

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Resistencia a la compresión del concreto y contenido de álcalis (K₂O) en el cemento sustituyéndolo por la combinación de 3% y 7% de cenizas de cáscara de coco y de mazorca de maíz respectivamente

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor

Crisanto Robles, Alejandro Oswaldo

Asesor

Solar Jara, Miguel

Huaraz – Perú

2018

Palabras clave :

Tema	Resistencia del concreto
------	--------------------------

Especialidad	Tecnología del concreto
--------------	-------------------------

Keywords :

Theme	Concrete strength
-------	-------------------

Speciality	Concrete technology
------------	---------------------

Linea de investigación: Construcción y Gestión de edificación

Área :	Ingeniería y Tecnología
--------	-------------------------

Sub-área :	Ingeniería Civil
------------	------------------

Disciplina :	Ingeniería Civil
--------------	------------------

Sub línea o campo de acción :	Materiales para la construcción
-------------------------------	---------------------------------

Resistencia a la compresión del concreto y contenido de álcalis (K₂O) en el cemento sustituyéndolo por la combinación de 3% y 7% de cenizas de cáscara de coco y de mazorca de maíz respectivamente.

Resumen :

El objetivo de esta investigación es determinar el efecto de la sustitución del 10% de cemento por la combinación de 3% y 7% de cenizas de cáscara de coco y de mazorca de maíz respectivamente en la resistencia a la compresión de un concreto $f^c = 210$ kg/cm² y reducir el contenido de óxido de potasio (K₂O) presentado.

Es una investigación aplicada y explicativa, con enfoque cuantitativo, de diseño experimental en bloque completo al azar para la resistencia a la compresión, se trabajó con 18 probetas de concreto sustituyendo al cemento en un 10% por la combinación de 3% y 7% de cenizas de cáscara de coco y cenizas de mazorca de maíz y fueron curadas por inmersión durante 7, 14 y 28 días respectivamente, la técnica que se utilizó es la observación, el procesamiento de los datos se hizo con los programas Excel y SPSS, el análisis se hizo con tablas, gráficos y pruebas de hipótesis.

Se determinó que la sustitución del 10% de cemento por la combinación de 3% y 7% de cenizas de cáscara de coco y de mazorca de maíz no mejoró la resistencia a la compresión, además se redujo el contenido de óxido de potasio (K₂O) de un concreto $f^c = 210$ kg/cm².

Abstract :

The objective of this research is to determine the effect of the replacement of the 10% of cement by the combination of 3 per cent and 7 per cent of ashes of coconut husk and of maize cobs respectively in the resistance to the compression of a particular $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ and reduce the content of potassium oxide (K_2O) are presented.

It is an applied research and explanatory, with quantitative approach of experimental design in full block randomly for the resistance to compression, it worked with 18 specimens of particular replacing the cement in 10% by the combination of 3 per cent and 7 per cent of ashes of coconut husk and ashes of corn cobs and were cured by immersion during 7, 14 and 28 days respectively, the technique that is used is the observation, the data processing was made with the programs Excel and SPSS, the analysis was made with tables, graphics, and hypothesis testing.

It was determined that the substitution of 10% of cement by the combination of 3% and 7% of ashes of coconut husk and corn cob did not improve the resistance to the compression, in addition, the potassium oxide (K_2O) content of a $f'c$ concrete = 210 kg/cm^2 was reduced.

INDICE

Contenido

Palabras clave – Keywords – Linea de investigación	i
Titulo	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Indice.....	v
I. Introducción.....	1
II. Metodología	20
III. Resultados	30
IV. Análisis y discusión.....	39
V. Conclusiones y recomendaciones.....	50
VI. Agradecimientos	53
VII. Referencias Bibliográficas.....	54
VIII. Anexos y apéndices.....	55

Indice de Tablas

Tabla 1: Componentes del concreto.....	7
Tabla 2: Componentes químicos principales del cemento.....	13
Tabla 3: Porcentajes típicos que intervienen en el cemento.	13
Tabla 4: Composición del cemento portland	14
Tabla 5: Diseño estadístico planteado	21
Tabla 6: Instrumentos de investigación utilizados.....	22
Tabla 7: Resultados obtenidos de la prueba de fluorescencia de rayos X de las cenizas de cáscara de coco, cenizas de mazorca de maíz y la mezcla en estado de calcinación	34
Tabla 8: Resultados obtenidos de la prueba del PH.....	35
Tabla 9: Tabla elaborada, en base a los diseños de mezcla de probetas patrón y experimental.....	36
Tabla 10: Tabla elaborada, en base a los resultados de resistencia a la compresión de las probetas patrón y experimentales.	37
Tabla 11: Resultados de FRX de cenizas de coco a 800°C por 2 horas	40
Tabla 12: Resultados de FRX de cenizas de tusa de maíz a 600°C por 2 horas.....	41
Tabla 13: Características químicas de los cementos peruanos	42
Tabla 14: Calificación del cemento según el porcentaje de álcalis	43
Tabla 15: Calificación del PH.....	45
Tabla 16: Calificación de resistencia a la compresión en días	47
Tabla 17: Dispersión entre testigos.....	48
Tabla 18: Propiedades físicas de las cenizas de concha de coco dados por Hernández I. y Alavez R. (2009).	55
Tabla 19: Propiedades químicas de las cenizas de concha de coco dados por Hernández I. y Alavez R. (2009).	56
Tabla 20: Composición química de las cenizas de cáscara de coco dados por Utsev J.T y Taku J.K. (2012).	56
Tabla 21: Pruebas de densidad y resistencia a la compresión promedio dados por Utsev J.T y Taku J.K. (2012).	57
Tabla 22: Composición química de las cenizas de tusa de mazorca de maiz dado por Aminulai, H.O., Abubakar, M., Abdulrahman H.S. y Musa, U. (2012).....	58
Tabla 23: Pruebas de densidad y resistencia a la compresión promedio dados por Aminulai, H.O., Abubakar, M., Abdulrahman H.S. y Musa, U. (2012).....	59
Tabla 24: Prequemado de las cenizas de cáscara de coco.	60
Tabla 25: Calcinación de las cenizas de cáscara de coco en laboratorio de Procesamiento de Minerales de la UNT.	60
Tabla 26: Resultados obtenidos de la prueba del PH del cemento y cenizas de cáscara de coco.	61
Tabla 27: Resultados obtenidos de la prueba de Fluorescencia de Rayos X de las cenizas de cáscara de coco.....	61

Indice de figuras

Figura 1 : Equipo utilizado para realizar el ensayo de consistencia.	11
Figura 2: Resultados obtenidos del ensayo de análisis térmogravimétrico TGA de las cenizas de cáscara de coco en estado prequemado.	30
Figura 3: Resultados obtenidos del ensayo de análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/Análisis térmico Diferencial DTA de las cenizas de cáscara de coco en estado prequemado.	31
Figura 4: Resultados obtenidos del ensayo de análisis térmogravimétrico TGA de las cenizas de mazorca de maíz en estado prequemado.	32
Figura 5: Resultados obtenidos del ensayo de análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/Análisis térmico Diferencial DTA de las cenizas de mazorca de maíz en estado prequemado.	33
Figura 6: Resultados obtenidos del ensayo de PH del cemento y mezcla de cemento + 3% de cenizas de coco + 7% de cenizas de mazorca de maíz.	44
Figura 7: Curva de relación a/c vs. resistencia a la compresión en kg/cm ²	46
Figura 8: Curva de resistencia a la compresión promedio de la probeta patrón y experimental.	46
Figura 9: Resultados obtenidos del ensayo a compresión de las probetas patrón y experimentales.	47

I. Introducción

Hay muchos trabajos experimentales llevados a cabo para mejorar las propiedades del concreto poniendo nuevos materiales, ya sea naturales o reciclados, de manera que se quiere reducir la contaminación en el planeta.

El concreto es un material compuesto de agregados naturales tales como piedra, arena y partículas finas de cemento mezclado con agua. El concreto a través del tiempo pasa por un proceso de hidratación produciendo una resistencia requerida para soportar las cargas. El uso de las cenizas de cáscara de coco y cenizas de mazorca de maíz en el concreto nunca ha sido una práctica habitual.

El objetivo de esta investigación es determinar el efecto de la sustitución del 10% de cemento por la combinación de 3% y 7% de cenizas de cáscara de coco y de mazorca de maíz respectivamente en la resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y reducir el contenido de óxido de potasio (K_2O) presentado.

De los antecedentes encontrados se ha abordado los trabajos más relevantes a esta investigación, como el de **Crisanto Robles (2016)**, que tuvo como propósito conocer cuál es el resultado de sustituir el cemento en 3% por cenizas de cáscara de coco activadas térmicamente a 800°C por 2 horas, en la resistencia de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, estudio que se realizó en la ciudad de Chimbote, utilizando agregado grueso y fino de las canteras de Rubén, con un cemento portland tipo I, con el fin de mejorar la resistencia a la compresión del concreto.

Al concluir la investigación obtuvo los siguientes resultados:

Los resultados de FRX , mostraron un alto contenido de K₂O c/76.74%, por el contrario mostraron un bajo aporte de SiO₂ c/8.95%, CaO c/2.77%, Fe₂O₃ c/5.68%.

Los resultados del ensayo a compresión de las probetas patrón mostraron una resistencia promedio a los 7 días de 170.96Kg/cm² c/un avance de 81.41% estando dentro 70-85%, a los 14 días mostraron una resistencia promedio de 185.37Kg/cm² c/un avance de 88.27% estando dentro 85-95% y finalmente a los 28 días mostraron una resistencia promedio de 211.96Kg/cm² c/un avance de 100.93% estando dentro 100-120%.

Los resultados del ensayo a compresión de las probetas experimentales mostraron una resistencia promedio a los 7 días de 183.47Kg/cm² c/un avance de 87.37% estando dentro de 85-95%, a los 14 días mostraron una resistencia promedio de 204.04Kg/cm² c/un avance de 97.16% estando dentro de 95-100% y finalmente a los 28 días mostraron una resistencia promedio de 234.16Kg/cm² c/un avance de 111.51% estando dentro de 100-120%.

Utsev, J.T y Taku, J.K. (2012), tuvieron como propósito conocer cuál es el efecto de la sustitución del cemento en un 10%, 15%, 20%, 25% y 30 % por cenizas de cáscara de coco sometidas a combustión incontrolada por 3 horas, en la resistencia de un concreto con una dosificación de 1:2:4 y relación a/c de 0.50, estudio que se realizó en Nigeria.

Se determinó la composición por óxidos de las cenizas, mostrando un 37.97% de SiO₂, 24.12% de Al₂O₃, 15.48% Fe₂O₃, 4.98% de CaO y 0.83% de K₂O.

Un total de 54 probetas, es decir 9 por sustitución porcentual, fueron producidas y

curadas por inmersión en agua durante 7, 14 y 28 días respectivamente.

Los resultados del ensayo a compresión de las probetas patrón o de control mostraron una resistencia promedio a los 7 días de 140.56Kg/cm², a los 14 días mostraron una resistencia promedio de 191.96Kg/cm² y a los 28 días mostraron una resistencia promedio de 349.04Kg/cm², mientras que los resultados de las probetas experimentales se muestran en los anexos.

Aminulai, H.O, Abubakar, M., Abdulrahman H.S. y Musa U. (2012), Tuvieron como propósito conocer cuál es el efecto de la sustitución del cemento en un 3%, 6%, 9% y 12 % por cenizas de mazorca de maíz, en la resistencia de un concreto con una dosificación de 1:2:4 y relación a/c de 0.50, estudio que se realizó en la ciudad de Minna, Nigeria.

Se determinó la composición por óxidos de las cenizas, mostrando un 68.60% de SiO₂, 2.95% Fe₂O₃, 4.50% de CaO y 8.42% de K₂O.

Un total de 60 cubos, es decir 9 por sustitución porcentual, fueron producidas y curadas por inmersión en agua durante 7, 14, 21 y 28 días respectivamente.

Los resultados del ensayo a compresión de las cubos patrón o de control mostraron una resistencia promedio a los 7 días de 285.52Kg/cm², a los 14 días mostraron una resistencia promedio de 307.95Kg/cm², a los 21 días mostraron una resistencia promedio de 311.01Kg/cm² y a los 28 días mostraron una resistencia promedio de 327.33Kg/cm², mientras que los resultados de los cubos experimentales se muestran en el Apéndice.

Hernández, I. y Alavez, R. (2009), Tuvieron como propósito evaluar el uso como puzolana de las cenizas de concha de coco y cenizas de hojas de pino sustituyendo el cemento en un 20% por c/u de ellas a 600°C, en la resistencia de un mortero, estudio que se realizó en la ciudad de Oaxaca, México.

Se realizó un estudio de composición química de óxidos mayores a la CHP y CCC en el Servicio Geológico Mexicano, mostrando un 17.69% de SiO₂, 1.93% de Al₂O₃, 0.84% Fe₂O₃, 7.07% de CaO y 22.97% de K₂O en las CCC, mientras que en las CHP se mostró un 50.70% de SiO₂, 8.97% de Al₂O₃, 3.00% Fe₂O₃, 10.59% de CaO y 1.48% de K₂O

Los resultados del ensayo a compresión de los cubos de control mostraron una resistencia promedio a los 7 días de 338Kgg/cm², a los 14 días mostraron una resistencia promedio de 365Kg/cm² y a los 28 días mostraron una resistencia promedio de 469Kg/cm².

Los resultados del ensayo a compresión de los cubos de 80% cemento y 20% CCC mostraron una resistencia promedio a los 7 días de 168Kgg/cm², a los 14 días mostraron una resistencia promedio de 190Kg/cm² y a los 28 días mostraron una resistencia promedio de 199Kg/cm².

Los resultados del ensayo a compresión de los cubos de 80% cemento-20% CHP mostraron una resistencia promedio a los 7 días de 320Kgg/cm², a los 14 días mostraron una resistencia promedio de 353Kg/cm² y a los 28 días mostraron una resistencia promedio de 405Kg/cm².

Soriano, J. (1998), Tuvo como propósito evaluar los diferentes métodos existentes para el reconocimiento de la reacción álcali-agregado en barras de mortero (expansión) y hacer el análisis respectivo con el método acelerado ASTM C1260, estudio que se realizó en la ciudad de Guayaquil, Ecuador.

Un total de 40 barras, es decir 4 por sustitución porcentual, fueron producidas y curadas por inmersión en agua durante 2, 6, 9 y 16 días respectivamente.

Los resultados de las muestras de los agregados de diferentes canteras: Lutita silicía, Huayco, Mavisa, Chivería, Hanna, Galápagos, Fucu Sucu, Caspagasi, Inabronco y La Mica o de control mostraron una resistencia promedio a los 16 días de 0.059, 0.024, 0.067, 0.221, 0.396, 0.043, 0.136, 0.230, 0.546, 1.076 respectivamente; de forma que según las expansiones producidas en c/u de las barras, se determinó que los agregados de Equidor (lutita silificada), Huayco (piedra caliza), Mavisa (arenisca silificada) y la de Galápagos son inócuos. Los que se presentaron como potencialmente reactivos fueron los de Chiveria (diabasa), Hanna (tonalita), Caspigasi, Inabronco y la de Fucu Sucu se presentó en transición.

Se recalca que las expansiones producidas por las muestras de La Mica e Inabronco, sobrepasaron el límite superior para agregados reactivos en forma considerable.

El aporte teórico del trabajo es que permitió determinar el efecto de la sustitución del cemento por la combinación de 3 y 7% de cenizas de cáscara de coco y de mazorca de maíz respectivamente en la resistencia de un concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ y además nos permitió determinar el contenido de K_2O en la mezcla de 3%CCC y 7%CMM, con el fin de encontrar alternativas de materiales para su aplicación en el campo de la

ingeniería civil.

También la investigación se justifica de manera social porque busca dar una aplicación a los resultados de la búsqueda de nuevos materiales orientados a resolver los problemas de la sociedad en el campo de la ingeniería civil.

Al investigar las problemáticas estructurales y medio-ambientales generales existentes en nuestra localidad, en búsqueda de la solución más factible, se logró investigar que la cáscara de coco y la mazorca de maíz son desechadas de manera improductiva, desperdiciando sus propiedades y desconociendo los múltiples usos que se puede dar a estos desechos agrícolas. Mediante el análisis de cómo se llevan los procesos con respecto a la cascara de coco y la mazorca de maíz, surgieron muchos cuestionamientos, los cuales llevaron a analizar una considerable cantidad de alternativas de posibles soluciones sobre cómo aprovechar las materias primas.

Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿Cuál es el resultado de sustituir el cemento por la combinación de 3% y 7% por cenizas de cáscara de coco y de mazorca de maíz respectivamente activadas térmicamente en la resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y en el contenido de K_2O de la mezcla?

El concreto

El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia. Pasquel (1998).

CONCRETO = CEMENTO PORTLAND + AGREGADOS + AIRE + AGUA

Componentes

La Tecnología del concreto moderna define para este material cuatro componentes : cemento, agua, agregados y aditivos como elementos activos y el aire como elemento pasivo. Pasquel (1998).

Tabla 1: Componentes del concreto

Aire = 1% a 3%
Cemento = 7% a 15%
Agua = 15% a 22%
Agregados = 60% a 75%

Fuente: “Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú”.

Pasquel Enrique (1998)

Trabajabilidad

Es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones.

No existe prueba alguna hasta el momento que permita cuantificar esta propiedad generalmente se le aprecia en los ensayos de consistencia. Abanto (1996)

Consistencia

Está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada. Abanto (1996)

Segregación

Es una propiedad del concreto fresco, que implica la descomposición de este en sus partes constituyentes.

Es un fenómeno perjudicial para el concreto, produciendo en el elemento llenado, bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejas, etc.

La segregación es una función de la consistencia de la mezcla, siendo el riesgo mayor cuanto más húmeda es esta y menor cuanto más seca lo es.

En el proceso de diseño de mezclas, es necesario tener siempre presente el riesgo de segregación, pudiéndose disminuir este, mediante el aumento de finos (cemento o agregado fino) y de la consistencia de la mezcla.

Generalmente procesos inadecuados de manipulación y colocación son las causas del fenómeno de segregación en las mezclas. Abanto (1996)

Resistencia

La resistencia del concreto no puede probarse en condición plástica, por lo que el procedimiento acostumbrado consiste en tomar muestras durante el mezclado las cuales después de curadas se someten a pruebas de compresión.

La resistencia en compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de

área soportada por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura).

La resistencia a la compresión de un concreto f^c deberá ser alcanzado a los 28 días, después de vaciado y realizado el curado respectivo. Abanto (1996)

Exudación

Se define como el ascenso de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie como consecuencia de la sedimentación de los sólidos.

Este fenómeno se presenta momentos después de que el concreto ha sido colocado en el encofrado.

La exudación puede ser producto de una mala dosificación de la mezcla, de un exceso de agua en la misma, de la utilización de aditivos, y de la temperatura.

La exudación es perjudicial para el concreto, pues como consecuencia de este fenómeno la superficie de contacto durante la colocación de una capa sobre otra puede disminuir su resistencia debido al incremento de la relación a/c.

Como producto del ascenso de una parte del agua de mezclado, se puede obtener un concreto poroso y poco durable. Abanto (1996)

Durabilidad

El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio. Gran parte de los daños pueden atribuirse a ciclos de congelación y descongelación. La resistencia puede mejorarse aumentando la impermeabilidad incluyendose 2 a 6% de aire con un agente inclusor

de aire, o aplicando un revestimiento protector a la superficie. Abanto (1996)

Impermeabilidad

Es una importante propiedad del concreto que puede mejorarse, con frecuencia, reduciendo la cantidad de agua en la mezcla. El exceso de agua deja vacíos y cavidades después de la evaporación. La inclusión de aire (burbujas diminutas) así como un curado adecuado por tiempo prolongado, suelen aumentar la impermeabilidad. Abanto (1996)

Ensayo de consistencia

El ensayo de consistencia, llamado "slump test", es utilizado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco. Esta prueba, desarrollada por Duft Abrams, fue adoptada en 1921 por el ASTM y revisada finalmente en 1978.

