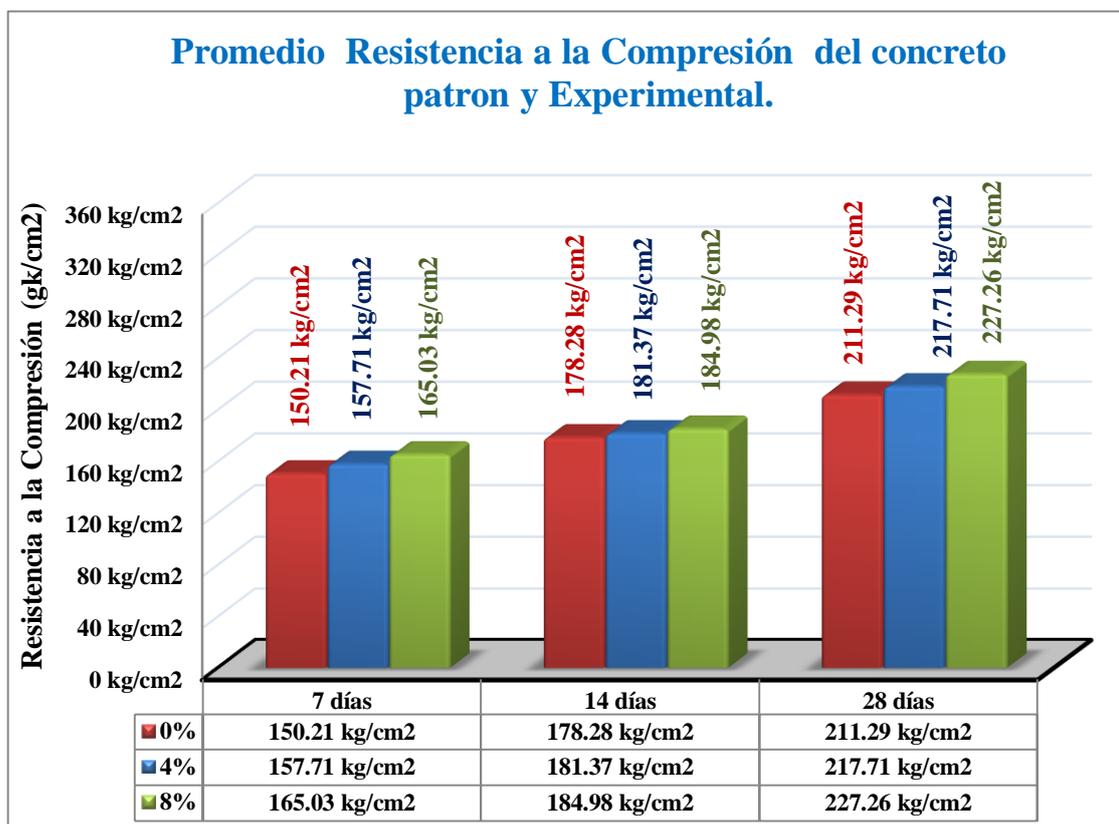


Grafico N° 9: Comparación de la resistencia a la compresión del concreto patrón y experimentales a los 7, 14 y 28 días de curado

Fuente: Elaboración propia.

## DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR (DBCA)

### Modelo Aditivo Lineal

$$\gamma_{ij} = \mu + \beta_j + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

- $\gamma_{ij}$  : Valor observado en la unidad experimental
- $\mu$  : Efecto de la media general
- $\beta_j$  : Efecto del j-esimo bloque j:1,2,3
- $\tau_i$  : Efecto del i-esimo tratamiento i:1,2,3,4,5.
- $\epsilon_{ij}$  : Efecto aleatorio del error experimental

### Análisis de Varianza

**TABLA N° 17:** Fórmulas de análisis de varianza (Anova)

FV	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	(b-1)	$\Sigma x^2.j/t - (\Sigma x)^2/bt$	$Sc_b/b-1$	$CM_b/CM_e$
Tratamientos	(t-1)	$\Sigma x^2.i./b - (\Sigma x)^2/bt$	$Sct/t-1$	$CM_t/CM_e$
Error Experimental	(b-1)(t-1)	$Sc_{total} - Sc_{bloque} - Sct$	$Sce/(b-1)(t-1)$	
Total	bt-1	$\Sigma x^2.. - (\Sigma x)^2/bt$		

**Fuente:** Elaboración propia.

**Análisis de varianza para determinar las diferencias de las resistencias del concreto patrón y experimentales  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>**

**TABLA N° 18: Análisis De Varianza**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	gl	Promedio de los cuadrados	F	Prob	Valor crítico para F
Días	5689.370	2	2844.685	<b>429.200</b>	0.05	<b>5.143</b>
Tipos de concreto	234.787	2	117.393	<b>17.712</b>	0.05	<b>5.143</b>
Error	26.511	4	6.628			
Total	5950.668	7				

**Fuente:** Elaboración propia.

Al ser los valores de la Probabilidad menores que 0.05 y la Fcalculada  $>$  Fcrítico, tal como se puede observar en la presente Tabla ( $429 > 5.143$  y  $17.712 > 5.143$ ), indica que existen diferencias significativas entre las resistencias a la compresión del concreto patrón y las experimentales con la sustitución de cemento en un 4% y 8% por ceniza de hoja de palto.

## COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CENIZA DE HOJA DE PALTO SEGÚN FRX

**TABLA N° 19:** *Composición elemental de la muestra de ceniza de hoja de palto según FRX.*

Óxido	% masa	Normalizado
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>	6.023	<b>8.957</b>
<b>SiO<sub>2</sub></b>	11.452	<b>17.031</b>
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	2.858	<b>4.251</b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	1.287	<b>1.914</b>
<b>ClO<sub>2</sub></b>	1.376	<b>2.046</b>
<b>K<sub>2</sub>O</b>	5.930	<b>8.819</b>
<b>CaO</b>	36.491	<b>54.270</b>
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0.089	<b>0.132</b>
<b>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	0.005	<b>0.007</b>
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.007	<b>0.011</b>
<b>MnO</b>	0.550	<b>0.818</b>
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	1.038	<b>1.544</b>
<b>Ni<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.009	<b>0.013</b>
<b>CuO</b>	0.010	<b>0.015</b>
<b>ZnO</b>	0.045	<b>0.067</b>
<b>SrO</b>	0.060	<b>0.090</b>
<b>ZrO</b>	0.008	<b>0.012</b>
<b>Totales</b>	67.239	<b>100.000</b>

Fuente: Elaboración propia.

## ANÁLISIS DE pH DE LA HOJA DE PALTO, CEMENTO Y COMBINACIONES

**TABLA N° 20:** *Análisis de pH de la ceniza de hoja de palto, cemento y combinaciones*

Parámetro	Valor obtenido	Método
<b>Cemento tipo I</b>	12.15	Colorímetro
<b>Ceniza de hoja de palto</b>	11.13	Colorímetro
<b>Cemento + 4% de ceniza de hoja de palto</b>	12.03	Colorímetro
<b>Cemento + 8% de ceniza de hoja de palto</b>	11.97	Colorímetro

Fuente: Elaboración propia.

#### IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

- ✓ Fernández (2009), en su tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad central de Venezuela de Venezuela, estudio la Evaluación de concretos puzolánicos elaborados con contenido ceniza de hoja de maíz para uso estructural. Los resultados concluyen que la sustitución parcial de cemento portland por ceniza de hoja de maíz se obtienen mezclas de concreto con un índice puzolánico aceptable .de la misma forma se obtuvo que la ceniza de hoja de palto tiene propiedades un material puzolánico procedente del distrito de Huaraz de la provincia de Pariacoto región Ancash.
- ✓ Los especímenes del concreto patrón tienen menores resistencias que los especímenes de los concretos experimentales con la sustitución del 4% y 8% de ceniza de hoja de palto.
- ✓ Los especímenes de los concretos experimentales con sustitución del 4% y 8% del cemento por ceniza de hojas de palto a mayor tiempo la resistencia a la compresión va en aumento.
- ✓ Los especímenes con sustitución al 4% y 8% del cemento por ceniza de hojas de palto, así como los especímenes del concreto patrón alcanzaron su resistencia óptima.
- ✓ En los resultados del peso específico se puede ver que el cemento tiene un peso específico 3.15 gr/cm<sup>3</sup> y el peso específico de la ceniza de hoja de palto 2.09 gr/cm<sup>3</sup>, mientras la combinación tiene 4% y 8% de la hoja de palto tienen un peso específico 3.12 gr/cm<sup>3</sup> y 3.09 gr/cm<sup>3</sup> esto hace que el volumen absoluto tiende a variar obteniendo en cada diseño mezcla. La relación A/C (Agua-Cemento) para el concreto patrón es 0.607 y concretos experimentales al 4% es 0.633 y al 8% es 0.661.
- ✓ el concreto, con su ambiente altamente alcalino (rango de pH de 12 a 13), protege al acero de refuerzo contra la corrosión. Esta protección se logra por la

formación de una capa de óxido pasivo sobre la superficie del acero que permanece estable en el ambiente altamente alcalino. Cuando progresa la carbonatación hacia la profundidad del refuerzo, la capa de óxido protectora y pasivadora deja de ser estable. A este nivel de pH (por debajo de 9.5), es posible que empiece la corrosión, resultando finalmente en el agrietamiento y astillamiento del concreto. En la tabla N° 20 se muestra el PH de los materiales obteniendo el 11.13 de pH de la ceniza de palto , del cemento en 12.15 de PH, la combinación de cemento con 4% de sustitución ceniza de hoja de palto en 12.03 de pH y la combinación de cemento con 8% de sustitución por ceniza de hoja de palto en 11.97 de pH, observando valores alcalinos que permitirán la reacción con el cemento para que la activación alcalina de materiales silicoaluminosos con disoluciones fuertemente alcalinas tras un corto periodo de curado permiten obtener un material con buenas propiedades cementantes.

- ✓ Los resultados del FRX de la ceniza de hoja de palto indican que, para la composición química de la hoja de palto, los porcentajes más relevantes son 17.031% de SiO<sub>2</sub> y 54.270% CaO los cuales podría a aportar la condición de material puzolánico; sin embargo, la suma de las mismas es de 71.301% superando el porcentaje requerido de 70% que indica la norma ASTM C618 1980. Por lo que la sustitución del cemento se realiza con un material similar a las condiciones del cemento, esto se ve reflejado en las resistencias de los concretos experimentales están por encima de los valores del patrón.
- ✓ Ya que cumple con la norma ASTM C618-00 La Sílice Y La Cal Constituyen, En Conjunto, Aproximadamente De 70% al 75% Del Total Clinker, En Forma De Silicatos Cálcidos De Distinta Basicidad.
- ✓ Según la norma ASTM C 150 la composición principal de óxidos del cemento son CaO es de 60% al 67% , SiO<sub>2</sub> es de 17 al 25% , Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> es de 3 al 8% y Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.5 al 6% al comparar resultados del FRX de la ceniza de hoja de palto , los porcentajes oxidos son 54.270% de CaO que está por debajo del límite en

5.73% pero aceptable ,17.031% de SiO<sub>2</sub> que está dentro del rango , 8.957% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> que pasa del límite en 0.957% y 1.544% de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> está dentro rango.

## V. CONCLUSIONES

- ✓ A los 28 días el concreto patrón llega a alcanzar una resistencia de 211.29 kg/cm<sup>2</sup> mientras que la resistencia a la compresión con 8% de sustitución de cemento por ceniza de hoja de palto está por encima en un 7.60%.
- ✓ la composición química de la hoja de palto, los porcentajes más relevantes son 17.031% de SiO<sub>2</sub> y 54.270% de CaO los cuales podría aportar la condición de material puzolánico; sin embargo, la suma de las mismas es de 71.301% superando el porcentaje requerido de 70% que indica la norma ASTM C618 la Sílice y la cal constituyen. en conjunto, aproximadamente del 70 % al 75% del total del clinker, en forma de silicatos cálcicos de distinta basicidad.
- ✓ Respecto al PH del cemento 12.15, la ceniza de hoja de palto 11.13 y de las combinaciones 4% y 8% es de 12.03 y 11.97 respectivamente permiten que al ser un aglomerante alcalino favorezca a la formación de un material con buena actividad puzolana. tan igual a la composición química.
- ✓ El rango de activación de la ceniza de hoja de palto proveniente del distrito de Pariacoto considerado para este estudio es 430°C.
- ✓ La relación A/C (Agua-Cemento) para el concreto patrón es 0.607 y concretos experimentales al 4% es 0.633 y al 8% es 0.661, según nuestros diseños.
- ✓ El peso específico del cemento es 3.15gr/cm<sup>3</sup>, de la ceniza hoja de palto es 2.09 gr/cm<sup>3</sup> y concretos experimentales al 4% es 3.12gr/cm<sup>3</sup> y al 8% es 3.09gr/cm<sup>3</sup>, según el ensayo realizado.
- ✓ En el cuadro ANOVA se puede ver que existen diferencias significativas entre las resistencias a la compresión del concreto patrón y las experimentales con la sustitución de cemento en un 4% y 8% de ceniza de hojas de palto.

## VI. RECOMENDACIONES

- ✓ A los tesisistas realizar investigaciones a fines a la presente investigación a fin de profundizar estudios sobre la resistencia de los concretos con la sustitución de materiales existentes en las diferentes zonas de la región y que sean sostenibles en su aplicación futura.
- ✓ Es necesario que los agregados al momento de realizar el ensayo destinado a obtener su peso específico, se encuentren en estado saturado superficie seca ya que esta condición es ideal para obtener resultados reales y confiables.
- ✓ Se sugiere que al momento de realizar los ensayos para la obtención de pesos unitarios (suelto y compactado) y específicos; el recipiente destinado a contener la muestra para el ensayo se encuentre sobre una superficie completamente plana a lo largo del ensayo.
- ✓ Se recomienda q el vaciado del concreto, la superficie debe encontrarse plana y dar un acabado rasante con fines sus caras sean paralelas, esta permitiría que la resistencia del concreta llegue a su resistencia óptima.
- ✓ A los tesisistas realizar investigaciones ensayar con las combinaciones en mayores proporciones y permitiría la presente investigación con la finalidad de profundizar estudios sobre la resistencia de los concretos con la sustitución de materiales existentes en las diferentes zonas de la región.
- ✓ En los estudios posteriores mejorar el tiempo de curado de los especímenes a más días de curado.
- ✓ A la universidad san pedro implementar más equipos para los diferentes ensayos y más pruebas en el laboratorio de la misma universidad.

## VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

- Abanto, f. (2011). tecnología del concreto. editorial san marcos. lima.
- Beltrán, k. (2017). “análisis comparativo de concretos adicionado con puzolanas artificiales de ceniza de cascarilla de arroz (cca), fly ash y puzolana natural”, tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. universidad nacional de san agustín, arequipa – perú.
- Galicia, m. (2016). “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  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>”. tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. universidad andina del cusco. cusco – perú.
- Jimenez, g. (2016) “resistencia a la compresión del concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> con la adición de diferentes porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar, 2016”. tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. universidad privada del norte. cajamarca – perú.
- Inia (2008). estudio de la palta en el perú y el mundo. ministerio de agricultura. lima – perú.
- Lencinas, f. (2017). “evaluación de mezclas de concreto con adiciones de ceniza de paja de trigo como sustituto en porcentaje del cemento portland puzolánico ip en la zona altiplánica”. Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Universidad nacional del altiplano. Puno – perú.
- Martínez r. (2009). calidad de dos bancos de agregados para concreto, en el departamento de Chiquimula”. tesis para optar el título de ing. civil. Guatemala.