El ensayo consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico, midiendo el asiento de la mezcla luego del desmoldeado.

El comportamiento del concreto en la prueba indica su "consistencia" o sea su capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos. Abanto (1996)

El equipo necesario consiste en un tronco de cono. Los 2 círculos de las bases son paralelos entre sí midiendo 20cm y 10cm los diámetros respectivos la altura del molde es de 30cm.

Se sueldan al molde asas y aletas de pie para facilitar la operación. Para compactar

el concreto se utiliza un barra de acero liso de 5/8” de diámetro y 60cm de longitud y punta semiesférica. Abanto (1996)

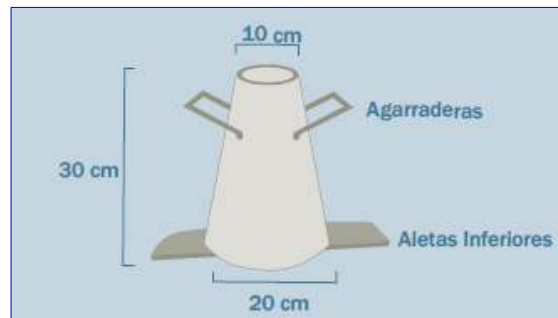


Figura 1 : Equipo utilizado para realizar el ensayo de consistencia.
Fuente : “Elaboración propia”.

Factores que afectan la resistencia

La relación agua-cemento (a/c), es el factor principal que influye en la resistencia del concreto. La relación a/c afecta la resistencia a la compresión de los concretos c/s aire incluido. La resistencia en ambos casos disminuye con el aumento de a/c.

El contenido de cemento, la resistencia disminuye conforme se reduce el contenido de cemento.

El tipo de cemento, la rapidez de desarrollo de resistencia varía para los concretos hechos con diferentes tipos de cemento.

Las condiciones de curado, dado que las reacciones de hidratación del cemento sólo ocurren en presencia de una cantidad adecuada de agua, se debe mantener la humedad en el concreto durante el periodo de curado, para que pueda incrementarse su resistencia con el tiempo. Abanto (1996)

Estados del concreto

Estado fresco. Al principio el concreto parece una “masa”. Es blando y puede ser trabajado o moldeado en diferentes formas. Y así se conserva durante la colocación y la compactación.

Estado fraguado. Después, el concreto empieza a ponerse rígido. Cuando ya no está blando, se conoce como fraguado del concreto. El fraguado tiene lugar después de la compactación y durante el acabado.

Estado endurecido. Después de que el concreto ha fraguado empieza a ganar resistencia y se endurece. Las propiedades del concreto endurecido son resistencia y durabilidad. Abanto (1996)

El cemento

El cemento Portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. Esencialmente es un clinker finamente molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal, alúmina, hierro y sílice en proporciones determinadas. Abanto (1996)

Materias primas utilizadas en la fabricación del cemento

Los 2 materiales principales con que se fabrica el cemento Portland son: la piedra caliza y arcilla. Abanto (1996)

Fabricación del cemento Portland

Las materias primas, finamente molidas e íntimamente mezcladas, se calientan hasta principio de la fusión (1400-1450°C).

Al material parcialmente fundido que sale del horno se le denomina clinker (pequeñas esferas de color gris negruzco, duras y de diferentes tamaños).

El clinker enfriado y molido en polvo muy fino, es lo que constituye el cemento Portland comercial. Durante la molienda se agrega una pequeña cantidad de yeso (3 o 4%), para regular la fragua del cemento. Abanto (1996)

Componentes químicos principales

Los componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento y las proporciones generales en que intervienen son :

Tabla 2: Componentes químicos principales del cemento

	Componente químico	Procedencia Usual
95%	Oxido de Calcio (CaO)	Rocas calizas.
	Oxido de Sílice (SiO ₂)	Areniscas.
	Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Arcillas.
	Oxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	Arcillas, Mineral de Hierro, Pirita.
5%	Oxido de Magnesio, Sodio	Minerales varios
	Potasio, Titanio, Azufre	
	Fósforo y Manganeso	

Fuente: "Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú". Pasquel Enrique (1998)

Los porcentajes típicos en que intervienen en el cemento Portland los óxidos mencionados son :

Tabla 3: Porcentajes típicos que intervienen en el cemento.

Oxido componente	Porcentaje típico	Abreviatura
CaO	61% - 67%	C

SiO ₂	20% - 27%	S
Al ₂ O ₃	4% - 7%	A
Fe ₂ O ₃	2% - 4%	F
SO ₃	1% - 3%	
MgO	1% - 5%	
K ₂ O y Na ₂ O	0.25% - 1.5%	

Fuente: "Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú". Pasquel Enrique (1998)

Composición del cemento Portland

Como el cemento es una mezcla de muchos compuestos, resulta impráctica su representación con una fórmula química. No obstante hay 4 compuestos que constituyen más del 90% del peso del cemento, y son:

Tabla 4: Composición del cemento portland

	Abreviación
a) Silicato tricálcico (3CaO.SiO ₂)	C3S
b) Silicato dicálcico (2CaO.SiO ₂)	C2S
c) Aluminato tricálcico (3CaO.Al ₂ O ₃)	C3A
d) Aluminio ferrita tricálcica (4CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃)	C4AF

Fuente: "Tecnología del Concreto". Flavio Abanto (1996)

Cada uno de los 4 compuestos principales del cemento Portland contribuye en el comportamiento del cemento, cuando pasa del estado plástico al endurecido después de la hidratación. Por ejemplo:

El silicato tricálcico (C3S). Es el que produce la alta resistencia inicial del cemento Portland hidratado. La reacción del C3S con agua desprende gran cantidad de calor de hidratación. La rapidez de endurecimiento de la pasta de cemento es directamente proporcional con el calor de hidratación.

El silicato dicálcico (C2S). Es el causante principal de la resistencia posterior de la pasta de cemento.

El aluminato tricálcico (C3A). El yeso agregado al cemento Portland durante la

trituration o molienda en el proceso de fabricación se combina con el C3A para controlar el tiempo de fraguado.

La aluminoferrita tricálcica (C4AF). Es semejante al C3A, porque se hidrata con rapidez y solo desarrolla baja resistencia. Abanto (1996).

Características del cemento Portland

El cemento Portland es un polvo de color gris, más o menos verdoso. Se vende en bolsas que tienen un peso neto de 42.5 kg. y un pie cúbico de capacidad. En aquellos casos en que no se conozca el valor real se considerará para el cemento un peso específico de 3.15. Abanto (1996).

Tipos de cemento Portland

Los cementos Portland, se fabrican en 5 tipos cuyas propiedades se han normalizado sobre la base de la especificación ASTM de Normas para el cemento Portland (C150).

TIPO I : Es el cemento destinado a obras de concreto en general, cuando en las mismas no se especifica la utilización de los otros 4 tipos de cemento.

TIPO II : Es el cemento destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiere moderado calor de hidratación.

TIPO III : Es el cemento de alta resistencia inicial. El concreto hecho con el cemento tipo III desarrolla una resistencia en 3 días igual a la desarrollada en 28 días por concretos hechos con cemento tipo I o tipo II.

TIPO IV : Es el cemento del cual se requiere bajo calor de hidratación.

TIPO V : Es el cemento del cual se requiere alta resistencia a la acción de los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas al agua de mar. Abanto (1996).

Fraguado y endurecimiento

La fragua es la pérdida de plasticidad que sufre la pasta del cemento. Hay 2 etapas de fraguado.

Fraguado inicial, cuando la masa empieza a perder plasticidad.

Fraguado final, cuando la pasta de cemento deja de ser deformable y se convierte en un bloque rígido.

El endurecimiento es el desarrollo lento de la resistencia. Abanto (1996).

Calor de hidratación

Durante el proceso de endurecimiento se producen reacciones que generan calor. Cuando las secciones son pequeñas y el calor puede liberarse, el calor de hidratación no es importante, pero al vaciar grandes volúmenes de concreto y cuando el calor no puede liberarse fácilmente, resulta un factor a tenerse muy en cuenta. Como la temperatura ambiente es menor se producen descensos bruscos de ésta, ocasionando contracciones y en consecuencia rajaduras.

Se debe usar cemento de bajo calor de hidratación y/o puzolanas.

El calor de hidratación del cemento se mide en calorías gramo, cuanto menor sea el

calor de hidratación del cemento menor será la temperatura a que se eleve el concreto.

Los calores de hidratación son :

$$\begin{array}{ll} \text{C3S} = 120 \text{ cal/gr} & \text{C3A} = 107 \text{ cal/gr} \\ \text{C2S} = 62 \text{ cal/gr} & \text{C4AF} = 100 \text{ cal/gr} \end{array}$$

Almacenamiento del cemento

El cemento no debe estar guardado, sin usarse mucho tiempo, pues conforme avanza el tiempo va perdiendo resistencia, esto es válido para todos los tipos de cemento.

Para el caso de cemento en sacos, bien guardado en almacenes cerrados y sobre tabladillas de madera, la pérdida de resistencia probable es en 3 meses 15% y en 6 meses 25% y así aumenta sucesivamente. Abanto (1996).

Álcalis

Reciben el nombre de álcalis los óxidos de sodio (Na_2O) y los de potasio (K_2O) que se encuentran presentes en las margas y las arcillas; pueden ser aportados por las cenizas de carbón, si este se emplea como combustible para la combustión. (...)

La expansión por los álcalis se evita en este caso controlando su contenido en el cemento; que no debe ser mayor de 0.6%. En cementos con escorias este porcentaje límite de álcalis puede llegar al 2%, si el contenido de escorias es superior al 65%.

El contenido de álcalis no debe eliminarse porque se ha comprobado que en cementos con ausencia de ellos, la resistencia inicial de la pasta de cemento puede ser anormalmente baja.

Como parte de los álcalis se volatilizan en el horno, la forma de controlar el porcentaje es liberando fracción de los gases desprendidos en el horno. Rivva (2006).

Otras reacciones álcali - agregado

La reacción álcali – agregado se ve afectado por otros factores como la disponibilidad de agua no evaporada y la permeabilidad de la pasta de cemento.

La humedad y las altas temperaturas aceleran la reacción por lo que los factores físicos y químicos hacen de ésta una reacción compleja.

Se ha comprobado que en la reacción álcali – agregado, la expansión puede ser reducida o eliminada por la adición a la mezcla de sílice reactiva en forma de polvo bien fino. Soriano (1998).

La sustitución parcial del cemento por la combinación de 3% y 7% por cenizas de cáscara de coco y de mazorca de maíz respectivamente activadas térmicamente mejoraría la resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y disminuiría el contenido de K_2O en el cemento.

Objetivo general

Determinar el resultado de sustituir el cemento por la combinación de 3% y 7% por cenizas de cáscara de coco y de mazorca de maíz respectivamente activadas térmicamente en la resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y determinar el contenido de K_2O de dicha mezcla.

Objetivos específicos

- ✓ Determinar el rango de activación de las cenizas de cáscara de coco y de mazorca de maíz mediante un análisis de activación térmica diferencial.
- ✓ Conocer la composición química de las cenizas de cáscara de coco, cenizas de mazorca de maíz y de la mezcla mediante un análisis de FRX.
- ✓ Determinar el grado de alcalinidad (PH) de las cenizas de cáscara de coco, cenizas de mazorca de maíz y de la mezcla activadas térmicamente.
- ✓ Determinar la relación a/c de la probeta patrón y de la experimental sustituyendo el cemento por la combinación de 3% y 7% por cenizas de cáscara de coco y cenizas de mazorca de maíz respectivamente activadas térmicamente.
- ✓ Determinar la resistencia a la compresión de las probetas patrón y experimentales a los 7, 14 y 28 días de curado y comparar resultados.

II. Metodología



















El tipo de investigación propuesta es aplicada, cuantitativa y de nivel explicativo porque analizamos el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto y contenido de álcalis (K_2O) a consecuencia de la sustitución parcial del cemento por la combinación de 3% y 7% de cenizas de cáscara de coco y de mazorca de maíz respectivamente activadas térmicamente.

La investigación es de carácter experimental; para lo cual se propone estudiar una nueva mezcla de concreto con la sustitución parcial del cemento por la combinación de 3% y 7% por cenizas de cáscara de coco y de mazorca de maíz respectivamente activadas térmicamente, y comparar resultados con una mezcla de concreto patrón.

El estudio en su mayor parte se concentró en el laboratorio de Mecánica de Suelos, donde el investigador estuvo en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planteado en sus objetivos.

El diseño es en bloques completo al azar según el siguiente esquema:

Tabla 5: Diseño estadístico planteado

Días de curado	Resistencia a la compresión del concreto por la combinación de % de CCC y CMM	
	Patrón	3% y 7%
7 días		
		
		
14 días		
		
		
28 días		
		
		

Fuente: “Elaboración propia”.

Para la investigación propuesta, se tuvo como población al conjunto de probetas de concreto según las normas estándar de construcción establecidas, para una resistencia a la compresión de diseño propuesta de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$.

La muestra está constituida por 18 probetas de concreto con un diseño de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$; 9 probetas para un patrón y 9 probetas para la combinación de 3% y 7% de cenizas de cáscara de coco y de mazorca de maíz. (Según Reglamento Nacional de Edificaciones, 2007)

Para la elaboración de las unidades de estudio (probetas) se utilizaron las siguientes referencias:

- ✓ La cáscara de coco y las tusas de mazorca de maíz se recolectaron de almacenes

minoristas de la industria de derivados o productos fabricados con estos materiales, ubicado a la altura del Puente Bolívar, cerca a los alrededores del “Mercado Popular” del distrito de Huaraz, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash, de manera que el material se llenó en sacos para ser procesados posteriormente. (Ver foto 1).

- ✓ La piedra chancada de 3/4" y arena gruesa para el diseño de probetas se obtuvo de la chancadora “El Tarmeño”, cercana a la localidad de Tacllán y cuya planta está ubicada en la Carretera Huaraz – Pativilca S/N Km. 02. (Ver foto 10 y foto 11).
- ✓ El cemento que se utilizó fué Cemento Portland Tipo I marca “SOL”.
- ✓ El agua de mezcla fué potable, obtenido del laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

Tabla 6: Instrumentos de investigación utilizados

TECNICA	INSTRUMENTO
Observación	Guía de observación Resumen. Fichas técnicas de las pruebas de laboratorio a realizar.

Fuente: “Elaboración propia”.

Para esto utilizamos como instrumento una guía de observación resumen porque nos permitió elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión.

Para el presente proyecto de investigación el procesamiento de datos fué posterior a los ensayos respectivos, apoyado en una hoja de cálculo Excel.

Para realizar el análisis de los datos se tuvo presente:

- ✓ El cálculo de las dosificaciones, obtenidos del diseño de mezcla, tanto para las probetas patrón y de las experimentales.
- ✓ La representación con tablas, gráficos, porcentajes, promedios, varianzas y una prueba ANOVA para verificar la hipótesis planteada.

Para la fabricación de las probetas patrón y experimentales, pasamos por una serie de actividades, que tuvieron como objetivo recopilar datos para su posterior procesamiento y análisis; dicha serie de actividades están dentro del área de Tecnología del Concreto.

A continuación detallaremos las actividades realizadas en el proyecto de investigación planteado tanto para la fabricación de las probetas patrón como de las experimentales.

Procesamiento de los materiales sustitutos

Para la fabricación de las probetas experimentales a partir de las cenizas de cáscara de coco y cenizas de tusa de mazorca de maíz activadas térmicamente, se realizó una serie de actividades, que tuvieron como objetivo modificar las condiciones de la cáscara de coco y la tusa de mazorca de maíz, como materias primas sustitutas del cemento.

- ✓ **Recopilación**, es una actividad con el objetivo principal de recopilar la mayor cantidad de cáscara de coco y tusa de mazorca de maíz, recolectada de almacenes minoristas de la industria de derivados o productos fabricados con estos materiales, ubicado a la altura del Puente Bolívar, cerca a los alrededores del “Mercado

Popular” del distrito de Huaraz, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash, de manera que el material se llenó en sacos para ser procesados posteriormente. (Ver foto 1).

- ✓ **Selección**, es una actividad con el objetivo principal de seleccionar el material, ya que puede estar impregnado con materia orgánica dejada residualmente. (Ver foto 2).
- ✓ **Secado**, es una actividad con el objetivo de secar al sol, la humedad dejada por la parte orgánica de ambos materiales. Se ha secado al sol de 4 a 5 días, considerando como mínimo 2 días de secado. (Ver foto 2).
- ✓ **Prequemado**, es una actividad con el propósito de obtener las cenizas de cáscara de coco y cenizas de mazorca de maíz. Se sometió a combustión c/fuego durante 3 a 4 horas al aire libre y dejadas enfriar durante 2 a 3 días. (Ver foto 3 y foto 4)
- ✓ **Trituración**, es una actividad con el objetivo de prehomogenizar el material, de manera que se trituró el material sólido carbonizado, dejado después del prequemado. (Ver foto 8).
- ✓ **Calcinación**, es una actividad con el objetivo de activar térmicamente el material prequemado, de manera que se calcinó de forma controlada en el laboratorio de Suelos y Aguas de la Facultad de Ciencias Agrarias - UNASAM, siguiendo el rango de activación dado por el análisis termodiferencial de ambas muestras. Previamente se pesó ambas muestras en estado prequemado; esto permitió proyectar la cantidad de material calcinado para el proyecto de investigación planteado. (Ver anexos y apéndices. Resultados de calcinación de cáscara de coco

y Resultados de calcinación de mazorca de maíz de Laboratorio de análisis de suelos y aguas – UNASAM).

- ✓ **Molienda**, es una actividad con el objetivo de pulverizar los materiales (harina), de manera que se realizó esto porque los materiales se solidificaron después de haberlos sacado de la mufla. (Ver foto 9)
- ✓ **Tamizado**, es una actividad con el objetivo de seleccionar el material, de manera que se quiere reducir las partículas a 75µm (tamaño de partícula del cemento). Para ello se utilizó el tamiz N°200, con el fin de pasar por esta malla todo el material preseleccionado, previamente tamizado por la malla organza.
- ✓ **Empaquetado**, es una actividad con el objetivo de empaquetar en bolsas el material, que cuenta con la finura necesaria que tiene el cemento.

Ensayos planteados del material sustituto

- ✓ **Ensayo del ATD**, el objetivo de este ensayo es conocer el rango de activación térmica de los materiales sustitutos del cemento. (Ver anexos y apéndices. Informe N° 87 e Informe N° 88 de Laboratorio de Polímeros – UNT).
- ✓ **Ensayo de Fluorescencia de Rayos X**, el objetivo de este ensayo es conocer la composición química por óxidos, que contiene los materiales sustitutos del cemento. (Ver anexos y apéndices. Informe N°30-LAQ/2017 de Laboratorio de Arqueometría – UNMSM).
- ✓ **Ensayo del PH**, el objetivo de este ensayo es conocer la medida de acidez o alcalinidad que contiene los materiales sustitutos del cemento. (Ver anexos y apéndices. Resultados del análisis de PH de Laboratorio de análisis de suelos y

aguas – UNASAM).

Selección de los agregados

La piedra chancada de 3/4" y arena gruesa para el diseño de probetas se obtuvo de la chancadora “El Tarmeño”, cercana a la localidad de Tacllán y cuya planta está ubicada en la Carretera Huaraz – Pativilca S/N Km. 02. (Ver foto 10, foto 11, foto 12 y foto 13).

Ensayos de los agregados fino y grueso

Se realizó los siguientes ensayos tanto para el agregado fino como para el agregado grueso, en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP sede Huaraz.

- ✓ **Contenido de humedad**, es la cantidad de agua que contiene los agregados. Esta propiedad es importante porque de acuerdo a su valor (%), la cantidad de agua varía en el concreto. (Ver foto 14, foto 33 y foto 34).
- ✓ **Peso unitario**, es la relación entre el peso de las partículas de los agregados y el volumen incluyendo los vacíos. Es un valor útil sobre todo para hacer transformaciones de pesos a volúmenes y viceversa en el diseño de mezcla. (Ver foto 17, foto 18, foto 19, foto 37 y foto 38).
- ✓ **Peso específico**, es la relación entre el peso del material y su volumen, con diferencia que no toma en cuenta los vacíos del material. Es necesario utilizar este valor para realizar el diseño de mezcla. (Ver foto 22 y foto 47).
- ✓ **Absorción**, es la capacidad de los agregados de absorber el agua en contacto con

ellos. Al igual que el contenido de humedad, ésta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación a/c en el concreto. (Ver foto 24 y foto 48).

- ✓ **Granulometria**, se refiere a la distribución de partículas. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados. (Ver foto 26 y foto 49).

Ensayo de consistencia de la mezcla patrón y experimental

Se realizó el ensayo de consistencia tanto para la mezcla patrón como para la mezcla experimental, en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP sede Huaraz. Se tuvo en cuenta el siguiente procedimiento.

- El molde se colocó sobre una superficie plana y humedecida, manteniéndose inmóvil pisando las aletas. Seguidamente se vertió una capa de concreto hasta un tercio del volumen. Se apisonó con la varilla, aplicando 25 golpes, distribuidos uniformemente. (Ver foto 57).
- En seguida se colocó otras dos capas con el mismo procedimiento (Ver foto 58).
- La 3ra capa se llenó en exceso, para luego enrasar al término de la consolidación. Lleno y enrasado el molde, se levantó lenta y cuidadosamente en dirección vertical. (Ver foto 59).
- El concreto moldeado fresco se asentó, y se midió la diferencia entre la altura del molde y la altura de la mezcla fresca. (Ver foto 55 y foto 60).

Elaboración de probetas patrón y experimentales

Se realizó la elaboración de probetas tanto para las probetas patrón como para las probetas experimentales, en la Universidad San Pedro sede Huaraz. Se tuvo en cuenta el siguiente procedimiento.

- Se pesó c/u de los materiales según el diseño de mezcla establecido para 9 probetas tanto para las probetas patrón y experimentales.
- Se limpió los moldes y se recubrió con petróleo, de manera que la mezcla no se adhiera a la superficie metálica del molde.
- Se colocó la arena y piedra en la mezcladora, de manera que se mezcle de manera uniforme.
- Posteriormente se agregó el cemento y el agua a la mezcla, de manera que se mezcle de manera uniforme los materiales.
- Seguidamente se colocó la mezcla sobre la carretilla, previamente humedecida, y se removió la mezcla manualmente. (Ver foto 61)
- Luego se agregó la mezcla en los moldes en 3 capas procediendo a compactar 25 veces en c/capa, golpeando ligeramente los lados del molde con el mazo de goma después de c/capa. (Ver foto 62)
- Luego con la varilla de acero se hizo el enrasado quitando el exceso de mezcla del molde y se dejó fraguar el concreto durante 24 horas. (Ver foto 63).
- Al día siguiente del vaciado, se retiró los moldes de las probetas patrón y

experimentales. (Ver foto 64)

Ensayo de resistencia a la compresión de probetas patrón y experimentales

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión tanto para las probetas patrón como para las probetas experimentales, en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP sede Huaraz. Se tuvo en cuenta el siguiente procedimiento.

- Los moldes se retiraron de las probetas pasado las 18 y 24 horas después de moldeadas, para luego sumergirlas en agua para su curado.
- Posteriormente las probetas fueron trasladadas al laboratorio de Mecánica de Suelos a los 7, 14 y 28 días para ser sometidas al ensayo sobre la base circular de la prensa hidráulica. (Ver foto 65).
- Una vez colocadas, el medidor marcó la carga, hasta alcanzar un punto donde la probeta empiece a deformarse. (Ver foto 66).
- Luego se registró las lecturas de las cargas necesarias para romper las probetas, para luego determinar la resistencia a compresión de c/u de ellas. (Ver foto 67).

III. Resultados

Este capítulo muestra toda la información recopilada a lo largo de esta investigación, de manera que se enfocará en lo expuesto en los objetivos específicos expuestos anteriormente, se ordenó en forma de tablas de manera resumida para una mejor comprensión de las variables que intervienen en el proceso.

ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL DE LOS MATERIALES SUSTITUTOS.



Figura 2: Resultados obtenidos del ensayo de análisis termogravimétrico TGA de las cenizas de cáscara de coco en estado prequemado.

Fuente : “Informe técnico N°88 – UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO”.

Los resultados del análisis termogravimétrico al que fue sometido una muestra de 27.3mg. de cenizas de cáscara de coco en estado de prequemado sometidas a una velocidad de calentamiento de 20°C/min, muestran una importante pérdida de masa de aprox. 6.5mg (23.80%) a temperaturas tempranas de 75-145°C, posteriormente la

pérdida de masa de la muestra (9.16% aprox.) se muestra lenta a temperaturas de 145-700°C, finalmente a temperaturas de 700-900°C se muestra otra importante pérdida de masa en un rango muy corto aunque con una menor pérdida de aprox. 3mg (10.99%). De forma que al alcanzar la máxima temperatura de trabajo de 900°C se ha perdido un total de aprox. 44% de la masa.

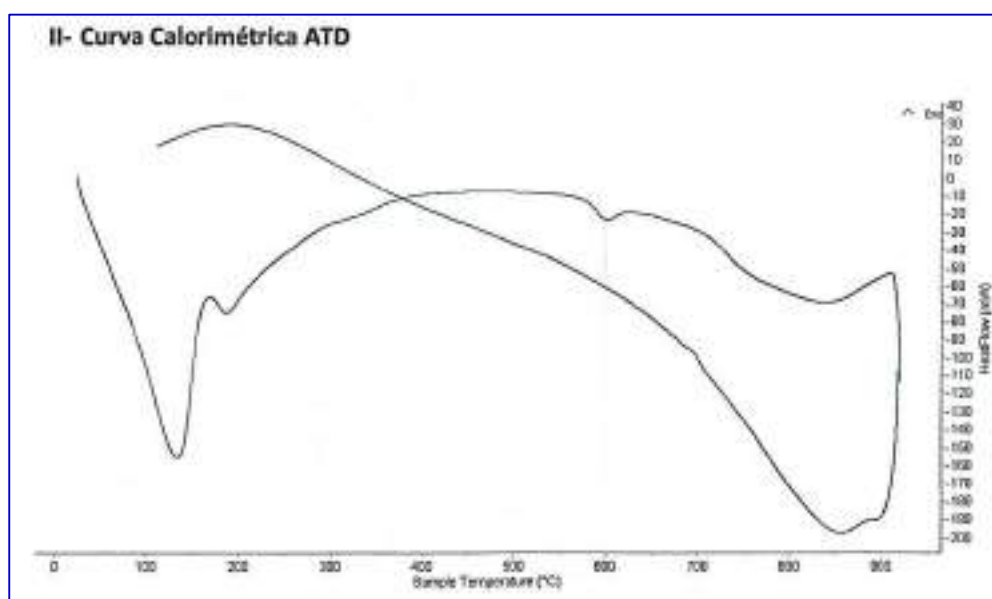


Figura 3: Resultados obtenidos del ensayo de análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/Análisis térmico Diferencial DTA de las cenizas de cáscara de coco en estado prequemado.

Fuente : “Informe técnico N°88 – UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO”.

Los resultados del análisis térmico diferencial DTA al que fue sometido una muestra de 27.3mg. de cenizas de cáscara de coco en estado de prequemado sometidas a una velocidad de calentamiento de 20°C/min, muestran un pico máximo de absorción de energía a temperaturas cercanas a 600°C (reacción endotérmica), mientras que en picos hacia abajo, se muestran pérdidas de energía como en el que se muestra a temperaturas de 100-150°C generando una cristalización (reacción exotérmica).

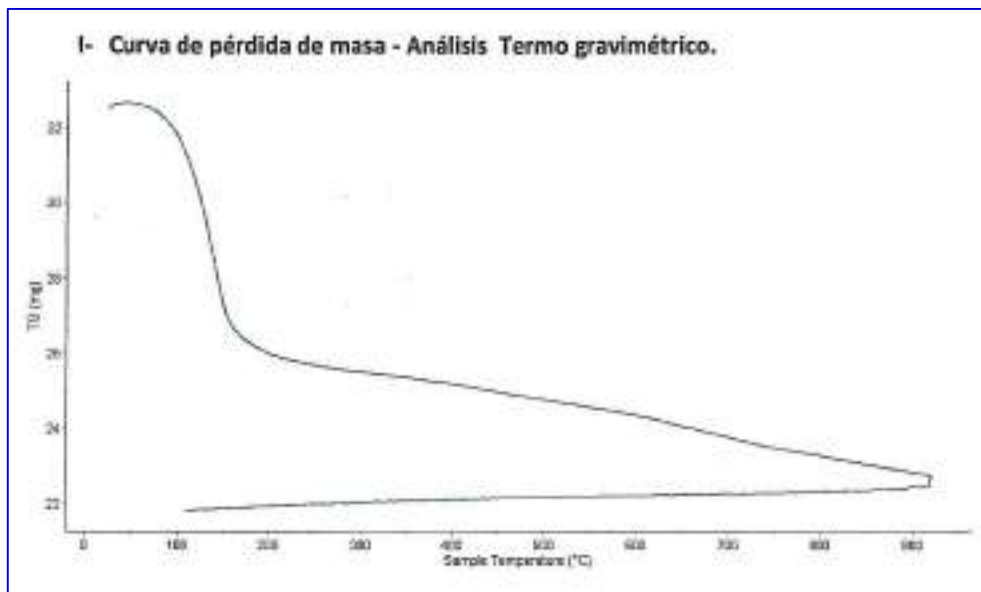


Figura 4: Resultados obtenidos del ensayo de análisis termogravimétrico TGA de las cenizas de mazorca de maíz en estado prequemado.

Fuente : “Informe técnico N°87 – UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO”.

Los resultados del análisis termogravimétrico al que fue sometido una muestra de 31.4mg. de cenizas de mazorca de maíz en estado de prequemado sometidas a una velocidad de calentamiento de 20°C/min, muestran una importante pérdida de masa de aprox. 4.9mg (15.61% aprox.) a temperaturas tempranas de 70-150°C, posteriormente la pérdida de masa de la muestra (12.74% aprox.) se muestra de manera lenta a temperaturas de 150-900°C, conforme va incrementando la temperatura. De forma que al alcanzar la máxima temperatura de trabajo de 900°C se ha perdido un total de aprox. 30% de la masa.

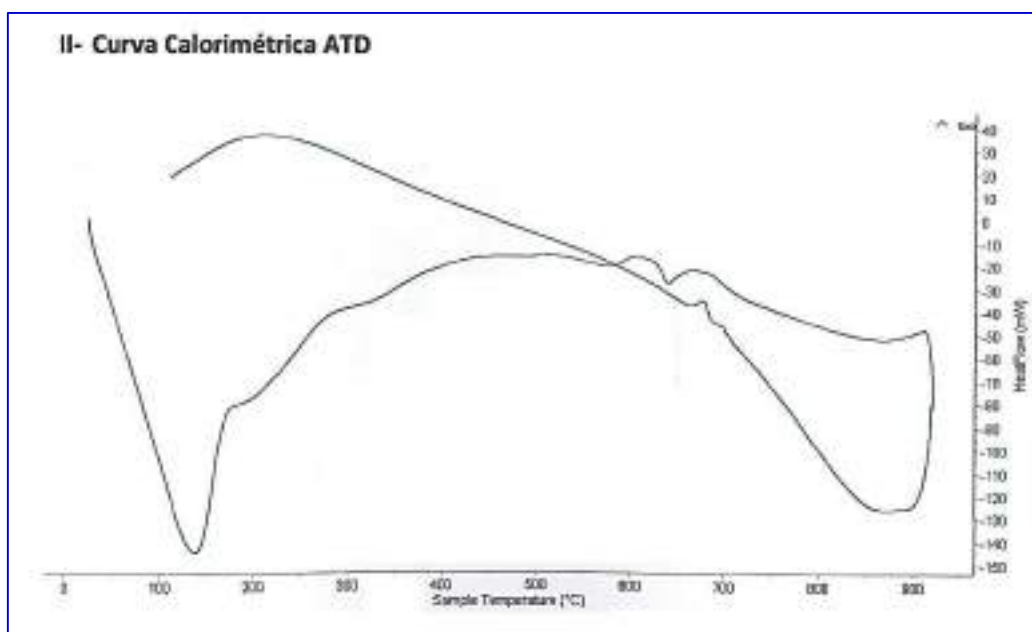


Figura 5: Resultados obtenidos del ensayo de análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/Análisis térmico Diferencial DTA de las cenizas de mazorca de maíz en estado prequemado.

Fuente : “Informe técnico N°87 – UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO”.

Los resultados del análisis térmico diferencial DTA al que fue sometido una muestra de 31.4mg. de cenizas de mazorca de maíz en estado de prequemado sometidas a una velocidad de calentamiento de 20°C/min, muestran un pico máximo de absorción de energía a 640°C (reacción endotérmica), mientras que en picos hacia abajo se muestran pérdidas de energía como en el que se muestra a temperaturas de 100-150°C y a temperaturas de 850-900°C, generando una cristalización (reacción exotérmica).

FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE LOS MATERIALES SUSTITUTOS.

Tabla 7: Resultados obtenidos de la prueba de fluorescencia de rayos X de las cenizas de cáscara de coco, cenizas de mazorca de maíz y la mezcla en estado de calcinación

Composición química Óxidos	Coco - Resultado Experimental %	Mazorca - Resultado Experimental %	Mezcla - Resultado Experimental %
Al ₂ O ₃	12.347	12.068	16.394
SiO ₂	18.718	20.650	17.970
P ₂ O ₅	8.392	11.495	10.037
SO ₂	1.832	2.946	1.675
ClO ₂	18.269	13.940	15.039
K ₂ O	37.220	34.565	35.778
CaO	1.958	3.224	1.902
TiO ₂	0.138	0.127	0.061
Cr ₂ O ₃	0.008	0.011	0.010
MnO	0.042	0.063	0.045
Fe ₂ O ₃	0.825	0.637	0.854
Ni ₂ O ₃	0.000	0.004	0.004
CuO	0.070	0.064	0.060
ZnO	0.036	0.100	0.043
BrO ₂	0.014	0.026	0.027
Rb ₂ O	0.086	0.049	0.061
SrO	0.026	0.028	0.026
Y ₂ O ₃	0.003	0.004	0.006
Total	100.00	Total	100.00

Fuente : “Informe técnico N°30 – UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS”.

Los resultados de FRX de las cenizas de cáscara de coco en estado de calcinación, sometidas a 600°C por un tiempo de 4 horas, muestran como elemento predominante al K₂O dado por 37.22%, seguido por el SiO₂ dado por 18.718% y el CaO con 1.958% como elementos que se pretendía encontrar principalmente y como componentes menores el Al₂O₃ con 12.347% y el Fe₂O₃ con 0.825%.

Los resultados de FRX de las cenizas de mazorca de maíz en estado de calcinación,

sometidas a 640°C por un tiempo de 4 horas, muestran como elemento predominante al K₂O dado por 34.565%, seguido por el SiO₂ dado por 20.650% y el CaO con 3.224% como elementos que se pretendía encontrar principalmente y como componentes menores el Al₂O₃ con 12.068% y el Fe₂O₃ con 0.637%.

Los resultados de FRX de la mezcla de las cenizas de cáscara de coco y mazorca de maíz al 3% y 7% respectivamente en estado de calcinación, sometidas c/u de ellas a 600°C y 640°C respectivamente por un tiempo de 4 horas, muestran como elemento predominante al K₂O dado por 35.778%, seguido por el SiO₂ dado por 17.970% y el CaO con 1.902% como elementos que se pretendía encontrar principalmente y como componentes menores el Al₂O₃ con 16.394% y el Fe₂O₃ con 0.854%.

PRUEBA DEL PH DE LOS MATERIALES SUSTITUTOS.

Tabla 8: Resultados obtenidos de la prueba del PH.

Item	Muestra	Ensayos
		PH
1	Cemento	12.61
2	Cenizas de cáscara de coco	12.80
3	Cenizas de mazoca de maíz	12.51
4	Cemento + 3% de ceniza de coco	13.06
5	Cemento + 7% de ceniza de coco	12.85
6	Cemento + 3% de ceniza de mazorca de maíz	12.94
7	Cemento + 7% de ceniza de mazorca de maíz	12.69
8	Cemento + 3% de ceniza de coco + 7% de ceniza de mazorca de maíz	12.62

Fuente : “Informe técnico PH – UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO”.

Los resultados obtenidos del análisis de PH, realizados en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Aguas de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNASAM, muestran el PH de los elementos investigados:

- El PH de las cenizas de cáscara de coco calcinadas es de 12.80, siendo éste mayor al PH del cemento, y el PH de las cenizas de mazorca de maíz calcinadas es de 12.51, siendo éste menor al PH del cemento, de forma que ambos son muy alcalinos.
- El PH de la mezcla del cemento + 3% de ceniza de coco + 7% de ceniza de mazorca de maíz es de 12.62, siendo éste muy similar al PH del cemento, de forma que es muy alcalino.

RELACIÓN A/C DE LA MEZCLA PATRÓN Y EXPERIMENTAL.

Tabla 9: Tabla elaborada, en base a los diseños de mezcla de probetas patrón y experimental.

Descripción	Proporciones en peso propuestas en el diseño de mezcla			
	Cemento	Arena	Piedra	Relación a/c
Mezcla patrón	<u>1.907</u>	<u>4.841</u>	<u>6.767</u>	<u>1.225</u>
	1.907	1.907	1.907	1.907
	1.00	2.539	3.549	0.642
Mezcla exp.	<u>1.907</u>	<u>3.342</u>	<u>6.767</u>	<u>1.259</u>
	1.907	1.907	1.907	1.907
	1.00	1.752	3.549	0.660

Fuente : “Informe técnico DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN – UNIVERSIDAD SAN PEDRO”.

Los resultados obtenidos del diseño de mezcla. Metodo ACI, generado por los ensayos del agregado fino y grueso de la localidad de Tacllán, realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP – Sede Huaraz, muestran que las probetas patrón tienen una relación agua-cemento (a/c) de 0.642, mientras que las probetas experimentales tienen una relación agua-cemento (a/c) de 0.660, de manera que la relación a/c se ha incrementado, la cantidad de arena de la probeta experimental ha disminuido con respecto a la del patrón y la cantidad de agua de la probeta experimental ha incrementado con respecto a la del patrón.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS PATRÓN Y EXPERIMENTALES.

Tabla 10: Tabla elaborada, en base a los resultados de resistencia a la compresión de las probetas patrón y experimentales.

Edad	Descripción	Probetas patrón		Probetas experimentales con la combinación al 3% y 7%	
		f'c (Kg/cm2)	Avance (%)	f'c (Kg/cm2)	Avance (%)
7	P-1	162.48	77.37	139.05	66.21
	P-2	154.18	73.42	132.96	63.31
	P-3	151.26	72.03	126.99	60.47
	Promedio (f'cm)	155.97	74.27	133.00	63.33
14	P-4	178.58	85.04	153.24	72.97
	P-5	175.14	83.40	160.80	76.57
	P-6	179.26	85.36	163.75	77.98
	Promedio (f'cm)	177.66	84.60	159.26	75.84
28	P-7	210.18	100.09	185.22	88.20
	P-8	216.42	103.06	177.97	84.75
	P-9	211.47	100.70	174.07	82.89
	Promedio (f'cm)	212.69	101.28	179.09	85.28

Fuente : “Informe técnico ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS PATRÓN E Y EXPERIMENTALES – UNIVERSIDAD SAN PEDRO”.