- Ruiz, A. (2015) “resistencia a compresión del mortero cemento-arena incorporando ceniza de cáscara de arroz, afrecho de cebada y bagazo de caña de azúcar”. tesis para optar el grado de ingeniero civil. universidad privada del norte - Perú.
- Montalvo, G. (2015), "evaluación de la calidad del concreto a usar en construcciones informales en la ciudad de pimentel - Chiclayo - Lambayeque". tesis para optar el grado de ingeniero civil. Universidad nacional "Pedro Ruiz Gallo"
- Valencia E. (2013). Estudio experimental para determinar Patrones de correlación entre la resistencia a compresión y la velocidad de pulso ultrasónico en concreto simple. (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Católica Del Perú, Lima, Perú.
- Sotil, Z. (2015). Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand ff3 y concreto reforzado con fibras de acero Wirand® ff4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido. (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10757/581616>

## VIII. APÉNDICES Y ANEXO

### PANEL FOTOGRÁFICO



**Fotografía N° 01:** recolección de hoja de palto.



**Fotografía N°02:** Recolección de agregados grueso. Cantera Tacllan - Huaraz.



**Fotografía N°03:** Ensayo de peso unitario compactado del agregado grueso en laboratorio.



**Fotografía N°04:** Método de cuarteo para determinar las propiedades físicas del agregado grueso.



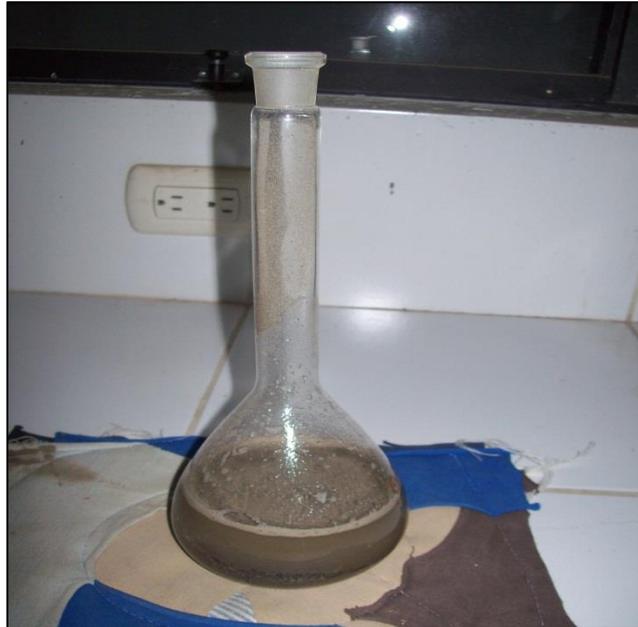
**Fotografía N°05:** Varillado de agregado fino.



**Fotografía N°06:** Proceso de tamizado de agregado fino.



**Fotografía 07:** Pesado de agregado grueso.



**Fotografía N°08:** Peso específico de agregado fino.



**Fotografía N°09:** Quemado de rastrojo de quinua en horno mufla.



**Fotografía N°10:** Ceniza usada en las pruebas.



**Fotografía N°11:** Elaboración de concreto en mezcladora mecánica.



**Fotografía N°12:** Varillado del concreto 25 golpes por capa.



**Fotografía N°13:** Comprobando la medida del asentamiento “prueba de slump”.



**Fotografía N°14:** enrasado y rotulado de las probetas de concreto.



**Fotografía N°15:** Probetas de concreto para la tesis las cuales se mantuvieron cubiertas por 24 horas antes de desencofrar y posteriormente sumergirlas en agua.



**Fotografía N°16:** Rotulado de probetas para controlar sus tiempos de curado, pesos, etc.



**Fotografía N°17:** Pesaje de probetas de concreto con balanza electrónica.



**Fotografía N°18:** Responsable de laboratorio inspeccionando las roturas de probetas



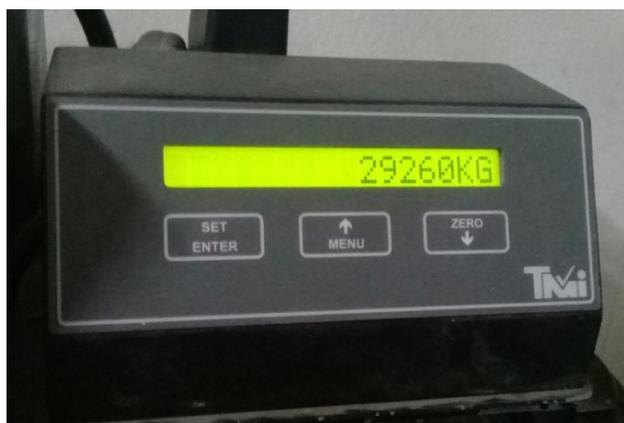
**Fotografía N° 19:** Roturas del patrón a los 7 días.



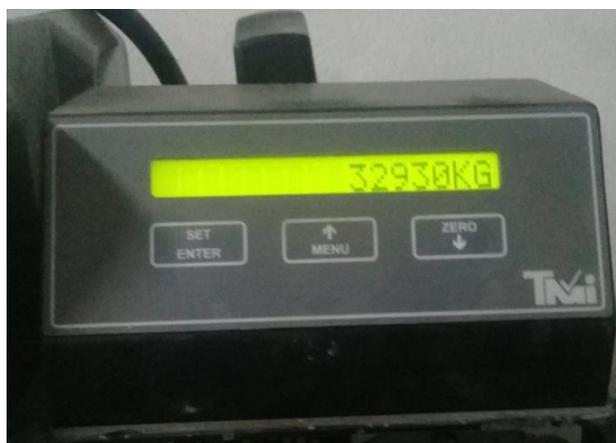
**Fotografía N° 20:** Roturas del patrón a los 14 días.



**Fotografía N° 21:** Roturas del patrón a los 28 días.



**Fotografía N<sup>o</sup> 22:** Roturas con sustitución al 4% a los 7 días.



**Fotografía N<sup>o</sup> 23:** Roturas con sustitución al 4% a los 14 días.



**Fotografía N<sup>o</sup> 24:** Roturas con sustitución al 4% a los 28 días.



**Fotografía N<sup>o</sup> 25:** Roturas con sustitución al 8% a los 7 días.



**Fotografía N<sup>o</sup> 26:** Roturas con sustitución al 8% a los 14 días.



**Fotografía N<sup>o</sup> 27:** Roturas con sustitución al 8% a los 28 días.



## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
TESIS	: "Resistencia de un Concreto F'C = 210Kg/Cm2 con Cemento Sustituido en 4% y 8% por Ceniza de Hojas de Palto del Distrito de Pariacoto"
SOLICITA	: <b>Bach. Colonia Huerta, Juan Carlos</b>
DISTRITO	: HUARAZ
PROVINCIA	: HUARAZ
PROG (KM.)	:
	HECHO EN : USP -HUARAZ
	FECHA 24/06/2019
	ASESOR

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	:
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO
PROF. (m)	:

AGREGADO GRUESO					
Nº TARRO		14	16		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1161,5	1030,4		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1154,8	1023,9		
PESO DE AGUA	(g)	6,70	6,50		
PESO DEL TARRO	(g)	169,70	162,0		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	985,10	861,9		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0,68	0,8		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	0,72			

AGREGADO FINO					
Nº TARRO		17	15		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	766,9	764,9		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	742,8	740,7		
PESO DE AGUA	(g)	24,10	24,20		
PESO DEL TARRO	(g)	165,00	164,5		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	577,80	576,2		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	4,17	4,2		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	4,19			