Los resultados obtenidos del ensayo a la compresión de las probetas patrón a los 7 días muestran una resistencia a la compresión promedio de 155.97Kg/cm² alcanzando un avance de 74.27%, calificando dentro del rango de 70-85% del rango permitido a esta edad, a los 14 días muestran una resistencia a la compresión promedio de 177.66Kg/cm² alcanzando un avance de 84.60%, estando aprox. dentro del parámetro mínimo permitido a esta edad en el rango de 85-95% y finalmente a los 28 días muestran una resistencia a la compresión promedio de 212.69Kg/cm² alcanzando un avance de 101.28%, calificando dentro del rango de 100-120%.

Por otro lado; los resultados obtenidos del ensayo a la compresión de las probetas experimentales a los 7 días muestran una resistencia a la compresión promedio de 133.00Kg/cm² alcanzando un avance de 63.33%, estando en el rango alcanzado a los 3 a 7 días de 53-70%, a los 14 días muestran una resistencia a la compresión promedio de 159.26Kg/cm² alcanzando un avance de 75.84%, estando en el rango alcanzado a los 7 días de 70-85% y finalmente a los 28 días muestran una resistencia a la compresión promedio de 179.09Kg/cm² alcanzando un avance de 85.28%, calificando dentro del rango alcanzado a los 14 días de 85-95%.

IV. Análisis y discusión

En este capítulo se analizó cada uno de los resultados obtenidos para la fabricación de las probetas patrón y experimentales, así también como las características y el comportamiento de las cenizas de cáscara de coco y de mazorca de maíz activadas térmicamente sustituyendo al 10% del cemento, en base a lo expuesto en los objetivos específicos.

EVALUACIÓN DEL RANGO DE ACTIVACIÓN DE LOS MATERIALES SUSTITUTOS POR MEDIO DEL ANÁLISIS ATD.

Los resultados del termograma generado del análisis térmico diferencial DTA al que fue sometido la muestra de cenizas de cáscara de coco en estado de prequemado sometida a una velocidad de calentamiento de 20°C/min, muestran en una primera instancia un proceso de cristalización, ya que se observa un pico hacia abajo desde los 25-150°C, después la curva tiende a subir ganando energía y generando un pico máximo de absorción de energía a temperaturas cercanas a 600°C (reacción endotérmica), generándose un proceso de fusión y finalmente después la curva baja generándose un proceso de degradación, perdiendo energía gradualmente en mayor incidencia que la que se produjo anteriormente, ya que se genera un pico hacia abajo a una temperatura de 850°C aprox. (reacción exotérmica).

Los resultados del termograma generado del análisis térmico diferencial DTA al que fue sometido la muestra de cenizas de mazorca de maíz en estado de prequemado sometida a una velocidad de calentamiento de 20°C/min, muestran en una primera instancia un proceso de cristalización, ya que se observa un pico hacia abajo desde los

25-150°C, después la curva tiende a subir ganando energía gradualmente y generando un pico máximo de absorción de energía a temperaturas cercanas a 640°C (reacción endotérmica), generándose un proceso de fusión y finalmente después la curva baja generándose un proceso de degradación, perdiendo energía gradualmente en mayor incidencia que la que se produjo anteriormente, ya que se genera un pico hacia abajo a una temperatura de 850-900°C aprox. (reacción exotérmica).

EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS MATERIALES SUSTITUTOS POR MEDIO DE FRX.

Tabla 11: Resultados de FRX de cenizas de coco a 800°C por 2 horas

Composición química Elementos	Resultado Experimental %	Composición química Óxidos	Resultado Experimental %
Potasio, K	51.375	Óxido de potasio, K₂O	76.744
Cloruro, Cl-	14.591	Dióxido de silicio, SiO₂	8.951
Silicio, Si	13.723	Trióxido de hierro, Fe₂O₃	5.687
Hierro, Fe	6.616	Pentóxido de fósforo, P ₂ O ₅	4.916
Calcio, Ca	6.188	Óxido de calcio, CaO	2.777
Fósforo, P	5.054	Dióxido de titanio, TiO ₂	0.325
Azufre, S	1.199	Cloruro, Cl-	0.213
Titanio, Ti	0.549	Óxido de manganeso, MnO	0.127
Manganeso, Mn	0.172	Trióxido de azufre, SO ₃	0.087
Rubidio, Rb	0.165	Óxido de rubidio, Rb ₂ O	0.056
Estroncio, Sr	0.142	Óxido de estroncio, SrO	0.054
Cobre, Cu	0.125	Óxido de cobre, CuO	0.036
Zinc, Zn	0.064	Óxido de zinc, ZnO	0.019
Bromuro, Br	0.036	Bromuro, Br	0.010
Total	99.999	Total	99.999

Fuente: “Resistencia del concreto sustituyendo parcialmente el cemento en un 3% por cenizas de cáscara de coco”. Crisanto Robles, O. (2016).

Tabla 12: Resultados de FRX de cenizas de tusa de maíz a 600°C por 2 horas

Composición química Óxidos	Resultado Experimental %
Óxido de potasio, K₂O	80.769
Dióxido de silicio, SiO₂	9.130
Pentóxido de fósforo, P ₂ O ₅	3.755
Trióxido de hierro, Fe₂O₃	3.246
Óxido de calcio, CaO	1.986
Óxido de zinc, ZnO	0.456
Dióxido de titanio, TiO ₂	0.234
Cloruro, Cl-	0.144
Óxido de manganeso, MnO	0.117
Óxido de rubidio, Rb ₂ O	0.062
Trióxido de azufre, SO ₃	0.047
Óxido de estroncio, SrO	0.032
Óxido de cobre, CuO	0.018
Bromuro, Br	0.009

Fuente: “Efecto de la sustitución del 15% del cemento por una combinación de ceniza de tusa de maíz al 10% y vidrio molido al 5% en la resistencia de un ladrillo de concreto 175kg/cm²”. Ninaquispe Arias y Sevillano Otiniano. (2016).

Los resultados de FRX de las cenizas de cáscara de coco activadas térmicamente, sometidas a 600°C por un tiempo de 4 horas, muestran como elemento predominante al K₂O dado por 37.22%, por el contrario en un estudio reciente que se hizo por el mismo autor de la tesis presentada **“Resistencia del concreto sustituyendo parcialmente el cemento en un 3% por cenizas de cáscara de coco”**. **Crisanto Robles, O. (2016)**, este mismo material fue sometido a 800°C por 2 horas, presentando como elemento predominante al K₂O dado por 76.741%. Luego al ser el K₂O un componente volátil en el horno durante el proceso de calcinación, al aumentar el tiempo de calcinación de 2-4horas se pudo reducir el porcentaje de K₂O.

Los resultados de FRX de las cenizas de mazorca de maiz activadas térmicamente,

sometidas a 640°C por un tiempo de 4 horas, muestran como elemento predominante al K₂O dado por 34.565%, por el contrario en un estudio reciente que se hizo por una tesis presentada por la USP sede Chimbote, **“Efecto de la sustitución del 15% del cemento por una combinación de ceniza de tusa de maíz al 10% y vidrio molido al 5% en la resistencia de un ladrillo de concreto 175kg/cm²”**. **Ninaquispe Arias y Sevillano Otiniano. (2016)**, este mismo material fue sometido a 600°C por 2 horas, presentando como elemento predominante al K₂O dado por 80.763%. Luego al ser el K₂O un componente volátil en el horno durante el proceso de calcinación, al aumentar el tiempo de calcinación de 2-4horas se pudo reducir el porcentaje de K₂O.

Tabla 13: Características químicas de los cementos peruanos

Elemento	Sol Tipo I	Atlas Tipo IP	Andino Tipo I	Andino Tipo II	Andino Tipo V
CaO	63.20	53.65	64.18	63.83	64.60
SiO ₂	19.79	26.28	21.86	22.58	22.51
Al ₂ O ₃	6.15	6.44	4.81	4.21	3.04
Fe ₂ O ₃	2.82	4.84	3.23	3.11	4.28
K ₂ O	0.96	1.07	0.65	0.54	0.56
Na ₂ O	0.28	0.37	0.15	0.12	0.13
SO ₃	2.58	2.84	2.41	2.38	2.36
MgO	3.16	2.76	0.96	0.97	0.92
Cal libre	0.52	0.29	0.59	0.40	0.55
P. Ignición	0.80	1.63	1.24	1.46	1.08
R. Insolubles	0.62	10.21	0.42	0.59	0.57
C ₃ S	54.18		51.33	48.73	58.64
C ₂ S	15.87		23.95	27.98	20.30
C ₃ A	11.53		7.28	5.89	0.81
C ₄ AF	8.57		9.82	9.45	13.01

(*) Análisis particular al no haber suministrado información el fabricante.

Fuente: “Tópicos de la Tecnología del Concreto en el Perú”. Pasquel Enrique. (1998).

Finalmente, los resultados de FRX de la combinación al 3% y 7% de cenizas de cáscara de coco y mazorca de maíz activadas térmicamente a 600°C y 640°C de forma independiente por un tiempo de 4 horas respectivamente, muestran como elemento

predominante al K₂O dado por 35.778%, luego se calcula el contenido de álcalis equivalente ($\text{Na}_2\text{O equiv.} = \% \text{Na}_2\text{O}(\%) + 0.658\text{K}_2\text{O}(\%)$) resultando 23.542% de álcalis equivalente, sobrepasando el porcentaje permitido de 1.15% en el cemento.

Tabla 14: Calificación del cemento según el porcentaje de álcalis

	Alcalis en el cemento (%)	Cemento en la mezcla Kg / m ³
álcalis bajo	0.50	600
	0.55	545
	0.60	500
álcalis medio	0.65	460
	0.70	430
	0.75	400
	0.80	375
	0.85	350
	0.90	335
	0.95	315
álcalis alto	1.00	300
	1.05	285
	1.10	275
	1.15	260

Fuente: “Reacción Álcali Agregado. Método Acelerado”. Guayaquil, Ecuador. Soriano, J. (1998).

Por otro lado, los resultados encontrados en la mezcla al 3% y 7% de las cenizas de cáscara de coco y mazorca de maíz, se observa que los elementos mas cercanos a la composición del cemento portland tipo I “SOL” son el SiO₂ con 17.970% estando muy cerca al 19.79% presentado por el cemento y el Al₂O₃ con 16.394% sobrepasando el 6.15% presentado por el cemento. Ambos elementos aportan resistencia al concreto, aunque éste último en menor incidencia, por el contrario actúa como catalizador en el fraguado de forma violenta.

EVALUACIÓN DEL GRADO DE ALCALINIDAD (PH) DE LOS MATERIALES SUSTITUTOS.

Los resultados obtenidos del análisis de PH, realizados en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Aguas de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNASAM, muestra el PH del nuevo cemento dado por la mezcla de cemento + 3% de ceniza de coco + 7% de ceniza de mazorca de maíz muy similar a la del cemento con 12.62, el PH de las cenizas de coco supera al PH del cemento con 12.80 y por el contrario el PH de las cenizas de mazorca de maíz es menor a la del cemento con 12.51. Así todas las muestras son muy alcalinas, ya que sus PH son mayores a 10.

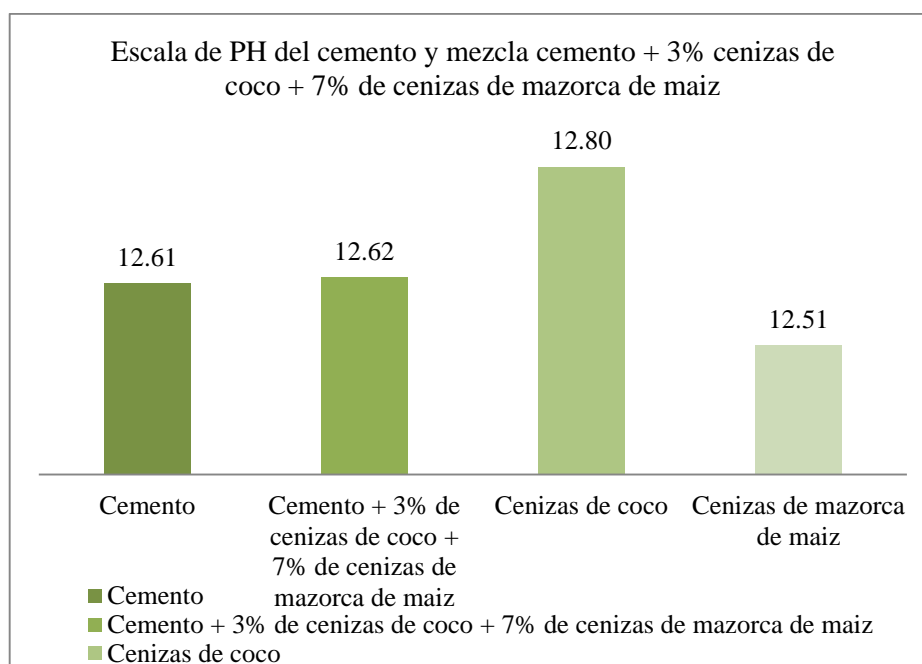


Figura 6: Resultados obtenidos del ensayo de PH del cemento y mezcla de cemento + 3% de cenizas de coco + 7% de cenizas de mazorca de maíz.

Fuente : “Informe técnico PH – UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO”.

El objetivo de esta prueba era obtener un PH mayor al del cemento, de manera que así se garantiza un concreto mayor protegido a ataques químicos como contra los ácidos orgánicos como por ejemplo el ácido carbónico al que se expone el concreto en la etapa de fraguado de manera que el CO₂ entra a través de los poros de la pasta, durante el proceso de carbonatación.

Tabla 15: Calificación del PH.

Calificación	Escala PH
Muy ácida	PH 4 o menos
Moderadamente ácida	PH 5
Ligeramente ácida	PH 6
Neutra	PH 7
Ligeramente alcalina	PH 8
Moderadamente alcalina	PH 9
Muy alcalina	PH 10 o más

Fuente: “<https://es.scribd.com/doc/250439043/Clasificacion-de-Los-Suelos-Segun-El-PH>”

EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN A/C DE LAS PROBETAS PATRÓN E EXPERIMENTALES.

Los resultados obtenidos del diseño de mezcla. Metodo ACI, muestran que las probetas patrón tienen una relación agua-cemento (a/c) de 0.642, mientras que las probetas experimentales tienen una relación agua-cemento (a/c) de 0.660, de forma que al incrementar la relación a/c baja la resistencia a la compresión según la curva presentada.

De acuerdo a la tabla 9, la cantidad de materiales de la probeta experimental ha variado con respecto a la del patrón con respecto al agregado fino, ya que el arena ha disminuido de 4.841 hasta 3.342 kilos, de forma que los finos no compensan o llenan

los espacios vacíos del molde presentando menos resistencia a la compresión. Con respecto al agua, éste ha incrementado de 1.225 a 1.259 kilos con respecto al patrón, de forma que debido al K₂O presentado por el nuevo cemento requiere mayor cantidad de agua por probeta.

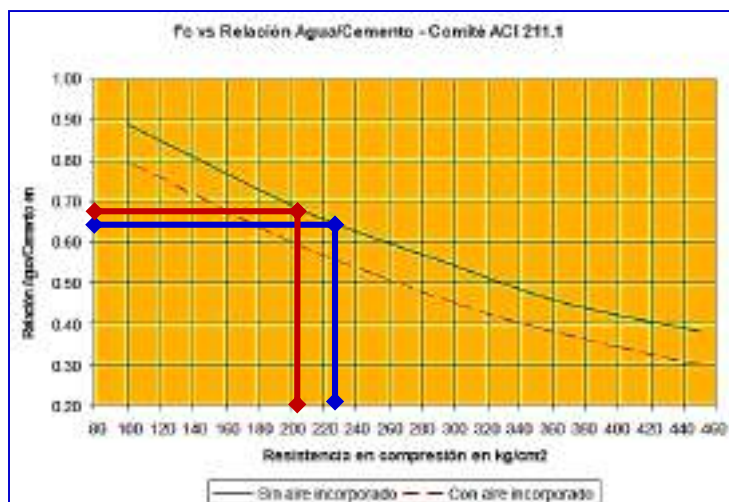


Figura 7: Curva de relación a/c vs. resistencia a la compresión en kg/cm².

Fuente : “Comité ACI 211.1”.

EVALUACIÓN DE RESIST. A COMPRESIÓN DE PROBETAS PATRÓN E EXP.

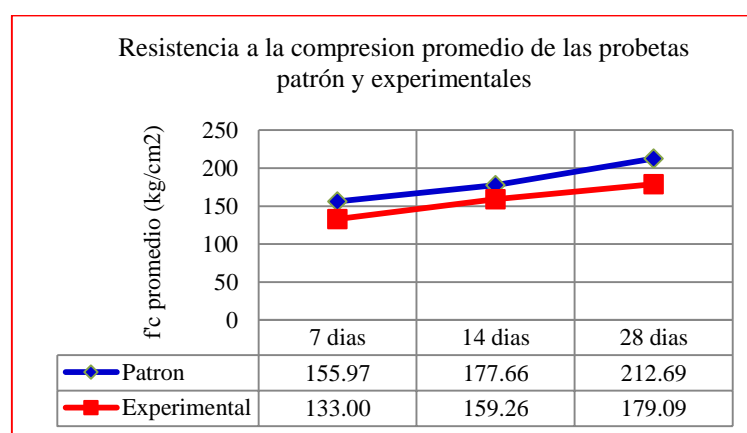


Figura 8: Curva de resistencia a la compresión promedio de la probeta patrón y experimental.

Fuente : “Informe técnico ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS PATRÓN E EXPERIMENTALES – UNIVERSIDAD SAN PEDRO”.

Los resultados obtenidos del ensayo a la compresión de las probetas patrón a los 7 días muestran una resistencia a la compresión promedio de 155.97Kg/cm² alcanzando un avance de 74.27%, calificando dentro del rango de 70-85% del rango permitido a esta edad, a los 14 días muestran una resistencia a la compresión promedio de 177.66Kg/cm² alcanzando un avance de 84.60%, estando aprox. dentro del parámetro mínimo permitido a esta edad en el rango de 85-95%, finalmente a los 28 días se muestra una resistencia a la compresión de 212.69Kg/cm², calificando dentro del rango de 100-120%.

Tabla 16: Calificación de resistencia a la compresión en días

DIAS	% DE RESISTENCIA
1 día	25 - 35%
3 días	42 - 53%
7 días	70 - 85%
14 días	85 - 95%
28 días	100 - 120%
60 días	Sube entre 10 y 15 de la resistencia de 28 días

Fuente: “Resistencia del concreto sustituyendo parcialmente el cemento en un 3% por cenizas de cáscara de coco”. Crisanto Robles, O. (2016).

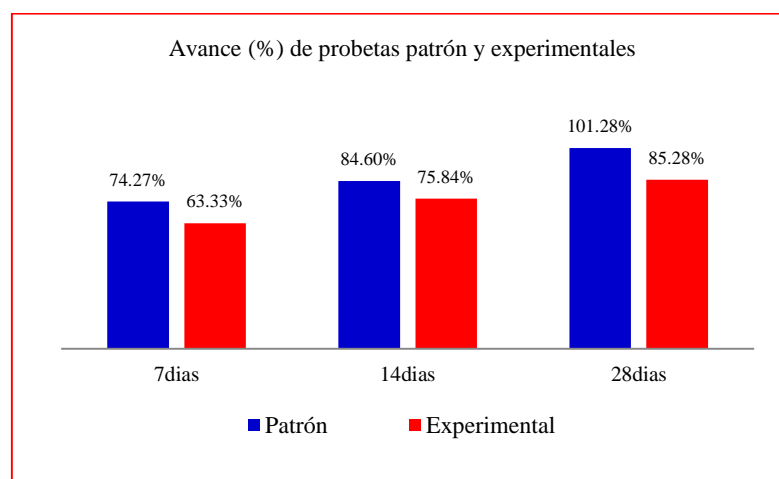


Figura 9: Resultados obtenidos del ensayo a compresión de las probetas patrón y experimentales.

Fuente : “Informe técnico ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS PATRÓN E EXPERIMENTALES – UNIVERSIDAD SAN PEDRO”.

Por otro lado, los resultados obtenidos del ensayo a la compresión de las probetas patrón a los 7 días se muestra una dispersión entre testigos BUENA a esta edad, a los 14 días se muestra una dispersión entre testigos EXCELENTE a esta edad, finalmente a los 28 días se muestra una dispersión entre testigos EXCELENTE; según los rangos definidos para el indicador C.V.(Ds/f²cm).

De forma similar las probetas experimentales a los 7 días muestran una dispersión entre testigos SUFICIENTE a esta edad, a los 14 días se muestra una dispersión entre testigos BUENA a esta edad, finalmente a los 28 días se muestra una dispersión entre testigos BUENA; según los rangos definidos para el indicador C.V.(Ds/f²cm).

Tabla 17: Dispersión entre testigos

DISPERSION TOTAL					
CLASE DE OPERACION	DESVIACION STANDARD PARA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL (kg/cm ²)				
	EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	SUFICIENTE	DEFICIENTE
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> a 24.6
DISPERSION ENTRE TESTIGOS					
CLASE DE OPERACION	COEFICIENTE DE VARIACION PARA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL (%)				
	EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	SUFICIENTE	DEFICIENTE
Concreto en Obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> a 6.0
Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> a 5.0

Fuente: “Tópicos de la Tecnología del Concreto en el Perú”. Pasquel Enrique. (1998).

Finalmente, los resultados obtenidos del ensayo a la compresión de las probetas

experimentales a los 7 días muestran una variación del 10.94% con respecto a la del patrón, a los 14 días muestran una variación del 8.76% y por último a los 28 días muestran una variación del 16%, no superando la resistencia a la compresión promedio de las probetas patrón. Estos resultados dan a entender que ha habido un fraguado lento de las probetas experimentales con respecto a las del patrón ya que el 35.778% de K₂O forma un gel absorbente de agua, modificando la relación (a/c) de la mezcla al 3% y 7%, además se ha observado que el Al₂O₃ con 16.394% sobrepasa el 6.15% presentado por el cemento, incidiendo este componente en el proceso de fraguado de manera que se debe limitar su contenido y por último según los resultados de FRX obtenidos, el SiO₂ dado por 17.970% y el CaO con 1.902% como elementos que se pretendía encontrar principalmente, no igualan los porcentajes presentados por el cemento, en el caso del SiO₂ el porcentaje es cercano pero en el caso del CaO hay mucha diferencia.

Todas estas observaciones realizadas hacen que las probetas experimentales no superen a las probetas patrón, y a la vez se ha comprobado durante la fabricación de las mismas.

V. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

1. El DTA al que fueron sometidos la muestras de cenizas de coco y cenizas de mazorca de maíz, mostraron en los picos máximos de absorción 600°C y 640°C respectivamente, mostraron mejores resultados que en antecedentes encontrados.
2. El componente predominante presentado en la combinación de cemento + 3% de ceniza de coco + 7% de cenizas de mazorca de maiz es el K_2O con 35.778%, además los elementos más cercanos a la composición del cemento son el SiO_2 con 17.97% estando muy cerca al 19.79% y el Al_2O_3 con 16.394% sobrepasando el 6.15% presentado por el cemento.
3. El PH de la combinación de cemento + 3% de ceniza de coco + 7% de cenizas de mazorca de maíz es de 12.62 es muy similar al PH del cemento, con esto se garantiza que la capa pasiva del concreto resista ataques químicos por parte de los ácidos orgánicos, ya que está en un ambiente alcalino.
4. De acuerdo al incremento de la relación (a/c) de 0.642 hasta 0.660, se obtuvo una resistencia a la compresión menor a la del patrón, ya que se utilizó menor cantidad de agregado fino por probeta experimental y mayor cantidad de agua por el K_2O presentado por la mezcla modificando la relación (a/c).
5. Se concluye que las probetas experimentales no superan a las probetas patrón, ya que a los 7 días su avance es de 63.33%, a los 14 días su avance es de 75.84% y a los 28 días el avance es de 85.28%, además el Al_2O_3 con 16.394% sobrepasa el

6.15% presentado por el cemento, incidiendo este componente en el proceso de fraguado debiendo limitarse su contenido y por último el CaO con 1.902%, no igualan los porcentajes presentados por el cemento.

6. El porcentaje del 3% y 7% de sustitución se justifica, ya que según la norma NTP 334.090 CEMENTOS. Cementos Portland adicionados. Requisitos. 7. MATERIALES Y FABRICACION. Los cementos portland puzolánicos modificados, producto de la mezcla de cemento portland y puzolana, éste último debe estar presente en no más del 20%.

Recomendaciones

1. Continuar con el trabajo de investigación, utilizando las temperaturas de activación indicadas por el análisis de ATD y a la vez aumentando el tiempo de calcinación para volatilizar el % de K_2O de los materiales en estudio.
2. Utilizar la materia prima de los alrededores de la ciudad de Huaraz y desarrollar una mayor variedad de temperatura de calcinación, ya que se piensa que a temperaturas fuera del rango de activación dado por el ATD se pierde en porcentaje SiO_2 y CaO , al no activarse a la temperatura adecuada.
3. Agregar un nuevo material que al mezclarse con los materiales en estudio aporte CaO en porcentaje similar al del cemento, ya que no se presento como elemento predominante en este estudio y que al mezclarse con el SiO_2 presentado en la combinación al 3% y 7% de las cenizas de coco y de mazorca de maiz, aportaría resistencia a la compresión a edades tempranas.
4. Desarrollar una mayor variedad de relación (a/c), para observar la tendencia de la resistencia a la compresión del concreto experimental con respecto a la del patrón.
5. Aumentar el número de probetas fabricadas , para obtener un control estadístico más preciso y confiable.

VI. Agradecimientos

A Dios, por darme el aliento de vida, por brindarme la fortaleza y voluntad, para sacar adelante esta meta culminada, así mismo a mi familia quien ha estado allí a mi lado brindándome su apoyo incondicional durante este periodo educativo.

A mi asesor el Ing. Miguel Solar Jara, por la motivación dada durante este proyecto además de su excelente dirección, y disponibilidad en este trabajo de tesis, así como también a los demás miembros del jurado que me impartieron sus conocimientos técnicos y experiencias en las aulas de clase.

A las instituciones que me brindaron su ayuda en diferentes actividades realizadas como son: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil - USP sede Huaraz, Laboratorio de Polímeros de la Facultad de Ingeniería de Materiales - UNT, Laboratorio de Suelos y Aguas de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNASAM y Laboratorio de Archeometría de la Facultad de Ciencias Físicas – UNMSM.

VII. Referencias Bibliográficas

Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto (Teoría y Problemas). Lima, Perú.

Aminulai, H.O., Abubakar, M., Abdulrahman H.S. y Musa, U. (2012). Partial Replacement of Cement with Corn Cob Ash in Concrete Production. Minna, Nigeria.

Hernández, I., Alavez, R. y Montes, P. (2009). Cenizas de coco y hoja de pino para su uso como puzolana. Oaxaca, México.

Pasquel, E. (1998). Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú. Lima Perú.

Pasquel, E. (2004). Control del Concreto en Obra. Lima Perú.

Soriano, J. (1998). Reacción Álcali Agregado. Método Acelerado. Guayaquil, Ecuador.

Utsev, J.T. y Taku, J.K. (2012). Coconut Shell Ash As Partial Replacement of Ordinary Portland Cement In Concrete Production. Makurdi, Nigeria.

Anexos y apéndices

En este capítulo, se adjuntó material valioso como resultados de los últimos antecedentes, tablas de diseño, informes técnicos realizados y el diseño de mezcla detallado de las probetas patrón y experimentales.

Además, se detalló por medio del panel fotográfico el tratamiento de la materia prima, ensayos de los materiales sustitutos, ensayos de los agregados y elaboración y curado de probetas patrón y experimentales en base a lo expuesto en la metodología del trabajo.

Tabla 18: Propiedades físicas de las cenizas de concha de coco dados por Hernández I. y Alavez R. (2009).

Propiedades físicas	Awal y Hussin	Sata et al.	Jaturapitakkul et al.	Chindaprasirt et al.	Rukson y Chindaprasirt
	1997	2006	2007	2007	2008
Cenizas de :	A	B	B	A, B	B
Temp. de quemado (°C)	600	--	800 - 1000	--	800 - 1000
Densidad (g/cm ³)	2.22	2.33	2.43	2.43	2.25
% retenido N°325	--	1.5	1.0	1.0	1.0 - 3.0
Tamaño de partícula (50µm)	--	10.1	7.4	8.0	7.0
Fineza (cm ² /gr)	5190	12435	--	--	11800

A: Quema de frutos de coco vacíos en fábricas productoras de aceite de palma.

B: Quema de frutos de coco vacíos en plantas generadoras de energía eléctrica.

Fuente: “Cenizas de Coco y Hoja de Pino para su uso como Puzolana”. Iván Hernández y Rafael

Alavez (2009)

Tabla 19: Propiedades químicas de las cenizas de concha de coco dados por Hernández I. y Alavez R. (2009).

Composición química (%)	Awal y Hussin	Sata et al.	Jaturapitakkul et al.	Chindaprasirt et al.	Rukson y Chindaprasirt
	1997	2006	2007	2007	2008
SiO ₂	43.60	65.30	57.70	57.80	63.60
Al ₂ O ₃	11.40	2.56	4.50	4.60	1.60
Fe ₂ O ₃	4.70	1.98	3.30	3.30	1.40
CaO	8.40	6.03	6.50	6.60	7.60
K ₂ O	3.50	5.72	8.20	8.30	6.90
MgO	4.80	3.08	4.20	4.20	3.90
Na ₂ O	0.39	0.36	0.50	0.50	0.10
SO ₃	2.80	0.47	0.20	0.30	0.20
PxC	18.00	10.05	10.50	10.10	9.60
SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃	59.70	69.84	65.50	65.70	66.60

Fuente: “Cenizas de Coco y Hoja de Pino para su uso como Puzolana”. Iván Hernández y Rafael Alavez (2009)

Tabla 20: Composición química de las cenizas de cáscara de coco dados por Utsev J.T y Taku J.K. (2012).

Oxido	Ceniza de cáscara de coco (%)	Cemento SOL Tipo I (%)
SiO ₂	37.97	19.79
Al ₂ O ₃	24.12	6.15
Fe ₂ O ₃	15.48	2.82
CaO	4.98	63.20
MgO	1.89	3.16
MnO	0.81	2.58
Na ₂ O	0.95	0.96
K ₂ O	0.83	0.28
P ₂ O ₅	0.32	--
SO ₃	0.71	--
LOI	11.94	--

Fuente: “Coconut Shell Ash As Partial Replacement of Ordinary Portland Cement In Concrete Production”. Utsev J.T y Taku J.K. (2012).

Tabla 21: Pruebas de densidad y resistencia a la compresión promedio dados por Utsev J.T y Taku J.K. (2012).

Sustitución (%)	Edad (días)	Densidad media (Kg/m ³)	Resistencia media (N/mm ²)	Resistencia media (Kg/cm ²)
	7	2525.50	13.78	140.56
0%	14	2522.00	18.82	191.96
	28	2514.50	34.22	349.04
	7	2504.50	12.89	131.48
10%	14	2517.50	17.56	179.11
	28	2514.50	31.78	324.16
	7	2471.50	11.11	113.32
15%	14	2475.00	14.89	151.88
	28	2456.00	23.23	236.95
	7	2450.50	8.66	88.33
20%	14	2427.50	12.44	126.89
	28	2388.00	19.78	201.76
	7	2357.00	6.67	68.03
25%	14	2338.50	9.11	92.92
	28	2340.50	16.67	170.03
	7	2314.00	6.45	65.79
30%	14	2322.50	8.67	88.43
	28	2543.00	13.11	133.72

Tabla 22: Composición química de las cenizas de tusa de mazorca de maíz dado por Aminulai, H.O., Abubakar, M., Abdulrahman H.S. y Musa, U. (2012).

Oxido	Ceniza de tusa de mazorca de maíz (%)	Cemento Sol Tipo I (%)
SiO ₂	68.60	19.79
Al ₂ O ₃	5.15	6.15
Fe ₂ O ₃	2.95	2.82
CaO	4.50	63.20
MgO	2.80	3.16
SO ₃	1.44	2.58
K ₂ O	8.42	0.96
Na ₂ O	0.45	0.28
Mn ₂ O ₃	0.06	--
P ₂ O ₅	2.42	--
LOI	8.55	--

Fuente: “Partial Replacement of Cement with Corn Cob Ash in Concrete Production”. Aminulai, H.O., Abubakar, M., Abdulrahman H.S. y Musa, U. (2012).

Tabla 23: Pruebas de densidad y resistencia a la compresión promedio dados por Aminulai, H.O., Abubakar, M., Abdulrahman H.S. y Musa, U. (2012).

Sustitución (%)	Edad (días)	Resistencia media (N/mm ²)	Resistencia media (Kg/cm ²)
	7	28.00	285.52
0%	14	30.20	307.95
	21	30.50	311.01
	28	32.10	327.33
	7	25.70	262.07
3%	14	28.30	288.58
	21	28.80	293.68
	28	29.40	299.79
	7	20.50	209.04
6%	14	22.60	230.46
	21	23.60	240.65
	28	23.80	242.69
	7	17.90	182.53
9%	14	18.20	185.59
	21	18.60	189.67
	28	21.20	216.18
	7	15.20	154.99
12%	14	17.40	177.43
	21	18.00	183.55
	28	18.60	189.67

Fuente: “Partial Replacement of Cement with Corn Cob Ash in Concrete Production”. Aminulai, H.O., Abubakar, M., Abdulrahman H.S. y Musa, U. (2012).

Tabla 24: Prequemado de las cenizas de cáscara de coco.

		Materia Prima	
Proceso:	Prequemado	Material:	Cáscara de coco
Ensayo N°		1	2
A	Peso de material seco (gr)	8310.00	--
B	Peso de material prequemado (gr)	136.30	--
C	Pérdida de material (A-B)	8173.70	--
D	(%) de pérdida de material (C/A)x100	98.36	--
E	(%) de material prequemado (100%-D)	1.64	--
F	(%) promedio de material prequemado	1.64	--

Fuente: “Resistencia del concreto sustituyendo parcialmente el cemento en un 3% por cenizas de cáscara de coco”. Crisanto Robles, O. (2016).

Tabla 25: Calcinación de las cenizas de cáscara de coco en laboratorio de Procesamiento de Minerales de la UNT.

		Materia Prima	
Proceso:	Calcinación	Material:	Cenizas de cáscara de coco
Ensayo N°		1	2
A	Peso de material prequemado seco (gr)	1560.00	--
B	Peso de material calcinado en mufla (gr)	1106.00	--
C	Pérdida de material (A-B)	454.00	--
D	(%) de pérdida de material (C/A)x100	29.10	--
E	(%) de material calcinado (100%-D)	70.90	--
F	(%) promedio de material calcinado	70.90	--

Fuente: “Resistencia del concreto sustituyendo parcialmente el cemento en un 3% por cenizas de cáscara de coco”. Crisanto Robles, O. (2016).

Tabla 26: Resultados obtenidos de la prueba del PH del cemento y cenizas de cáscara de coco.

Item	Muestra	Ensayos
		PH
1	Cemento	12.61
2	Cenizas de Cáscara de Coco	11.19
3	97% Cemento + 3% Cenizas	11.85
4	95% Cemento + 5% Cenizas	11.83

Fuente: “Resistencia del concreto sustituyendo parcialmente el cemento en un 3% por cenizas de cáscara de coco”. Crisanto Robles, O. (2016).

Tabla 27: Resultados obtenidos de la prueba de Fluorescencia de Rayos X de las cenizas de cáscara de coco.

Composición química Elementos	Resultado Experimental %	Composición química Óxidos	Resultado Experimental %
Potasio, K	51.375	Óxido de potasio, K ₂ O	76.741
Cloruro, Cl-	14.591	Dióxido de silicio, SiO ₂	8.951
Silicio, Si	13.723	Trióxido de hierro, Fe ₂ O ₃	5.687
Hierro, Fe	6.616	Pentóxido de fósforo, P ₂ O ₅	4.916
Calcio, Ca	6.188	Óxido de calcio, CaO	2.777
Fósforo, P	5.054	Dióxido de titanio, TiO ₂	0.325
Azufre, S	1.199	Cloruro, Cl-	0.213
Titanio, Ti	0.549	Óxido de manganeso, MnO	0.127
Manganeso, Mn	0.172	Trióxido de azufre, SO ₃	0.087
Rubidio, Rb	0.165	Óxido de rubidio, Rb ₂ O	0.056
Estroncio, Sr	0.142	Óxido de estroncio, SrO	0.054
Cobre, Cu	0.125	Óxido de cobre, CuO	0.036
Zinc, Zn	0.064	Óxido de zinc, ZnO	0.019
Bromuro, Br	0.036	Bromuro, Br	0.010
Total	99.999	Total	99.999

Fuente: “Resistencia del concreto sustituyendo parcialmente el cemento en un 3% por cenizas de cáscara de coco”. Crisanto Robles, O. (2016).

Panel fotográfico

Tratamiento de las materias primas



Foto 1. Se muestra las materias primas, recolectadas de los



Foto 2. Se muestra el inicio del prequemado de la cáscara de coco.



Foto 3. Se muestra la cáscara de coco comenzando a encender.



Foto 4. Se muestra la cáscara de coco quemada al aire libre.



Foto 5. Se muestra la finalización del prequemado de la cáscara de coco.



Foto 6. Se muestra el inicio del prequemado de la tusa de mazorca de maíz.



Foto 7. Se muestra la finalización del prequemado de la tusa de mazorca de maíz.



Foto 8. Se muestra la tritución de las cenizas recogidas y enfriadas después de 3



Foto 9. Se hizo la tritución de las cenizas enfriadas con ayuda de un mortero.

Selección de los agregados fino y grueso



Foto 10. Se muestra la entrada de la planta chancadora “El Tarmeño”, ubicada en la localidad de Taclán en la Carretera Huaraz – Pativilca S/N Km.02.



Foto 11. Se muestra el lugar d donde es extraido el agregado, a orillas del puente colgante Quechcap.



Foto 12. Se muestra el agregado grueso utilizado en los ensavos.



Foto 13. Se muestra el agregado fino utilizado en los ensavos.

Ensayos realizados en laboratorio del agregado fino

Contenido de humedad del agregado fino



Foto 14. Se observa el peso de la muestra 01 inc. recipiente destinada para humedad.



Foto 15. Se observa el peso de la muestra 02 inc. recipiente destinada para humedad.



Foto 16. Posteriormente ambas muestras fueron introducidas al horno durante 24 horas.

Peso unitario suelto del agregado fino



Foto 17. Se muestra el llenado del recipiente con el agregado fino.



Foto 18. Se muestra el enrasado del recipiente, de manera que se quitó el

Peso unitario compactado del agregado fino



Foto 19. Se muestra el llenado del recipiente en la ultima capa con agregado fino.



Foto 20. Se muestra el varillado en la 3ra capa de manera que se ejecutó los 25 golpes.



Foto 21. Posteriormente se peso la muestra inc. el molde, de forma que se repitió el mismo proceso 3 veces.

Peso específico y absorción del agregado fino



Foto 22. Se observa el peso de 300 gr. de una de las muestras de arena.



Foto 23. Se observa el peso de la fiola vacía.



Foto 24. Se observa el peso de la fiola llenada con agua.



Foto 25. Posteriormente se introduce una de las muestras a la fiola.

Granulometría del agregado fino



Foto 26. Se observa el tamizado previo del material por la malla N°4



Foto 27. Se observa el peso de la muestra después de pasar la malla N°4.



Foto 28. Posteriormente se hizo el lavado de la misma por la malla N°200.



Foto 29. Después se introdujo la muestrada húmeda al horno.



Foto 30. Se arma las mallas para luego introducir, la muestra de ensayo.



Foto 31. Concluido el tamizado, se procede a pesar los pesos retenidos en c/u de las mallas .

Ensayos realizados en laboratorio del agregado grueso

Contenido de humedad del agregado grueso



Foto 32. Se observa el peso de la muestra 01 inc. recipiente destinada para humedad.