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE



## ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

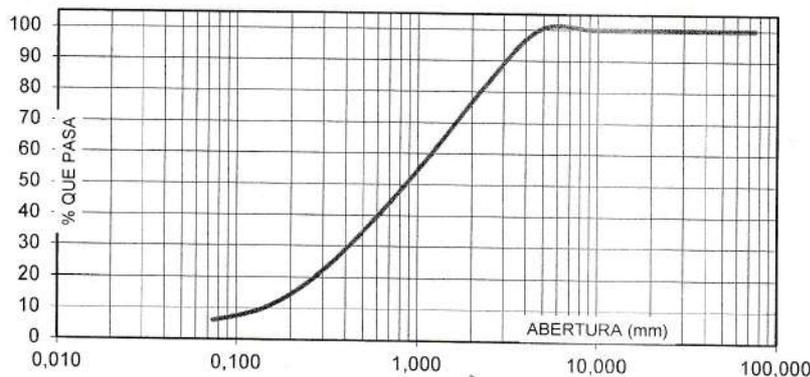
**SOLICITA :** Bach. Colonia Huerta, Juan Carlos  
**TESIS :** "Resistencia de un Concreto F'c = 210Kg/Cm2 con Cemento Sustituído en 4% y 8% por Ceniza de Hojas de Palto del Distrito de Pariacoto"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**FECHA :** 24/06/2019 **CANTERA :** TACLLAN **MATERIAL :** AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	2276
PESO SECO LAVADO	2137,00
PESO PERDIDO POR LAVADO	139,00

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	416,00	18,28	18,28	81,72
N° 16	1,180	507,00	22,28	40,55	59,45
N° 30	0,600	452,00	19,86	60,41	39,59
N° 50	0,300	397,00	17,44	77,86	22,14
N° 100	0,150	261,00	11,47	89,32	10,68
N° 200	0,075	104,00	4,57	93,89	6,11
PLATO		139,00	6,11	100,00	0,00
TOTAL		2276,00	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : # 8  
 MODULO DE FINEZA : 2,86  
 HUMEDAD : 4,19%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
 ENSAYOS DE MATERIALES  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 176544  
 JEFE



## ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

**SOLICITA :** Bach. Colonia Huerta, Juan Carlos  
**TESIS :** "Resistencia de un Concreto F'C = 210Kg/Cm2 con Cemento Sustituído en 4% y 8% por Ceniza de Hojas de Palto del Distrito de Pariacoto"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**FECHA :** 24/06/2019 **CANTERA :** TACLLAN **MATERIAL :** AGREGADO GRUESO

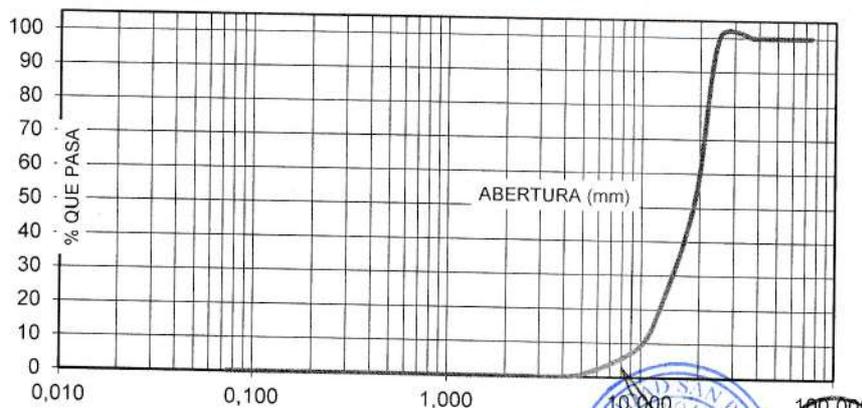
PESO SECO INICIAL	10565
PESO SECO LAVADO	10565,00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0,00

TAMIZ		PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)				
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	5003,00	47,35	47,35	52,65
1/2"	12,500	3477,00	32,91	80,27	19,73
3/8"	9,500	1225,00	11,59	91,86	8,14
N° 4	4,750	802,00	7,59	99,45	0,55
N° 8	2,360	58,00	0,55	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		10565,00	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"

HUMEDAD : 0,72%

### CURVA GRANULOMETRICA



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 Jefe

## PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

**SOLICITA** : **Bach. Colonia Huerta, Juan Carlos**  
**TESIS** : "Resistencia de un Concreto  $F'c = 210\text{Kg}/\text{Cm}^2$  con Cemento Sustituido en 4% y 8% por Ceniza de Hojas de Palto del Distrito de Pariacoto"  
**LUGAR** : HUARAZ  
**CANTERA** : TACLLAN  
**MATERIAL** : **AGREGADO FINO**  
**FECHA** : **24/06/2019**

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

300,0		
670,7		
970,7		
857,3		
113,4		
296,6		
110,0		
1,15		
1,15		

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

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

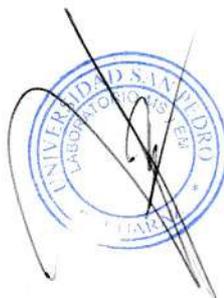
### PROMEDIO

2,62		
2,65		
2,70		

### PROMEDIO

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

2,62
2,65
2,70



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

*Elizabeth Maza Ambrosio*  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 116544  
 JEFE



## PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

**SOLICITA** : **Bach. Colonia Huerta, Juan Carlos**  
**TESIS** : "Resistencia de un Concreto  $f'c = 210 \text{Kg/Cm}^2$  con Cemento Sustituido en 4% y 8% por Ceniza de Hojas de Palto del Distrito de Pariacoto"  
**LUGAR** : HUARAZ  
**CANTERA** : TACLLAN  
**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO  
**FECHA** : 24/06/2019

**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. (%)** :

1077,0	836,0	872,0
670,3	525,8	545,3
406,7	310,2	326,7
1065,1	828,2	863,9
394,8	302,4	318,6
1,12	0,94	0,94
1,00		

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

### PROMEDIO

2,62	2,67	2,64
2,65	2,70	2,67
2,70	2,74	2,71

### PROMEDIO

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

2,64
2,67
2,72



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

## PESOS UNITARIOS

**SOLICITA :** Bach. Colonia Huerta, Juan Carlos  
**TESIS :** "Resistencia de un Concreto F'C = 210Kg/Cm2 con Cemento Sustituido en 4% y 8% por Ceniza de Hojas de Palto del Distrito de Pariacoto"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**CANTERA :** TACLLAN  
**MATERIAL :** AGREGADO FINO  
**FECHA :** 24/06/2019

### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7855	7860	7867
Peso de molde	3426	3426	3426
Peso de muestra	4429	4434	4441
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1595	1597	1600
<b>Peso unitario prom.</b>	1598 Kg/m3		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8301	8313	8326
Peso de molde	3426	3426	3426
Peso de muestra	4875	4887	4900
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1756	1760	1765
<b>Peso unitario prom.</b>	1761 Kg/m3		



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE

## PESOS UNITARIOS

**SOLICITA :** Bach. Colonia Huerta, Juan Carlos  
**TESIS :** "Resistencia de un Concreto F'C = 210Kg/Cm2 con Cemento Sustituido en 4% y 8% por Ceniza de Hojas de Palto del Distrito de Pariacoto"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**CANTERA :** TACLLAN  
**MATERIAL :** AGREGADO GRUESO  
**FECHA :** 24/06/2019

### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19065	19075	19080
Peso de molde	5333	5333	5333
Peso de muestra	13732	13742	13747
Volumen de molde	9348	9348	9348
Peso unitario	1469	1470	1471
<b>Peso unitario prom.</b>	1470 Kg/m3		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	20130	20130	20130
Peso de molde	5333	5333	5333
Peso de muestra	14797	14797	14797
Volumen de molde	9348	9348	9348
Peso unitario	1583	1583	1583
<b>Peso unitario prom.</b>	1583 Kg/m3		



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 116544  
 JEFE

## PESO ESPECIFICO

( CEMENTO )

**SOLICITA:** Bach. Colonia Huerta, Juan Carlos

**TESIS:** "Resistencia de un Concreto F'C = 210Kg/Cm2 con Cemento Sustituido en 4% y 8% por Ceniza de Hojas de Palto del Distrito de Pariacoto"