Foto 33. Se observa el peso de la muestra 02 inc. recipiente destinada para humedad.



Foto 34. Posteriormente ambas muestras fueron introducidas al horno durante 24 horas.

Peso unitario suelto del agregado grueso



Foto 35. Se muestra el llenado del recipiente con el agregado grueso.



Foto 36. Se muestra el enrasado, de forma que se quitará el material que sobresale del molde.



Foto 37. Se observa la finalización del enrasado.



Foto 38. Luego se peso la muestra inc. el molde, de forma que se repitió el mismo proceso 3 veces.

Peso unitario compactado del agregado grueso



Foto 39. Se observa el compactado de la 1era capa.



Foto 40. Se observa el compactado de la 2da capa.



Foto 41. Se muestra el enrasado, de forma que se quitará el material que sobresale del molde.



Foto 42. Luego se peso la muestra, de forma que se repitió el mismo proceso 3 veces.

Peso específico y absorción del agregado grueso



Foto 43. Se tomó una muestra de 3Kg. aproximadamente.



Foto 44. Después se saturó la muestra por 24 horas.



Foto 45. Después de 24 horas se eliminó el agua y dejó secar por 10 min.



Foto 46. Posteriormente se secaron parcialmente las partículas con ayuda de tramos.



Foto 47. Se observa los equipos utilizados en este ensayo.



Foto 48. Luego se pesaron las muestras sumergidas en la canastilla.

Granulometría del agregado grueso



Foto 49. Se observa el cuarteo de una muestra de agregado grueso, con el fin de tomar una muestra representativa.



Foto 50. Se eliminó dos de las cuatro partes presentadas y se tomó una representativa.



Foto 51. Después se pesó la muestra de piedra chancada tomada.



Foto 52. Luego se tamizó la muestra por c/u de las mallas usadas en este ensayo.



Foto 53. Después se taró el recipiente de recepción para c/malla.



Foto 54. Finalmente se registraron c/u de los pesos retenidos en las mallas.

Ensayo de consistencia de la mezcla patrón.



Foto 55. El asentamiento medido resultó 3.00", resultando dentro del rango esperado.



Foto 56. Se observa la finalización del ensayo de slump de la mezcla

Ensayo de consistencia de la mezcla experimental.



Foto 57. Se observa el inicio del ensayo de consistencia



Foto 58. Se compactó la mezcla colocado en el cono de Abrams en 3 capas.



Foto 59. Se retiró el molde y se procedió a la medición del asentamiento.



Foto 60. El asentamiento medido resultó 3.50", resultando dentro del rango esperado.

Elaboración y curado de probetas patrón e experimentales.



Foto 61. Después de la prueba del slump se colocó la mezcla sobre el bugui.



Foto 62. Se colocó la mezcla sobre el bugui para posteriormente colocarlos en los moldes.



Foto 63. Se colocó la mezcla en los moldes y se compactó en 3 capas dando 25 golpes en espiral.



Foto 64. En c/u de las capas se golpeó con el mazo de goma para asentar la mezcla colocada.

Ensayo a la compresión de probetas patrón e experimentales.



Foto 65. Se observa el inicio del ensayo de las probetas patrón e experimentales a los 7 días.



Foto 66. El ensayo se hizo con el apoyo de el técnico en laboratorio.



Foto 67. Se observa el inicio del ensayo de las probetas patrón e experimentales a los 14 días.



Trujillo, 14 de julio del 2017

INFORME N° 88 - JUN 17

Solicitante: Crisanto Robles Alejandro - Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Ceniza de coco (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CCJ-88J	27.3 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 27.3 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

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

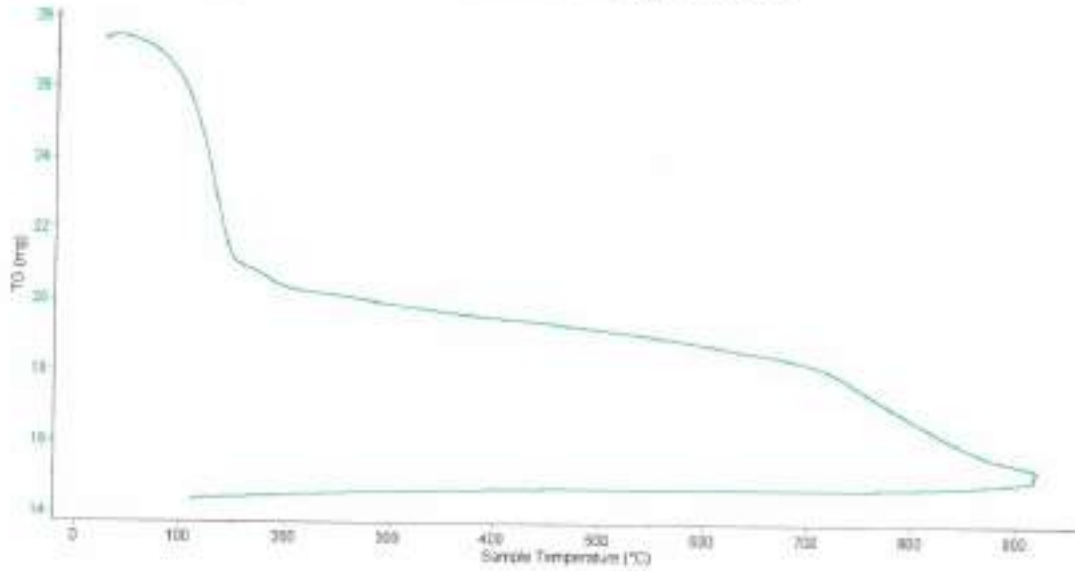


Trujillo, 14 de Julio del 2017

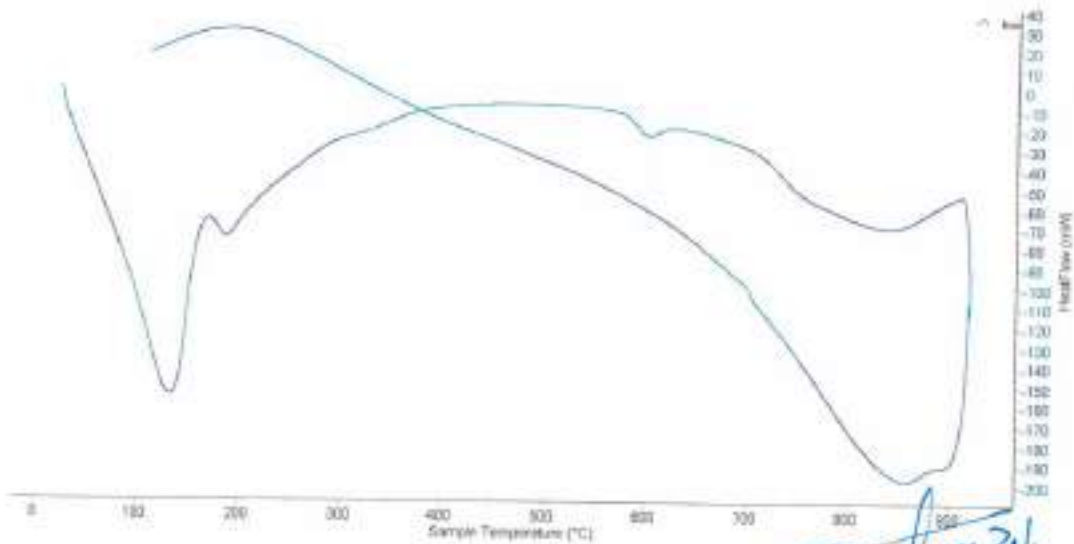
INFORME N° 88 - JUN 17

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



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



Trujillo, 14 Julio del 2017

INFORME N° 88 - JUN 17

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una importante pérdida de masa del material en un rango comprendido entre 75 y 145°C, posteriormente la pérdida se efectúa de manera lenta y progresivamente conforme se incrementa la temperatura, finalmente en el rango entre 700 y 900°C se muestra otra importante caída del material aunque de menor intensidad que la primera. El material llega a perder aproximadamente un total de 44% de masa respecto al inicial, cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico de absorción térmica a aproximadamente 140°C, y uno de menor intensidad alrededor de 190°C; además muestra un pico endotérmico de menor intensidad a 600°C, más adelante una banda endotérmica desde 710 hasta 890°C, indicando algunas posibles alteraciones en las características del material.

Trujillo, 14 de Julio del 2017



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

Stamp: Danny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. CIP. 84953



Trujillo, 14 de julio del 2017

INFORME N° 87 - JUN 17

Solicitante: Crisanto Robles Alejandro - Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Ceniza de tusa de maíz (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CTM-87J	31,4 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 - 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 31.4 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

Danny M. Chávez Novoa

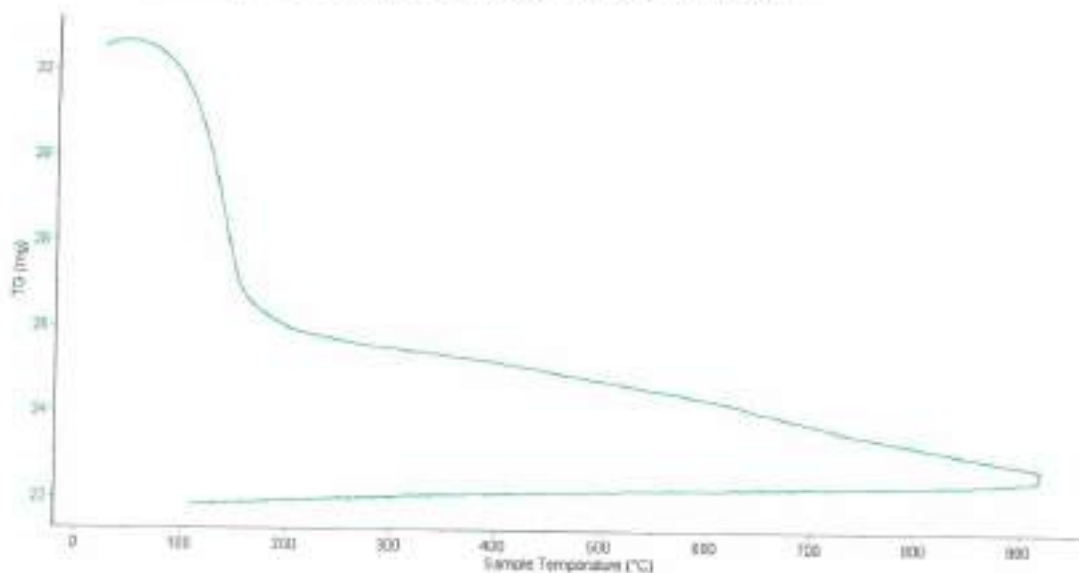


Trujillo, 14 de Julio del 2017

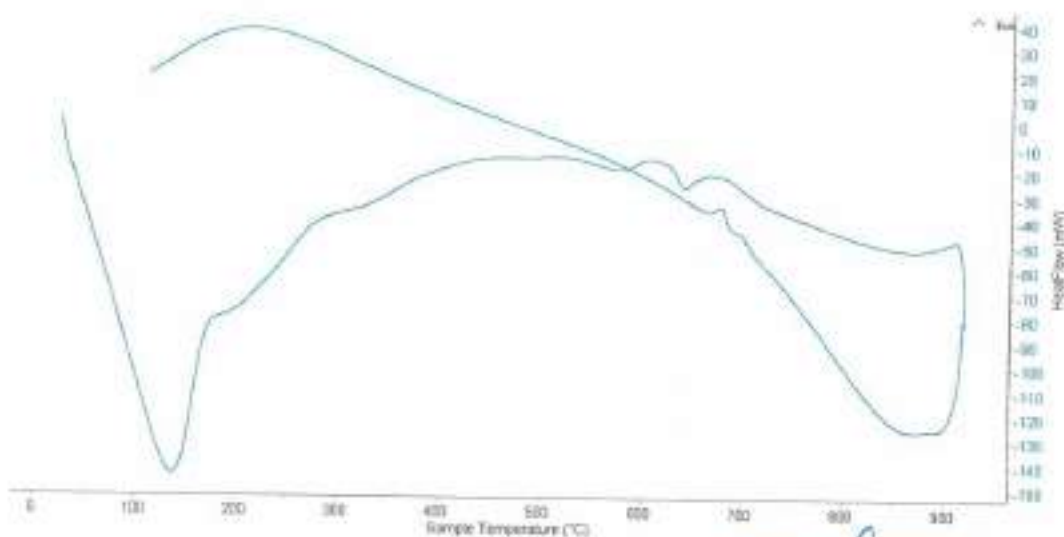
INFORME N° 87 - JUN 17

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD




Danny M. Chavez Novoa
ING. MATERIALES



Trujillo, 14 Julio del 2017

INFORME N° 87 - JUN 17

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una importante pérdida de masa del material en un rango comprendido entre 70 y 150°C, posteriormente la pérdida se efectúa de manera lenta y progresivamente conforme se incrementa la temperatura. El material llega a perder aproximadamente un total de 30% de masa respecto al inicial, cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico de absorción térmica a aproximadamente 140°C, además muestra uno de menor intensidad a 640°C, más adelante, en temperaturas superiores no se muestra ninguna absorción que indique alteraciones en las características del material.

Trujillo, 14 de Julio del 2017



[Handwritten signature]

Danny M. Chávez Novoa
ING. MATER. ALTO

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



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 CALCINACIÓN DE CASCARA DE COCO

TITULO DE TESIS: "Resistencia a la Compresión del Concreto y Contenido de Alcalis (K_2O) en el Cemento Sustituyendo por la Combinación de 3 % y 7 % de Cenizas de Cáscara de Coco y de Mazorca de Maiz"

TESISTA : Crisanto Pablo Alejandro Oswaldo

MUESTRA : Cascara de coco

FECHA DE RECEPCIÓN: 18 de julio del 2017

FECHA DE INICIO: 18 de julio del 2017

FECHA DE TERMINO: 21 de julio del 2017

TEMPERATURA DE CALCINACIÓN: 600 °C

Muestra N°	Peso obtenido Kg
ceniza	1.50

ENSAYOS:

1. Obtención de ceniza

OBSERVACIONES:

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

CONCLUSIONES.

- La ceniza propiamente dicha se obtuvo a una temperatura 600 °C. por un tiempo de 4 horas por muestra en el horno mufla.

Huaraz, 26 de julio del 2017

M.Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y ABONOS



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 CALCINACIÓN DE MAZORCA DE MAIZ

TITULO DE TESIS: "Resistencia a la Compresión del Concreto y Contenido de Alcalis (K_2O) en el Cemento Sustituyendo por la Combinación de 3 % y 7 % de Cenizas de Cáscara de Coco y de Mazorca de Maiz"

TESISTA : Crisanto Pablo Alejandro Oswaldo

MUESTRA : Mazorca de maíz

FECHA DE RECEPCIÓN: 18 de julio del 2017

FECHA DE INICIO: 21 de julio del 2017

FECHA DE TERMINO: 25 de julio del 2017

TEMPERATURA DE CALCINACIÓN: 640 °C

Muestra N°	Peso obtenido Kg
ceniza	1.50

ENSAYOS:

2. Obtención de ceniza

OBSERVACIONES:

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

CONCLUSIONES.

- La ceniza propiamente dicha se obtuvo a una temperatura 640 °C. por un tiempo de 4 horas por muestra en el horno mufla.

Huaraz, 26 de julio del 2017



[Signature]
Ing. Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y FERTILIZANTES



Informe N°30-LAQ/2017

**Análisis de muestras de cenizas de cáscara de coco y mazorca de maíz por
FRXDE**

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) dos muestras de ceniza de cáscara de coco y mazorca de maíz a pedido del Sr. **Crisanto Robles Alejandro Oswaldo**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia a la compresión del concreto y contenido de álcalis (K20) en el cemento sustituyéndolo por la combinación de 3% y 5% de cenizas de cáscara de coco y de mazorca de maíz respectivamente.”

Las muestras están en forma de grano fino de color gris oscuro. Adicionalmente, se realizó el análisis de una mezcla de estas cenizas con un contenido de 3% de ceniza de mazorca de maíz. En consecuencia las tres muestras se identifican como: Coco, Mazorca y Mezcla.

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 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 2000 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 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo K y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

La presencia en el espectro de los rayos-X 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 las muestras 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.

Las características de los tres espectros son similares. En las Figuras 1 y 2 se muestra los espectros de FRXDE de las muestras Coco y Mazorca respectivamente. En ambos casos la línea roja representa el espectro experimental. 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de las tres muestras. 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 las muestras de ceniza en % de masa.

Óxido	Coco		Mazorca		Mezcla.	
	% masa	Normalizado	% masa	Normalizado	% masa	Normalizado
Al ₂ O ₃	8,560	12,347	6.562	12.068	9.621	16.394
SiO ₂	12.976	18.718	11.230	20.650	10.546	17.970
P ₂ O ₅	5,817	8,392	6.251	11.495	5.890	10.037
SO ₂	1.270	1.832	1.662	2.946	0.983	1.675
ClO ₂	12.665	18.269	7.580	13.940	8.825	15.039
K ₂ O	25.803	37.220	18.796	34.565	21.002	35.778
CaO	1.357	1.958	1.753	3.224	1.116	1.902
TiO ₂	0.096	0.138	0.069	0.127	0.036	0.061
Cr ₂ O ₃	0.006	0.008	0.006	0.011	0.006	0.010
MnO	0.029	0.042	0.034	0.063	0.026	0.045
Fe ₂ O ₃	0.572	0.825	0.346	0.637	0.501	0.854
Ni ₂ O ₃	0.000	0.000	0.002	0.004	0.002	0.004
CuO	0.048	0.070	0.035	0.064	0.035	0.060
ZnO	0.025	0.036	0.054	0.100	0.025	0.043
BrO ₂	0.013	0.014	0.014	0.026	0.016	0.027
Rb ₂ O	0.060	0.086	0.027	0.049	0.036	0.061
SrO	0.018	0.026	0.015	0.028	0.015	0.026
Y ₂ O ₃	0.002	0.003	0.002	0.004	0.003	0.006
Totales	87.652	100.00	54.380	100.00	58.685	100.00



La suma en términos de contenido de óxidos es menor que 100% indicando que puede haber compuestos de Na y/o Mg que no se han detectado por esta técnica y/o la ceniza contiene compuestos diferentes que óxidos, por ejemplo carbonatos, y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para aclarar esta situación se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X para determinar los compuestos que contiene la muestra.

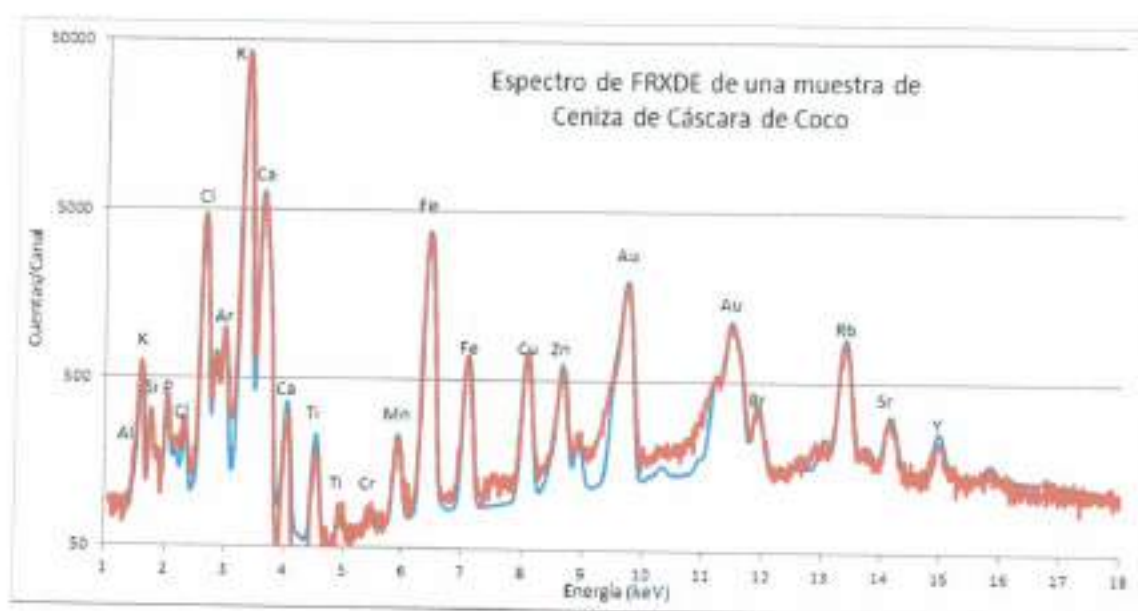


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de ceniza de cáscara de coco. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado



Figura 2. Espectro de FRXDE de una muestra de ceniza de mazorca de maíz. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en verde muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 25 de agosto del 2017



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 a la Compresión del Concreto y Contenido de Alcalis (K_2O) en el Cemento Sustituyendo por la Combinación de 3 % y 7 % de Cenizas de Cáscara de Coco y de Mazorca de Maíz”

TESISTA : Crisanto Pablo Alejandro Oswaldo

MUESTRA : Ceniza de Coco

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE MUESTREO: 18 de julio del 2017

FECHA DE RECEPCIÓN: 18 de julio del 2017

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 31 de julio del 2017

FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 31 de julio del 2017

Muestra	pH
Ceniza de Coco	12.80

ENSAYOS:

1.-Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES.