**LUGAR :** HUARAZ

**CANTERA :** -----

**MATERIAL :** CEMENTO

**FECHA:** 24/06/2019

PESO DE MATERIAL	500	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	158,8	gramos Cm3

PESO ESPECIFICO	$D = P/V = 500/158,8$
-----------------	-----------------------

PESO ESPECIFICO ARCILLA	3,15
-------------------------	------

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



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

## PESO ESPECIFICO

(CENIZA)

**SOLICITA:** Bach. Colonia Huerta, Juan Carlos

**TESIS:** "Resistencia de un Concreto F'C = 210Kg/Cm2 con Cemento Sustituido en 4% y 8% por Ceniza de Hojas de Palto del Distrito de Pariacoto"

**LUGAR :** HUARAZ

**CANTERA :** -----

**MATERIAL :** CENIZA DE HOJA DE PALTO

**FECHA:** 24/06/2019

PESO DE MATERIAL	500	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	239,2	gramos Cm3

PESO ESPECIFICO	$D = P/V = 500/239,2$
-----------------	-----------------------

PESO ESPECIFICO ARCILLA	2,09
-------------------------	------

**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  
*[Signature]*  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE

## PESO ESPECIFICO

(CEMENTO)

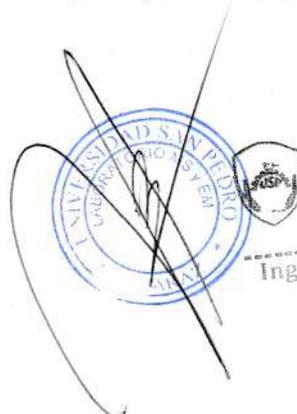
**SOLICITA:** Bach. Colonia Huerta, Juan Carlos  
**TESIS:** "Resistencia de un Concreto F'C = 210Kg/Cm2 con Cemento Sustituido en 4% y 8% por Ceniza de Hojas de Palto del Distrito de Pariacoto"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**CANTERA :** -----  
**MATERIAL :** CEMENTO CON 4% SUSTITUCION DE CENIZA  
**FECHA:** 24/06/2019

PESO DE MATERIAL	500	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	160,5	gramos Cm3

PESO ESPECIFICO	$D = P/V = 500/160,5$
-----------------	-----------------------

PESO ESPECIFICO ARCILLA	3,12
-------------------------	------

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



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

## PESO ESPECIFICO

(CEMENTO)

**SOLICITA:** Bach. Colonia Huerta, Juan Carlos

**TESIS:** "Resistencia de un Concreto F'C = 210Kg/Cm2 con Cemento Sustituido en 4% y 8% por Ceniza de Hojas de Palto del Distrito de Pariacoto"

**LUGAR:** HUARAZ

**CANtera:** -----

**MATERIAL:** CEMENTO CON 8% SUSTITUCION DE CENIZA

**FECHA:** 24/06/2019

PESO DE MATERIAL	500	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	162	gramos Cm3

PESO ESPECIFICO	$D = P/V = 500/162$
-----------------	---------------------

PESO ESPECIFICO ARCILLA	3,09
-------------------------	------

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



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE



**DISEÑO DE MEZCLA  
( PATRON)**

SOLICITA : Colonia Huerta, Juan Carlos  
 TESIS : Resistencia de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con cemento sustituido en 4% y 8% por ceniza de hojas de palto del distrito de pariacoto. 2018  
 CANTERA : Tacllan del Distrito de Huaraz de la Provincia de Huaraz  
 FECHA : 24/06/2019

**ESPECIFICACIONES**

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de  $210 \text{ kg/cm}^2$ , a los 28 días.

**MATERIALES**

A.- Cemento :

- Pórtland ASTM\_C-150 TIPO I
- Peso específico .....  $3.15 \text{ gr/cm}^3$

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino :

**CANTERA : TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ**

- Peso específico de masa 2.65
- Peso unitario suelto  $1600 \text{ kg/m}^3$
- Peso unitario compactado  $1760 \text{ kg/m}^3$
- Contenido de humedad 4.19 %
- Absorción 1.15 %
- Módulo de fineza 2.86

D.- Agregado grueso:

**CANTERA : TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ**

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal  $3/4''$
- Peso específico de masa 2.67
- Peso unitario suelto  $1470 \text{ kg/m}^3$
- Peso unitario compactado  $1580 \text{ kg/m}^3$
- Contenido de humedad 0.72 %
- Absorción 1.00 %



**SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO**

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



## VOLUMEN UNITARIO DE 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 204 lt/m<sup>3</sup>.

## RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

## RELACIÓN AGUA - CEMENTO EFECTIVO

Se obtiene una relación agua - cemento efectivo de 0.607

## FACTOR DE CEMENTO

F.C. :  $204 / 0.684 = 298.25 \text{ kg/m}^3 = 7.02 \text{ bolsas / m}^3$

## VALORES DE DISEÑO SECOS

Cemento.....	298.246	Kg/m3
Agua efectiva.....	204.000	Its/m3
Agregado fino.....	842.640	Kg/m3
Agregado grueso.....	970.120	Kg/m3

## VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	298.246	kg/m3
Agua efectiva.....	181.100	Its/m3
Agregado fino.....	877.950	kg/m3
Agregado grueso.....	977.100	kg/m3

## PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{298.25}{298.25} : \frac{842.640}{298.25} : \frac{970.12}{298.25}$$

1 : 2.83 : 3.25 : 29.07 lts / bolsa

## PROPORCIONES EN PESO CORREGIDOS

1 : 2.94 : 3.28 : 25.80 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  
JEFE



## DISEÑO DE MEZCLA ( 4% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : Colonia Huerta, Juan Carlos  
 TESIS : Resistencia de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con cemento sustituido en 4% y 8% por ceniza de hojas de palto del distrito de pariacoto. 2018  
 CANTERA : Tacllan Del Distrito De Huaraz Provincia De Huaraz  
 CENIZA : Procedencia de la Provincia de Huaraz del distrito de Pariacoto  
 FECHA : 24/06/2019

### ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedio  $210 \text{ kg/cm}^2$ , a los 28 días.

### MATERIALES

#### A.- Cemento :

- Pórtland ASTM\_C-150 TIPO I
- Peso específico .....  $3.15 \text{ gr/cm}^3$

#### B.- Agua :

- Potable, de la zona.

#### C.-Agregado Fino : CANTERA : TACLLAN-HUARAZ-HUARAZ

- Peso específico de masa 2.65
- Peso unitario suelto  $1600 \text{ kg/m}^3$
- Peso unitario compactado  $1760 \text{ kg/m}^3$
- Contenido de humedad 4.19 %
- Absorción 1.15 %
- Módulo de fineza 2.86

#### D.- Agregado grueso CANTERA : TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2.67
- Peso unitario suelto  $1470 \text{ kg/m}^3$
- Peso unitario compactado  $1580 \text{ kg/m}^3$
- Contenido de humedad 0.72 %
- Absorción 1.00 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 SAN PEDRO DE HUACRA  
 CANTERA  
 Tacllan  
 Huaraz  
 Huaraz  
 Ing. Eliza  
 2019

### 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 DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño maximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de  $204 \text{ lt/m}^3$  .

### RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684  
 La relación agua - cemento + ceniza de palto de 0.633

### VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	0.091	(m <sup>3</sup> )
4 % de hoja de palto.....	0.006	(m <sup>3</sup> )
Agua efectiva.....	0.204	(m <sup>3</sup> )
Agregado fino.....	0.316	(m <sup>3</sup> )
Agregado grueso.....	0.363	(m <sup>3</sup> )
Aire.....	0.020	(m <sup>3</sup> )
	<b>1.000</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

### PESOS SECOS

Cemento.....	286.316	kg/m <sup>3</sup>
4 % de hoja de palto.....	11.930	kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	204.000	lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	837.530	kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	970.120	kg/m <sup>3</sup>

### PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	286.316	kg/m <sup>3</sup>
4 % de hoja de palto.....	11.930	kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	181.255	lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	872.630	kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	977.100	kg/m <sup>3</sup>

### PROPORCIONES EN PESO CORREJIDO

$$\frac{286.32}{286.32} : \frac{11.930}{286.32} : \frac{872.63}{286.32} : \frac{977.10}{286.32}$$

1 : 0.04 : 3.05 : 3.41      26.903 lts / bolsa



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 110694  
 JEFE



## DISEÑO DE MEZCLA ( 8% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : Colonia Huerta, Juan Carlos  
 TESIS : Resistencia de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con cemento sustituido en 4% y 8% por ceniza de hojas de palto del distrito de pariacoto. 2018  
 CANTERA : Tacllan Del Distrito De Huaraz Provincia De Huaraz  
 CENIZA : Procedencia de la Provincia de Huaraz del distrito de Pariacoto  
 FECHA : 24/06/2019

### ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedio  $210 \text{ kg/cm}^2$ , a los 28 días.

### MATERIALES

#### A.- Cemento :

- Pórtland ASTM\_C-150 TIPO I
- Peso especifico .....  $3.15 \text{ gr/cm}^3$

#### B.- Agua :

- Potable, de la zona.

#### C.-Agregado Fino :

CANTERA : TACLLAN-HUARAZ-HUARAZ

- Peso especifico de masa 2.65
- Peso unitario suelto  $1600 \text{ kg/m}^3$
- Peso unitario compactado  $1760 \text{ kg/m}^3$
- Contenido de humedad 4.19 %
- Absorción 1.15 %
- Módulo de fineza 2.86

#### D.- Agregado grueso

CANTERA : TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal  $3/4"$
- Peso especifico de masa 2.67
- Peso unitario suelto  $1470 \text{ kg/m}^3$
- Peso unitario compactado  $1580 \text{ kg/m}^3$
- Contenido de humedad 0.72 %
- Absorción 1.00 %

### SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

### VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de  $3" \text{ a } 4"$ , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño maximo nominal de  $3/4"$ , el volumen unitario de agua es de  $204 \text{ lt/m}^3$ .

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
 ENSAYO DE MATERIALES  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 D.P. 110544  
 JEFE





## RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684  
 La relación agua - cemento + ceniza de palto de 0.661

## VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	0.087	(m <sup>3</sup> )
8 % de hoja de palto.....	0.011	(m <sup>3</sup> )
Agua efectiva.....	0.204	(m <sup>3</sup> )
Agregado fino.....	0.314	(m <sup>3</sup> )
Agregado grueso.....	0.363	(m <sup>3</sup> )
Aire.....	0.020	(m <sup>3</sup> )
	<b>1.000</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

## PESOS SECOS

Cemento.....	274.386	kg/m <sup>3</sup>
8 % de hoja de palto.....	23.860	kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	204.000	lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	832.430	kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	970.120	kg/m <sup>3</sup>

## PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	274.386	kg/m <sup>3</sup>
8 % de hoja de palto.....	23.860	kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	181.411	lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	867.300	kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	977.100	kg/m <sup>3</sup>

## PROPORCIONES EN PESO CORREJIDO

$$\frac{274.39}{274.39} : \frac{23.860}{274.39} : \frac{867.30}{274.39} : \frac{977.10}{274.39}$$

1 : 0.09 : 3.16 : 3.56      28.093 lts / bolsa


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



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (A LOS 7 DÍAS)

tesis: "RESISTENCIA DE UN CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 4% Y 8% POR CENIZA DE HOJAS DE PALTO DEL DISTRITO DE PARIACOTO. 2018"

**solicita :** Bach: Colonia Huerta, Juan Carlos  
**Origen :** Cantera de Tacllan del Dist. de Huaraz de la Prov. Huaraz  
**Fecha :** 24 de junio del 2019  
**F'c :** 210 kg/cm<sup>2</sup>  
**Fecha inicio curado:** 4 de junio del 2018  
**Fecha de Rotura:** 11 de junio del 2018

Probetas	% de Ceni	Ø cm	h cm	V m <sup>3</sup>	Peso kg	Densidad del H° kg/m <sup>3</sup>	Densidad Promedio kg/m <sup>3</sup>	Área cm <sup>2</sup>	Carga (P) Kg	Esfuerzo de Compresión kg/cm <sup>2</sup>	f'c kg/cm <sup>2</sup>
1	0%	15.01	30	0.00531	12.995	2447.96	2448.88	176.95	25930	146.54	150.21
2		15.00	30	0.0053	12.960	2444.62		176.71	26490	149.90	
3		15.00	30	0.0053	13.010	2454.05		176.71	27250	154.20	
4	4%	15.00	30	0.0053	12.890	2431.42	2432.51	176.71	26540	150.19	157.71
5		15.10	30	0.00537	13.080	2434.68		179.08	28180	157.36	
6		15.00	30	0.0053	12.890	2431.42		176.71	29260	165.58	
7	8%	15.00	30	0.0053	13.005	2453.11	2454.53	176.71	27180	153.81	165.03
8		15.00	30	0.0053	12.990	2450.28		176.71	29430	166.54	
9		15.01	30	0.00531	13.060	2460.20		176.95	30920	174.74	



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 116544  
 JEFE



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (A LOS 14 DÍAS)

tesis: "RESISTENCIA DE UN CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 4% Y 8% POR CENIZA DE HOJAS DE PALTO DEL DISTRITO DE PARIACOTO. 2018"

**solicita :** Bach: Colonia Huerta, Juan Carlos  
**Origen :** Cantera de Tacllan del Dist. de Huaraz de la Prov. Huaraz  
**Fecha :** 24 de junio del 2019  
**F'c :** 210 kg/cm<sup>2</sup>  
**Fecha inicio curado:** 4 de junio del 2018  
**Fecha de Rotura:** 18 de junio del 2018

Probetas	% de Ceniza	Ø cm	h cm	V m <sup>3</sup>	Peso kg	Densidad del Hº kg/m <sup>3</sup>	Densidad Promedio kg/m <sup>3</sup>	Área cm <sup>2</sup>	Carga (P) Kg	Esfuerzo de Compresión kg/cm <sup>2</sup>	f'c kg/cm <sup>2</sup>
1	0%	15.00	30	0.0053	13.050	2461.60	2453.60	176.71	30550	172.88	178.28
2		15.00	30	0.0053	13.100	2471.03		176.71	31040	175.65	
3		15.01	30	0.00531	12.890	2428.18		176.95	32970	186.32	
4	4%	15.00	30	0.0053	12.960	2444.62	2450.91	176.71	29750	168.35	181.37
5		15.00	30	0.0053	13.040	2459.71		176.71	32930	186.35	
6		15.00	30	0.0053	12.980	2448.39		176.71	33470	189.40	
7	8%	15.10	30	0.00537	13.005	2420.72	2447.34	179.08	31240	174.45	184.98
8		15.00	30	0.0053	12.990	2450.28		176.71	32930	186.35	
9		15.00	30	0.0053	13.100	2471.03		176.71	34310	194.15	



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 119544  
 JEFE

## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (A LOS 28 DÍAS)

tesis: "RESISTENCIA DE UN CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 4% Y 8% POR CENIZA DE HOJAS DE PALTO DEL DISTRITO DE PARIACOTO. 2018"

**solicita :** Bach: Colonia Huerta, Juan Carlos  
**Origen :** Cantera de Tacllan del Dist. de Huaraz de la Prov. Huaraz  
**Fecha :** 24 de junio del 2019  
**F'C :** 210 kg/cm<sup>2</sup>  
**Fecha inicio curado:** 4 de junio del 2018  
**Fecha de Rotura:** 02 de julio del 2018

Probetas	% de Ceniza	Ø cm	h cm	V m <sup>3</sup>	Peso kg	Densidad del H° kg/m <sup>3</sup>	Densidad Promedio kg/m <sup>3</sup>	Área cm <sup>2</sup>	Carga (P) Kg	Esfuerzo de Compresión kg/cm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>
1	0%	15.10	30	0.0054	13.002	2420.17	2430.27	179.08	37264	208.09	211.29
2		15.10	30	0.0054	12.998	2419.42		179.08	37620	210.08	
3		15.00	30	0.0053	12.995	2451.22		176.71	38120	215.72	
4	4%	15.00	30	0.0053	12.998	2451.79	2442.73	176.71	37780	213.79	217.71
5		15.00	30	0.0053	13.002	2452.54		176.71	38280	216.62	
6		15.00	30	0.0053	12.850	2423.87		176.71	39360	222.73	
7	8%	15.00	30	0.0053	13.005	2453.11	2428.16	176.71	39090	221.20	227.26
8		15.20	30	0.0054	13.120	2410.10		181.46	41280	227.49	
9		15.10	30	0.0054	13.008	2421.28		179.08	41740	233.08	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 ENSAYOS DE MATERIALES

*Elizabeth Maza Ambrosio*  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 116544  
 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 DE INSENERACIÓN (CENIZA) DE HOJAS DE PALTO**

**TITULO DE TESIS:** “Resistencia de un Concreto  $F'c = 210 \text{ kg/Cm}^2$  con Cemento Sustituido en 4 % y 8 % por Ceniza de Hojas de Palto del Distrito de Pariacoto-2018”

**TESISTA** : Bach. Colonia Huerta, Juan Carlos - Tesista

**MUESTRA** : Hojas de palto

**LUGAR DE MUESTREO:** Pariacoto - Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 06-07-18

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 06 - 07-18

**FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS:** 09-07-18

Muestra	Cantidad Kg.
Hojas de Palto	2.00

**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 Mufla a una temperatura de  $430 \text{ }^\circ\text{C}$  por 3 horas en promedio.

Huaraz, 10 de Julio del 2018.





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



## RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

**TITULO DE TESIS:** “Resistencia de un Concreto  $F'c = 210 \text{ kg/Cm}^2$  con Cemento Sustituido en 4 % y 8 % por Ceniza de Hojas de Palto del Distrito de Pariacoto-2018”

**TESISTA** : Bach. Colonia Huerta, Juan Carlos - Tesista

**MUESTRA** : Cemento

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 06-07-18

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 10- 07-18

**FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS:** 10-07-18

Muestra	pH
Cemento	12.15

### 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, 16 de Marzo del 2018.





**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 de un Concreto  $F'C = 210 \text{ kg/Cm}^2$  con Cemento Sustituido en 4 % y 8 % por Ceniza de Hojas de Palto del Distrito de Pariacoto-2018”

**TESISTA** : Bach. Colonia Huerta, Juan Carlos - Tesista

**MUESTRA** : Ceniza de Hojas de Palto

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 06-07-18

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 10- 07-18

**FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS:** 10-07-18

Muestra	pH
Ceniza de hojas de Palto	11.13

**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, 16 de Marzo del 2018.



Ing. *Guillermo Castro 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 – SHANCAVAN**  
Telefax. 043-426588 - 106  
**HUARAZ – REGIÓN ANCASH**



**RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH**

**TITULO DE TESIS:** “Resistencia de un Concreto  $F'c = 210 \text{ kg/Cm}^2$  con Cemento Sustituido en 4 % y 8 % por Ceniza de Hojas de Palto del Distrito de Pariacoto-2018”

**TESISTA** : Bach. Colonia Huerta, Juan Carlos - Tesista

**MUESTRA** : Cemento + 4 % de ceniza de hojas de palto

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 06-07-18

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 10- 07-18

**FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS:** 10-07-18

Muestra	pH
Cemento + 4 % ceniza de hojas de palto	12.03

**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, 10 de Julio del 2018.



  
Ing. M.Sc. Guillermo Castillo 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 de un Concreto  $F'_{C} = 210 \text{ kg/Cm}^2$  con Cemento Sustituido en 4 % y 8 % por Ceniza de Hojas de Palto del Distrito de Pariacoto-2018”

**TESISTA** : Bach. Colonia Huerta, Juan Carlos - Tesista

**MUESTRA** : Cemento + 8 % de ceniza de hojas de palto

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 06-07-18

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 10- 07-18

**FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS:** 10-07-18

Muestra	pH
Cemento + 8 % ceniza de hojas de palto	11.97

**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, 16 de Marzo del 2018.



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



Trujillo, 27 de junio del 2018

**INFORME N° 158 - JUN-18**

**Solicitante:** Colonia Huerta Juan Carlos – Universidad San Pedro  
**RUC/DNI:** 70178810  
**Supervisor:** .....

**1. MUESTRA:** Cenizas de Hojas de Palto (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CHP-158J	24 mg	Distrito de Periacoto

**2. ENSAYOS A APLICAR**

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

**3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES**

- Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys\_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 24 mg.