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 31 de julio del 2017



[Signature]
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 a la Compresión del Concreto y Contenido de Alcalis (K_2O) en el Cemento Sustituyendo por la Combinación de 3 % y 7 % de Cenizas de Cáscara de Coco y de Mazorca de Maiz "

TESISTA : Crisanto Pablo Alejandro Oswaldo

MUESTRA : Cemento + 3 % de Ceniza de Coco

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE MUESTREO: 18 de julio del 2017

FECHA DE RECEPCIÓN: 18 de julio del 2017

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 31 de julio del 2017

FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 31 de julio del 2017

Muestra	pH
Cemento + 3 % de Ceniza de Coco	13.06

ENSAYOS:

- 1.-Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES.

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 31 de julio del 2017



[Signature]
Ing. M.Sc. Guillermo Castilla Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



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



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Resistencia a la Compresión del Concreto y Contenido de Alcalis (K_2O) en el Cemento Sustituyendo por la Combinación de 3 % y 7 % de Cenizas de Cáscara de Coco y de Mazorca de Maíz"

TESISTA : Crisanto Pablo Alejandro Oswaldo

MUESTRA : Cemento + 7% de Ceniza de Coco

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE MUESTREO: 18 de julio del 2017

FECHA DE RECEPCIÓN: 18 de julio del 2017

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 31 de julio del 2017

FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 31 de julio del 2017.

Muestra	pH
Cemento + 7 % de Ceniza de Coco	12.85

ENSAYOS:

1.-Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES.

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 31 de julio del 2017



[Signature]
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 a la Compresión del Concreto y Contenido de Alcalis (K_2O) en el Cemento Sustituyendo por la Combinación de 3 % y 7 % de Cenizas de Cáscara de Coco y de Mazorca de Maíz”

TESISTA : Crisanto Pablo Alejandro Oswaldo

MUESTRA : Ceniza de Mazorca de Maíz

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE MUESTREO: 18 de julio del 2017

FECHA DE RECEPCIÓN: 18 de julio del 2017

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 31 de julio del 2017

FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 31 de julio del 2017

Muestra	pH
Ceniza de Mazorca de Maíz	12.51

ENSAYOS:

1.-Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES.

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 31 de julio del 2017



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 a la Compresión del Concreto y Contenido de Alcalis (K_2O) en el Cemento Sustituyendo por la Combinación de 3 % y 7 % de Cenizas de Cáscara de Coco y de Mazorca de Maíz"

TESISTA : Crisanto Pablo Alejandro Oswaldo

MUESTRA : Cemento + 3 % de Ceniza de Mazorca de Maíz

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE MUESTREO: 18 de julio del 2017

FECHA DE RECEPCIÓN: 18 de julio del 2017

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 31 de julio del 2017

FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 31 de julio del 2017

Muestra	pH
Cemento + 3 % de Ceniza de Mazorca de Maíz	12.94

ENSAYOS:

1.-Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES.

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 31 de julio del 2017

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 a la Compresión del Concreto y Contenido de Alcalis (K_2O) en el Cemento Sustituyendo por la Combinación de 3 % y 7 % de Cenizas de Cáscara de Coco y de Mazorca de Maíz "

TESISTA : Crisanto Pablo Alejandro Oswaldo

MUESTRA : Cemento + 7% de Ceniza de Mazorca de Maíz

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE MUESTREO: 18 de julio del 2017

FECHA DE RECEPCIÓN: 18 de julio del 2017

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 31 de julio del 2017

FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 31 de julio del 2017

Muestra	pH
Cemento + 7 % de Ceniza de Mazorca de Maíz	12.69

ENSAYOS:

1.-Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES.

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 31 de julio del 2017



[Signature]
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. 043-425588 - 106
HUARAZ - REGIÓN ANC.



RESULTADOS DEL ANÁLISIS pH

TITULO DE TESIS : "Resistencia a la Compresión del Concreto y Contenido de Alcalis (K_2O) en el Cemento Sustituyendo por la Combinación de 3 % y 7 % de Cenizas de Cáscara de Coco y de Mazorca de Maíz"

TESISTA : Crisanto Pablo Alejandro Oswaldo

MUESTRA : 90 % de cemento + 7 % de ceniza de mazorca de maíz + 3 % de ceniza de coco

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE MUESTREO: 18 de Julio del 2017

FECHA DE RECEPCIÓN: 29 de noviembre del 2017

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 30 de noviembre del 2017

FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 30 de noviembre del 2017

Muestra	pH
90 % de Cemento + 7 % de ceniza de mazorca de maíz + 3 % de ceniza de coco.	12.62

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES.

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalina.

Huaraz, 30 de Noviembre del 2017



Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANALISIS
DE SUELOS Y AGUAS



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS	: "Resistencia a la Compresion del Concreto y Contenido de Alcalis (K ₂ O) en el Cemento Sustituyendolo por la Combinacion de 3% y 7% de Cenizas de Cascara de Coco y de Mazorca de Maiz Respectivamente"		
SOLICITA	: Bach. Crisanto Robles Alejandro Oswaldo		
DISTRITO	: HUARAZ	HECHO EN	: USP -HUARAZ
PROVINCIA	: HUARAZ	FECHA	: 13/09/2017
PROG. (KM.)	:	ASESOR	:

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

AGREGADO GRUESO					
Nº TARRO			10	28	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1326.5	1204.0		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1322.5	1279.0		
PESO DE AGUA	(g)	4.00	5.00		
PESO DEL TARRO	(g)	169.50	172.0		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1153.00	1107.0		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.35	0.45		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	0.40			

AGEGRADO FINO					
Nº TARRO			26	30	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	903.0	1000.0		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	881.0	974.5		
PESO DE AGUA	(g)	22.00	25.50		
PESO DEL TARRO	(g)	169.50	168.0		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	711.50	806.5		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	3.09	3.2		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
INGENIERIA DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 115544
JEFE



ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

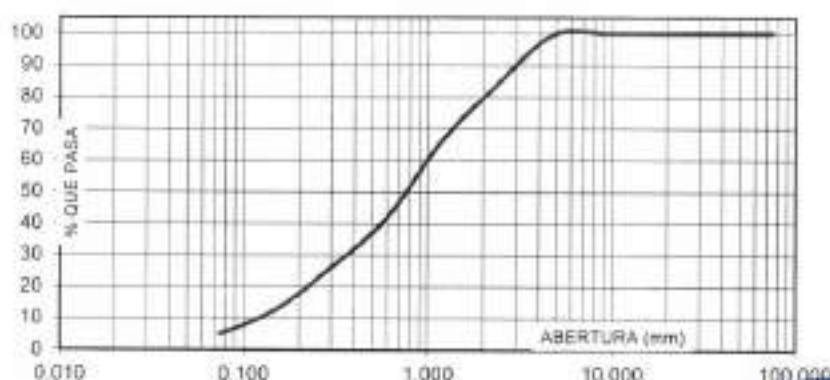
SOLICITA : **Bach. Crisanto Robles Alejandro Oswaldo**
 TESIS : "Resistencia a la Compresion del Concreto y Contenido de Alcalis (K₂O) en el Cemento Sustituyendolo por la Combinacion de 3% y 7% de Cenizas de Cascara de Coco y de Mazorca de Maiz Respectivamente"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 13/09/2017 CANTERA : TACLLAN MATERIAL : AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	1431
PESO SECO LAVADO	1358.40
PESO PERDIDO POR LAVADO	72.60

TAMIZ		PESO RETEN (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)				
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	8.00	0.42	0.42	99.58
N° 8	2.360	227.00	15.86	16.28	83.72
N° 16	1.180	256.00	17.89	34.17	65.83
N° 30	0.600	343.00	23.97	58.14	41.86
N° 50	0.300	224.00	15.65	73.79	26.21
N° 100	0.150	192.00	13.42	87.21	12.79
N° 200	0.075	110.40	7.71	94.93	5.07
PLATO		72.60	5.07	100.00	0.00
TOTAL		1431.00	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 4
 MODULO DE FINEZA : 2.7
 HUMEDAD : 3.13%

CURVA GRANULOMETRICA



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrú
 CIP: 118544
 JEFE



ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

SOLICITA : Bach. Crisanto Robles Alejandro Oswaldo
TESIS : "Resistencia a la Compresion del Concreto y Contenido de Alcalis (K₂O) en el Cemento Sustituyendolo por la Combinacion de 3% y 7% de Cenizas de Cascara de Coco y de Mazorca de Maiz Respectivamente"
LUGAR : HUARAZ
FECHA : 13/09/2017 **CANTERA :** ROLAN - TACLLAN **MATERIAL :** AGREGADO GRUESO

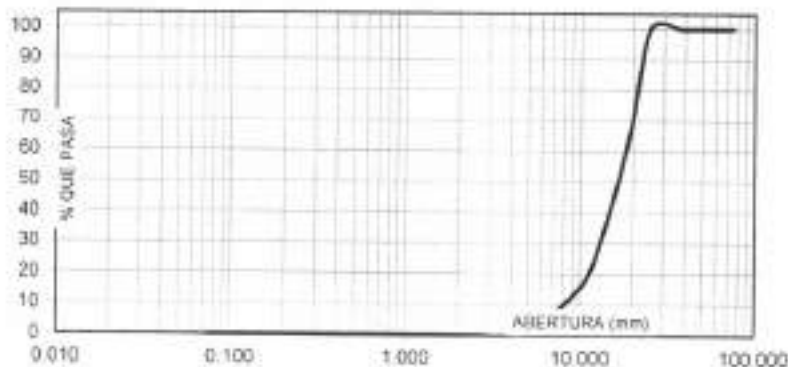
PESO SECO INICIAL	8106
PESO SECO LAVADO	8106.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.00

TAMIZ		PESO RETEN	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)	(gr)	PARCIAL	ACUMULADO	
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	2511.50	35.92	35.92	64.08
1/2"	12.500	3628.00	37.36	73.27	26.73
3/8"	9.500	1034.50	12.76	86.04	13.96
N° 4	4.750	1041.50	12.85	98.89	1.12
N° 8	2.360	90.50	1.12	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		8106.00	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"

HUMEDAD : 0.40%

CURVA GRANULOMETRICA



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosia
 CIP: 118544
 JEFE



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : Bach. **Crisanto Robles Alejandro Oswaldo**
TESIS : "Resistencia a la Compresion del Concreto y Contenido de Alcalis (K₂O) en el Cemento Sustituyendolo por la Combinacion de 3% y 7% de Cenizas de Cascara de Coco y de Mazorca de Maiz Respectivamente"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : ROLAN - TACLLAN
MATERIAL : **AGREGADO FINO**
FECHA : **13/09/2017**

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

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

300.0	300.0	
678.5	668.2	
978.5	968.2	
866.6	858.6	
112.9	109.6	
297.7	297.8	
-110.6	-107.4	
0.77	0.74	
1.51		

PROMEDIO

2.64	2.72	
2.66	2.74	
-2.69	-2.77	

PROMEDIO

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

2.68
2.70
-2.73



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE ALICANDA DE
 LOSOCCO DE SAN ANTONIO
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 118544
 JEFE



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : **Bach. Crisanto Robles Alejandro Oswaldo**
 TESIS : "Resistencia a la Compresion del Concreto y Contenido de Alcalis (K₂O) en el Cemento Sustituyendolo por la Combinacion de 3% y 7% de Cenizas de Cascara de Coco y de Mazorca de Maiz Respectivamente"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : ROLAN - TACLLAN
 MATERIAL : **AGREGADO GRUESO**
 FECHA : **13/09/2017**

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. (%) :

1051.5	1066.0	1052.0
646.0	659.0	649.0
405.5	407.0	403.0
1042.0	1057.0	1043.0
396.0	398.0	394.0
0.91	0.85	0.86
0.88		

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

PROMEDIO

2.57	2.60	2.59
2.59	2.62	2.61
2.63	2.66	2.65

PROMEDIO

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

2.58
2.61
2.64



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Crisanto Robles Alejandro Oswaldo
TESIS : "Resistencia a la Compresion del Concreto y Contenido de Alcalis (K₂O) en el Cemento Sustituyendolo por la Combinacion de 3% y 7% de Cenizas de Cascara de Coco y de Mazo de Maiz Respectivamente"
LUGAR : HUARAZ
CANERA : ROLAN - TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 13/09/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7775	7770	7775
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4355	4350	4355
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1569	1567	1569
Peso unitario prom.	1568 Kg/m³		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8375	8400	8385
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4955	4980	4965
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1785	1794	1789
Peso unitario prom.	1789 Kg/m³		



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 118544
 JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Crisanto Robles Alejandro Oswaldo
TESIS : "Resistencia a la Compresion del Concreto y Contenido de Alcalis (K₂O) en el Cemento Sustituyendolo por la Combinacion de 3% y 7% de Cenizas de Cascara de Coco y de Maiz de Maiz Respectivamente"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
FECHA : 13/09/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19250	19270	19250
Peso de molde	5310	5310	5310
Peso de muestra	13940	13960	13940
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1492	1494	1492
Peso unitario prom.	1493 Kg/m³		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19870	19860	19860
Peso de molde	5310	5310	5310
Peso de muestra	14560	14550	14550
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1559	1558	1558
Peso unitario prom.	1558 Kg/m³		



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO HIDRAULICO ASTM C-188-95

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS		
TESIS :	"Resistencia a la compresión del concreto y contenido de álcalis (K ₂ O) en el cemento sustituyéndolo por la combinación de 3% y 7% de cenizas de cáscara de coco y de mazorca de maíz respectivamente"	
SOLICITA :	Bach. Crisanto Robles Alejandro Oswaldo	
DISTRITO :	HUARAZ	HECHO EN : USP - HUARAZ
PROVINCIA :	HUARAZ	FECHA : 04/12/2017
PROG (KM.) :		ASESOR :
DATOS DE LA MUESTRA		
APARATO :	Probeta	
MUESTRA :	90% cemento + 3% de ceniza de coco + 7% de ceniza de mazorca de maíz	
A	Peso de la muestra (gr.)	250.00
B	Agua (cm ³)	500.00
C	Volumen de desplazamiento (cm ³)	150.00
D	Peso específico de la muestra (P.E.=A/C) (gr/cm ³)	1.67



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
PROYECTO DE MAZORCA
Elizabeth Maza Ambrosio
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 115544
JEFE



TABLAS DE DISEÑO

TESIS: Resistencia a la compresión del concreto y contenido de álcalis (K₂O) en el cemento sustituyéndolo por la combinación de 3% y 7% de cenizas de cáscara de coco y de mazorca de maíz respectivamente.
SOLICITA: Bach. Crisanto Robles Alejandro Oswaldo
UBICACIÓN: Provincia de Huaraz - Distrito de Huaraz - Ancash
FECHA: Setiembre 2017.

01.00. Tabla de resistencia promedio

f_c	f_{cr}
<210	f_c+70
210 a 350	f_c+84
>350	f_c+98

02.00. Tabla de consistencia y asentamientos

Consistencia	Asentamiento
Seca	0"(0mm) a 2"(50mm)
Plástica	3"(75mm) a 4"(100mm)
Fluida	>=5"(125mm)

03.00. Tabla de volumen unitario de agua

Asentamiento	Agua en Lt/m ³ , para los TMN de agregado y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	168	154	130	113
3" a 4"	226	216	205	193	181	159	145	124
5" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	--
Concretos con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	166	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
5" a 7"	218	205	197	184	174	166	154	--

Esta tabla ha sido confeccionada por el comité 211 del ACI

04.00. Tabla de contenido de aire atrapado

Tamaño Máximo Nom.	Aire atrapado
3/8"	3.0 %
1/2"	2.5 %
3/4"	2.0 %
1"	1.5 %
1 1/2"	1.0 %
2"	0.5 %
3"	0.3 %
6"	0.2 %

05.00. Tabla de relación agua-cemento por resistencia

f_{cr} (28 días)	Relación agua-cemento de diseño en peso	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.48
350	0.48	0.40
400	0.43	--
450	0.38	--



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FIELAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y
 MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFF





Interpolación :

200	-----	0,70
210	-----	x
250	-----	0,62
<u>200-210</u>	=	<u>0,70-x</u>
<u>200-250</u>		<u>0,70-0,62</u>
$x = 40x$	=	0,584

06.00. Módulo de flexión de la combinación de agregados

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Módulo de flexión de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos/m ³ indicados			
	6	7	8	9
3/8"	3,98	4,04	4,11	4,19
1/2"	4,46	4,54	4,61	4,69
3/4"	4,96	5,04	5,11	5,19
1"	5,28	5,34	5,41	5,49
1 1/2"	5,56	5,64	5,71	5,79
2"	5,88	5,94	6,01	6,09
3"	6,18	6,24	6,31	6,39

07.00. Volumen del agregado grueso por unidades de volumen de concreto

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de flexión del agregado fino			
	Módulo de flexión del agregado fino			
	2,4	2,6	2,8	3,0
3/8"	0,50	0,48	0,46	0,44
1/2"	0,59	0,57	0,55	0,53
3/4"	0,64	0,64	0,62	0,60
1"	0,71	0,69	0,67	0,65
1 1/2"	0,76	0,74	0,72	0,70
2"	0,78	0,76	0,74	0,72
3"	0,81	0,79	0,77	0,75
6"	0,87	0,85	0,84	0,81



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116644
 JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN (METODO ACI)

TESIS: Resistencia a la compresión del concreto y contenido de álcalis (K₂O) en el cemento sustituyendo por la combinación de 3% y 7% de cenizas de cáscara de coco y de mazorca de maíz respectivamente.

SOLICITA: Bach. Crisanto Robles Alejandro Oswaldo

UBICACIÓN: Provincia de Huaraz - Distrito de Huaraz - Ancash

FECHA: Setiembre 2017

01.00. Especificaciones

- * La selección de las proporciones se harán empleando el método A.C.I.
- * La resistencia de diseño a los 28 días es de $f'_c =$ kg/cm²
- * Bajo condiciones normales.
- * No se cuenta con información estadística de dispersión.

01.01. Materiales

a. Cemento Portland

(A) Tipo: Tipo I

(B) Peso Especifico: gr/cm³

b. Agua

(C) Peso Especifico: gr/cm³

c. Agregado fino

(D) Peso Especifico: gr/cm³

(E) Peso unitario suelto seco: kg/m³

(F) Peso unitario compactado seco: kg/m³

(G) Contenido de humedad: %

(H) Absorción: %

(I) Modulo de fineza:

d. Agregado grueso

(J) Peso Especifico: gr/cm³

(K) Peso unitario suelto seco: kg/m³

(L) Peso unitario compactado seco: kg/m³

(M) Contenido de humedad: %

(N) Absorción: %

(Ñ) Tamaño máximo nominal:

02.00. Secuencia de diseño

02.01. Determinación de resistencia promedio $f'_c =$ kg/cm²

Dado a que ni se conoce el valor de la desviación estandar, entonces según la norma ININVI se tiene (Ver Tabla N° 01).

$$\frac{f_{or}}{f_{cr}} = \frac{f'_c}{\text{input } 210} + \frac{0}{\text{input } 210} \text{ kg/cm}^2$$

02.02. Selección del asentamiento



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrogi
 CIP: 119544
 JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO En condiciones normales se requiere que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento o slump (Ver Tabla N° 02).