**Jefe de Laboratorio:**

Ing. Danny Chávez Novoa

**Analista responsable:**

Ing. Danny Chávez Novoa



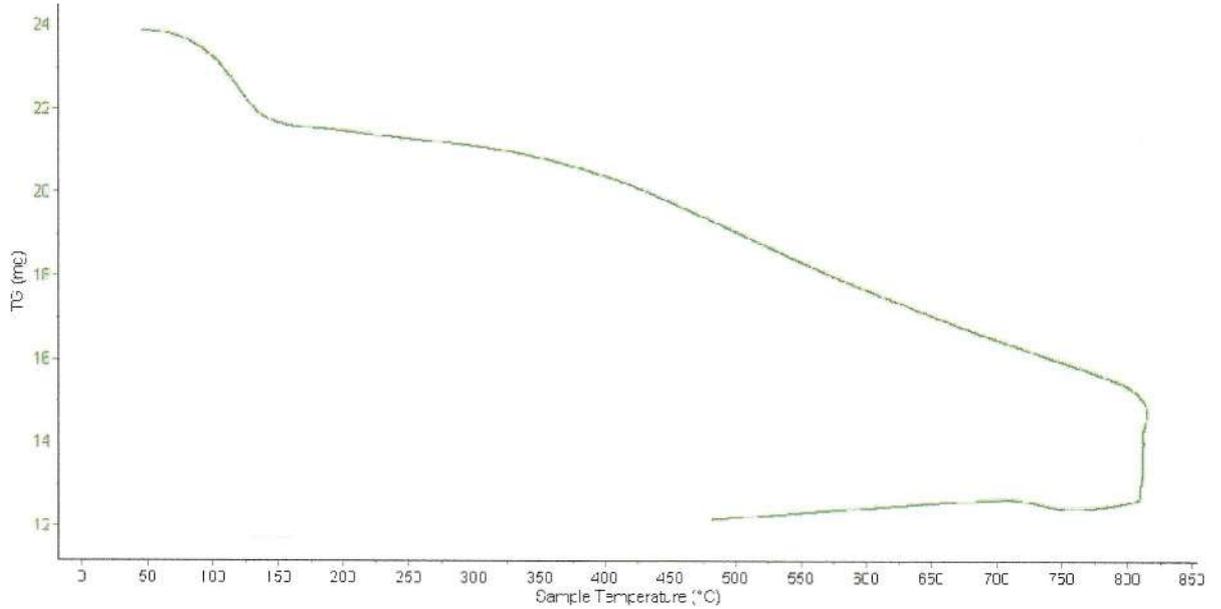


Trujillo, 27 de junio del 2018

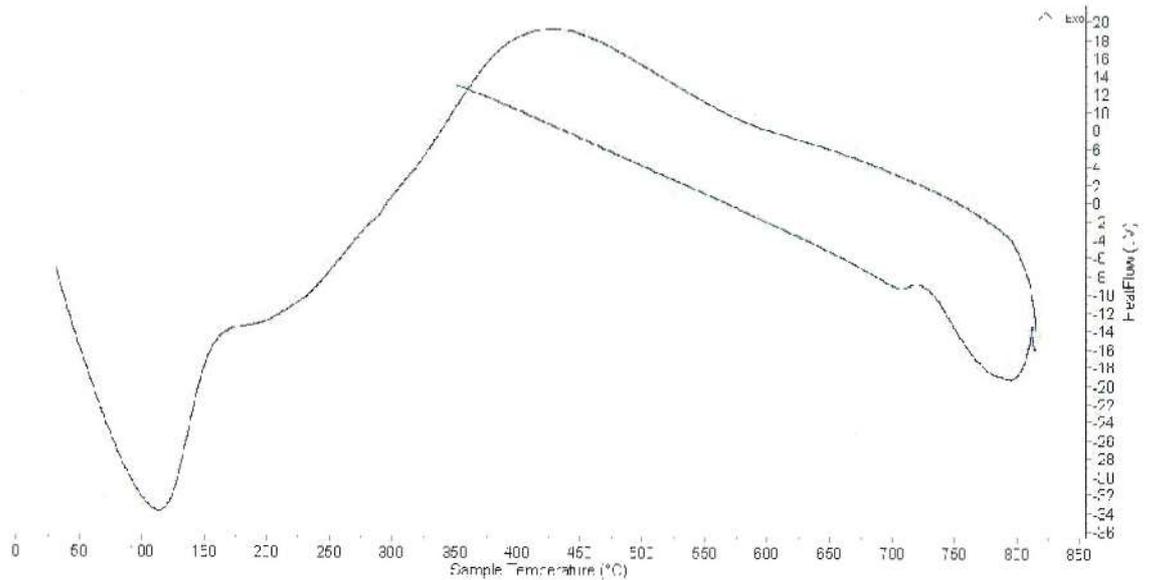
INFORME N° 158 - JUN-18

#### 4. Resultados:

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



##### II- Curva Calorimétrica DSC



Trujillo, 27 de junio del 2018



INFORME N° 158 - JUN-18

## 5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra un ligero descenso como consecuencia de su pérdida de masa frente a la temperatura, en el rango entre 80 y 120°C, luego el descenso es muy lento hasta llegar a perder un total de aproximadamente 38% de su masa inicial en el rango de temperatura estudiado.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico endotérmico a aproximadamente a 110. Posteriormente experimenta un pico exotérmico entre 420 y 440°C aproximadamente lo que indicaría un posible cambio de fase y cambio en las propiedades del material.

Trujillo, 27 de junio del 2018

-----  
**Danny M. Chávez Novoa**  
**ING. MATERIALES**  
**R. CIP. 84953**



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



**Informe N°103-LAQ/2018**

**Análisis de una muestra de ceniza de hojas de palto por FRXDE**

**Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de hojas de palto a pedido del Sr. **Bach. Colonia Huerta, Juan Carlos**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Huaraz, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Resistencia de un Concreto  $F'_{C} = 210 \text{ kg/cm}^2$  con Cemento Sustituido en 4% y 8% por Ceniza de Hojas de Palto del Distrito de Pariacoto.”**

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  $\mu\text{A}$ . 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 3250 cts/s

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

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



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

---

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

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

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

**Resultados.**

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de hojas de palto. 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.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en el proceso de calcinación y luego se normalizan para dar un total de 100%. Debe recalarse que la técnica da directamente la concentración de los elementos químicos. Estos resultados se utilizan luego para determinar la concentración de los óxidos.



Tabla 1. Composición elemental de la muestra de ceniza de hojas de palto  
en % de masa.

Óxido	% masa	Normalizado
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.023	8.957
SiO <sub>2</sub>	11.452	17.031
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.858	4.251
SO <sub>2</sub>	1.287	1.914
ClO <sub>2</sub>	1.376	2.046
K <sub>2</sub> O	5.930	8.819
CaO	36.491	54.270
TiO <sub>2</sub>	0.089	0.132
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.005	0.007
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.007	0.011
MnO	0.550	0.818
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.038	1.544
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.009	0.013
CuO	0.010	0.015
ZnO	0.045	0.067
SrO	0.060	0.090
ZrO	0.008	0.012
Totales	67.239	100.00

La suma en términos de contenido de óxidos es bastante menor que 100% indicando que la muestra puede contener compuestos de Na y Mg que esta técnica no detecta, y/o contiene compuestos diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento.

Si la temperatura del tratamiento térmico no fue lo suficiente alta, es posible que todavía contenga compuestos orgánicos. Para aclarar esta situación se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X para determinar los compuestos que contiene la muestra.

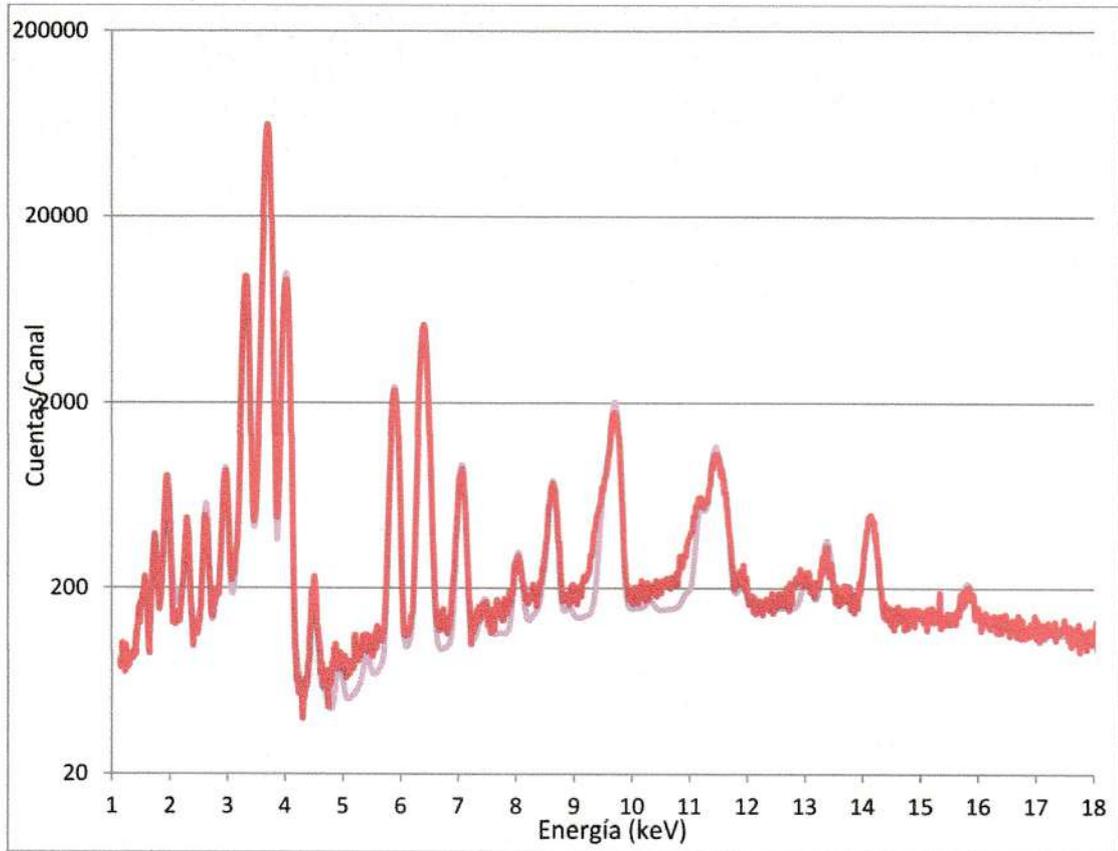


Figura 1. Espectro de FRXDE de ceniza de hojas de palto en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 27 de agosto del 2018