Asentamiento

3" - 4"

02.03. Selección del tamaño máximo nominal

De acuerdo a la granulometría del agregado grueso, es la malla inmediata superior que retiene el agregado grueso, luego le corresponde un TMN de:

Tamaño máximo nominal

3/4"

02.04. Volumen unitario de agua

Para una mezcla de concreto sin aire incorporado, con una consistencia plástica

Asentamiento

3" - 4"

y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal:

Tamaño máximo nominal

3/4"

(O) El volumen unitario de agua recomendable (Ver Tabla N° 03).

205

L/m³

02.05. Selección del contenido de aire atrapado

Para un tamaño máximo nominal del agregado grueso

Tamaño máximo nominal

3/4"

El contenido de aire atrapado será (Ver Tabla N° 04).

2.00

%

02.06. Selección de la relación agua-cemento

Bajo condiciones normales, encontramos la relación a/c por resistencia sin aire incorporado y bajo una resistencia de diseño a los 28 días:

f_{cr} a los 28 días

210

kg/cm²

Interpolando datos ingresados (Ver Tabla N° 05).

200	-----	0.70
210	-----	x
250	-----	0.82
$\frac{200-210}{200-250}$	=	$\frac{0.70-x}{0.70-0.82}$

(P) Relación agua-cemento (a/c)

0.684

02.07. Determinación del factor cemento

El factor cemento será:

Volumen unitario de agua (O)

Relación agua - cemento (P)



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FISIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS Y
ENLACE DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

(Q) Luego, el factor cemento es:

299.71 Kgm³

02.08. Contenido del agregado grueso

Para una mezcla de concreto, cuyo agregado fino tiene un

Módulo de finura

2.70

y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal

Tamaño máximo nominal

3/4"

Interpolando datos ingresados (Ver Tabla N° 07).

2.60	-----	0.69
2.70	-----	x
2.80	-----	0.67
$\frac{2.60 - 2.80}{2.60 - 2.70}$	=	$\frac{0.69 - 0.67}{0.69 - x}$

(R) El factor volumen del agregado grueso es: 0.68 m³

Luego la cantidad de agregado grueso será:

Peso del agreg. grueso = Vol. agreg. grueso comp (R) x Peso unit. comp. seco (L)

(S) Luego, el peso del agregado grueso 1050.44 Kg

02.09. Volúmenes absolutos

V. Abs. agua = Vol. unitario de agua (O) x 1m³/1000L

(T) Luego, el Vol. absoluto de agua es: 0.205 m³

V. Abs. cemento = $\frac{\text{Peso del cemento (Q)}}{\text{Peso específico cemento (B) x 1000}}$

(U) Luego, el Vol. absoluto del cemento es: 0.0951 m³

V. Abs. agregado grueso = $\frac{\text{Peso del agregado grueso (S)}}{\text{Peso esp. agreg. grueso (J) x 1000}}$

(V) El Vol. absoluto del agregado grueso sería: 0.4053 m³

V. Abs. aire = 2.0% x 1m³

(W) Luego, el Vol. absoluto de aire es 0.020 m³

V. Abs. agreg. fino = 1m³ - Suma de Vol. abs. Restante (T+U+V+W)

(X) Luego, el Vol. absoluto del agreg. fino es: 0.274 m³



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



USP

02.10. UNIVERSIDAD SAN PEDRO

$$\text{Peso del agreg. Fino} = \text{Vol. abs. agreg. Fino (X)} \times \text{Peso esp. agreg. Fino (D)} \times 1000$$

(Y) Luego, el peso del agregado fino: Kg

02.11. Valores de diseño

(Q)	Peso del cemento por m ³ de concreto:	299.71	kg/m ³
(O)	Peso del agua por m ³ de concreto:	206.00	L/m ³
(Y)	Peso del agreg. fino por m ³ de concreto:	737.85	kg/m ³
(S)	Peso del agreg. grueso por m ³ de concreto:	1059.44	kg/m ³

02.12. Corrección por humedad de los agregados

a. Aporte de humedad del agreg. fino

$$\text{Aporte del agreg. fino} = \text{Peso agreg. fino (Y)} \times \frac{\text{Hum (G)} - \text{Abs (H)}}{100}$$

(Z) Luego, el aporte del agreg. fino es Lt.

b. Aporte de humedad del agreg. grueso

$$\text{Aporte del agreg. grueso} = \text{Peso agreg. Grueso (S)} \times \frac{\text{Hum (M)} - \text{Abs (N)}}{100}$$

(A) Luego, el aporte del agreg. grueso es Lt.

(B) Luego, el aporte de los agregados sería Lt.

c. Agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} = \text{Vol. unitario del agua (O)} - \text{aporte de los agregados (B)}$$

(C) Luego, el agua efectiva sería: Lt.

d. Peso del agreg. fino en obra

$$\text{Peso del agreg. fino (obra)} = \text{Peso agreg. Fino (Y)} \times \left(1 + \frac{\text{Hum (G)}}{100} \right)$$

(D) Luego, el peso del agreg. fino (obra) sería: kg

e. Peso del agreg. grueso en obra

$$\text{Peso agreg. grueso (obra)} = \text{Peso agreg. grueso (S)} \times \left(1 + \frac{\text{Hum (M)}}{100} \right)$$

(E) Luego, el peso del agreg. grueso (obra) sería: kg

02.13. Valores de diseño corregidos por humedad para 1m³ en obra



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
PEÑAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
INGENIERIA AUXILIARES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 118544
JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

(Q)	Peso del cemento por m ³ de concreto :	299.708	kg/m ³
(C)	Peso del agua por m ³ de concreto :	192.547	L/m ³
(D)	Peso del agreg. fino por m ³ de concreto :	760.918	kg/m ³
(E)	Peso del agreg. grueso por m ³ de concreto :	1063.674	kg/m ³

02.14. Cantidad de materiales por tanda por c/bolsa de cemento en obra

Cemento :	$\frac{299.708}{299.708} \times 42.50 \text{ kg/bolsa} =$	42.50	kg/bolsa
Agua :	$\frac{192.547}{299.708} \times 42.50 \text{ kg/bolsa} =$	29.829	kg/bolsa
Agregado fino :	$\frac{760.918}{299.708} \times 42.50 \text{ kg/bolsa} =$	136.526	kg/bolsa
Agregado grueso :	$\frac{1063.674}{299.708} \times 42.50 \text{ kg/bolsa} =$	151.804	kg/bolsa

02.15. Proporciones en peso en obra

Cemento	Arena	Piedra	Relación a/c
$\frac{299.71}{299.71}$	$\frac{760.92}{299.71}$	$\frac{1063.67}{299.71}$	$\frac{192.55}{299.71}$
1.00	2.539	3.549	0.642

03.06. Volumen promedio de (01) und. de probeta

(F) Diámetro de la probeta :	0.15	m.
(G) Área de la sección :	0.018	m ²
(H) Altura de la probeta :	0.30	m.
(I) Desperdicio :	20	%
(J) Volumen promedio por c/probeta :	0.0064	m ³

04.00. Cantidad de materiales por c/probeta

(Q)*(J) Cemento :	299.708	kg/m ³ x 0.0064m ³	=	1.907	kg
(D)*(J) Arena :	760.918	kg/m ³ x 0.0064m ³	=	4.841	kg
(E)*(J) Piedra :	1063.674	kg/m ³ x 0.0064m ³	=	6.767	kg
(C)*(J) Agua :	192.547	L/m ³ x 0.0064m ³	=	1.225	Lt.

05.00. Cantidad de materiales para una tanda de 10 probetas

(Q)*(J)*10 Cemento :	1.907	kg x 10 und.	=	19.067	kg
(D)*(J)*10 Arena :	4.841	kg x 10 und.	=	48.408	kg
(E)*(J)*10 Piedra :	6.767	kg x 10 und.	=	67.668	kg
(C)*(J)*10 Agua :	1.225	kg x 10 und.	=	12.249	Lt.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 TILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 L. HERRERO DE MECANICA DE SUELOS Y
 UNIDAD DE MAQUINARIA

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



DISEÑO DE MEZCLA EXP. (SUSTITUCION 3% Y 7%)

TEMA: Resistencia a la compresión del concreto y contenido de ácidos (K₂O) en el cemento sustituyéndolo por la combinación de 3% y 7% de cenizas de cáscara de coco y de mazorca de maíz respectivamente.

SOLICITA: **Bach. Cristian Robles Alejandro Oswaldo**

UBICACIÓN: Provincia de Huánuco - Distrito de Huánuco - Ancash

FECHA: Diciembre 2017

01.00. Especificaciones

- * La selección de las proporciones se harán empleando el método A.C.I.
- * La resistencia de diseño a los 28 días es de: $f_c =$ kg/cm²
- * Bajo condiciones normales.
- * No se cuenta con información estadística de dispersión.

01.01. Materiales

a. Mezcla Cemento Portland + 3% cenizas de coco + 1% cenizas de mazorca de maíz

(B) Peso Específico g/cm³

b. Agua

(C) Peso Específico g/cm³

c. Agregado fino

(D) Peso Específico g/cm³

(E) Peso unitario suelto seco kg/m³

(F) Peso unitario compactado seco kg/m³

(G) Contenido de humedad %

(H) Absorción %

(I) Módulo de finura

d. Agregado grueso

(J) Peso Específico g/cm³

(K) Peso unitario suelto seco kg/m³

(L) Peso unitario compactado seco kg/m³

(M) Contenido de humedad %

(N) Absorción %

(O) Tamaño máximo nominal

02.00. Secuencia de diseño

02.01. Determinación de resistencia promedio $f_c =$ kg/cm²

Dado a que no se conoce el valor de la desviación estándar, entonces según la norma INNVI se toma (Ver Tabla N° 61).

$$f_c' = \frac{f_c}{1.34} + 0$$

$f_c' =$ $\frac{kg}{cm^2}$

02.02. Selección del asentamiento

De acuerdo a las especificaciones, en condiciones normales se requiere que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento o slump (Ver Tabla N° 62).

Asentamiento

02.03. Selección del tamaño máximo nominal

De acuerdo a la granulometría del agregado grueso, es la más inmediata superior que reúne al agregado grueso, luego le corresponde un TMN de:

Tamaño máximo nominal



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LEGISLACIÓN DE SEGURIDAD DE OBRAS Y
INGENIERÍA CIVIL

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 118544
JEFE



02.04. Volumen unitario de agua

Para una mezcla de concreto sin aire incorporado, con una consistencia plástica

Apretamiento:

y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal

Tamaño máximo nominal:

(D) El volumen unitario de agua recomendable (Ver Tabla N° 03): L/m³

02.05. Selección del contenido de aire atrapado

Para un tamaño máximo nominal del agregado grueso

Tamaño máximo nominal:

El contenido de aire atrapado será: (Ver Tabla N° 04): %

02.06. Selección de la relación agua-cemento

Bajo condiciones normales, encontramos la relación a/c por resistencia sin aire incorporado y bajo una resistencia de diseño a los 28 días

for a los 28 días: kg/m²

Interpolando datos ingresados (Ver Tabla N° 05):

200	—	0.70
210	—	x
250	—	0.62
<hr/>		
200-210	=	0.70-x
200-250		0.70-0.62

(F) Relación agua-cemento (a/c):

02.07. Determinación del factor mezcla al 3% y 7%

El factor mezcla al 3% y 7% será: $\frac{\text{volumen unitario de agua (D)}}{\text{Relación agua - cemento (F)}}$

(G) Luego, el factor mezcla al 3% y 7% es: kg/m³

02.08. Contenido del agregado grueso

Para una mezcla de concreto, cuyo agregado fino tiene un

Módulo de finiza:

y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal

Tamaño máximo nominal:

Interpolando datos ingresados (Ver Tabla N° 07):

2.80	—	0.69
2.70	—	x
2.60	—	0.67
<hr/>		
2.80 - 2.60	=	0.69 - 0.67
2.60 - 2.70		0.69 - x

(H) El factor volumen del agregado grueso es:



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosi
CIP: 118544
JEBF



Luego la cantidad de agregado grueso será:

$$\text{Peso del agreg. grueso} = \text{Vol. agreg. grueso comp. (R)} \times \text{Peso unid. comp. seco (L)}$$

(S) Luego, el peso del agregado grueso Kg

02.08. Volúmenes absolutos

$$V. \text{ Abs. agua} = \text{Vol. unitario de agua (Q)} \times 1000000, \text{L}$$

(T) Luego, el Vol. absoluto de agua es: m³

$$V. \text{ Abs. Mezcla al 3\% y 7\%} = \frac{\text{Peso de la mezcla al 3\% y 7\% (Q)}}{\text{Peso específico mezcla al 3\% y 7\% (S)} \times 1000}$$

(U) Luego, el Vol. absoluto de mezcla al 3% y 7% es: m³

$$V. \text{ Abs. agregado grueso} = \frac{\text{Peso del agregado grueso (S)}}{\text{Peso esp. agreg. grueso (J)} \times 1000}$$

(V) El Vol. absoluto del agregado grueso será m³

$$V. \text{ Abs. aire} = 2.0\% \times \text{Vol. D}$$

(W) Luego, el Vol. absoluto de aire es: m³

$$V. \text{ Abs. agreg. fino} = \text{Vol. D} - \text{Suma de Vol. abs. Resante (T+U+V+W)}$$

(X) Luego, el Vol. absoluto del agreg. fino es m³

02.10. Contenido del agregado fino

$$\text{Peso del agreg. Fino} = \text{Vol. abs. agreg. Fino (X)} \times \text{Peso esp. agreg. Fino (D)} \times 1000$$

(Y) Luego, el peso del agregado fino Kg

02.11. Valores de diseño

(Q) Peso de mezcla al 3% y 7% por m ³ de concreto:	<input type="text" value="250.71"/>	kg/m ³
(D) Peso del agua por m ³ de concreto:	<input type="text" value="205.00"/>	L/m ³
(Y) Peso del agreg. fino por m ³ de concreto:	<input type="text" value="533.02"/>	kg/m ³
(S) Peso del agreg. grueso por m ³ de concreto:	<input type="text" value="1059.44"/>	kg/m ³

02.12. Corrección por humedad de los agregados

a. Aporte de humedad del agreg. fino

$$\text{Aporte del agreg. fino} = \text{Peso agreg. fino (Y)} \times \frac{\text{Hum. (D)} - \text{Abs. (H)}}{100}$$

(Z) Luego, el aporte del agreg. fino es Lt

b. Aporte de humedad del agreg. grueso

$$\text{Aporte del agreg. grueso} = \text{Peso agreg. Grueso (S)} \times \frac{\text{Hum. (M)} - \text{Abs. (N)}}{100}$$

(A) Luego, el aporte del agreg. grueso es Lt

(B) Luego, el aporte de los agregados sería Lt



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



c. Agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} = \text{Vol. unitario del agua (C)} - \text{aporte de los agregados (B)}$$

(C) Luego, el agua efectiva sería: Lt

d. Peso del agreg. fino en obra

$$\text{Peso del agreg. fino (obra)} = \text{Peso agreg. Fino (Y)} \cdot \left(1 + \frac{\text{Hum. (D)}}{100} \right)$$

(D) Luego, el peso del agreg. fino (obra) sería: kg

e. Peso del agreg. grueso en obra

$$\text{Peso agreg. grueso (obra)} = \text{Peso agreg. grueso (I)} \cdot \left(1 + \frac{\text{Hum. (M)}}{100} \right)$$

(E) Luego, el peso del agreg. grueso (obra) sería: kg

02.13. Valores de diseño corregidos por humedad para 1m³ en obra

(C) Peso de mezcla al 3% y 7% por m ³ de concreto	<input type="text" value="299.738"/>	kg/m ³
(D) Peso del agua por m ³ de concreto	<input type="text" value="197.963"/>	L/m ³
(E) Peso del agreg. fino por m ³ de concreto	<input type="text" value="525.377"/>	kg/m ³
(F) Peso del agreg. grueso por m ³ de concreto	<input type="text" value="1083.674"/>	kg/m ³

02.14. Cantidad de materiales por tanda por cubeta de cemento en obra

Mezcla al 3% y 7%	$\frac{299.738}{299.738} \times 42.30 \text{ kg/cubeta} =$	<input type="text" value="13.78"/> kg/cubeta
Agua	$\frac{197.963}{299.738} \times 42.30 \text{ kg/cubeta} =$	<input type="text" value="27.625"/> kg/cubeta
Agregado fino	$\frac{525.377}{299.738} \times 42.30 \text{ kg/cubeta} =$	<input type="text" value="73.533"/> kg/cubeta
Agregado grueso	$\frac{1083.674}{299.738} \times 42.30 \text{ kg/cubeta} =$	<input type="text" value="151.868"/> kg/cubeta

02.15. Proporciones en peso en obra

Mezcla al 3% y 7%	Arena	Piedra	Relación a/c
299.738	525.38	1083.67	1:1.75
299.73	525.71	1083.71	299.73
100	1.75	3.64	0.061

03.00. Volumen promedio de (01) unit. de probeta

(P) Diámetro de la probeta	<input type="text" value="7.62"/>	in
(Q) Área de la sección	<input type="text" value="3.70"/>	in ²
(R) Altura de la probeta	<input type="text" value="6.00"/>	in
(T) Desperdicio	<input type="text" value="10"/>	%
(Z) Volumen promedio por probeta	<input type="text" value="0.0264"/>	m ³

04.00. Cantidad de materiales por probetas

(Q1/U) Mezcla al 3% y 7%	299.708 kg/m ³ x 0.0064m ³	=	<input type="text" value="1.907"/> kg
(Q2/U) Arena	525.377 kg/m ³ x 0.0064m ³	=	<input type="text" value="3.362"/> kg
(Q3/U) Piedra	1083.674 kg/m ³ x 0.0064m ³	=	<input type="text" value="6.937"/> kg
(Q4/U) Agua	197.963 L/m ³ x 0.0064m ³	=	<input type="text" value="1.259"/> Lt

05.00. Cantidad de materiales para una tanda de 10 probetas

(Q1/U)*10 Mezcla al 3% y 7%	1.907 kg x 10 units	=	<input type="text" value="19.067"/> kg
(Q2/U)*10 Arena	3.362 kg x 10 units	=	<input type="text" value="33.623"/> kg
(Q3/U)*10 Piedra	6.937 kg x 10 units	=	<input type="text" value="69.363"/> kg
(Q4/U)*10 Agua	1.259 kg x 10 units	=	<input type="text" value="12.594"/> Lt



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LICENCIATURA DE MAESTRIA EN CIENCIAS DE LOS MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 118544



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS PATRÓN

Tema: Resistencia a la compresión del cemento y mortero de álcali (K2O) en el cemento aumentando por la combinación de 3% y 7% de cenizas de cáscara de coco y de morroco de maíz respectivamente.
 Solista: Bach. Cristian Robles Alejandro Osvaldo
 Ubicación: Huaraz - Provincia de Huaraz - Ancash
 Fecha: Setiembre 2017

01.00. Especificaciones

- * La selección de las proporciones utilizadas se hizo empleando el método A.C.I
- * La resistencia de diseño a los 28 días es de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- * Bajo condiciones normales
- * Los ensayos corresponden a la norma de diseño ASTM C-39

02.00. Observaciones

- * Los tiempos fueron elaborados y tratados por el interesado a este laboratorio

03.00. Resultados

Designación	Edad (días)	Peso (kg)	Dimensiones	Área (cm ²)	Carga (kg)	f_c (kg/cm ²)	Área (ft ²)	$f_c - f_{cm}$	$(f_c - f_{cm})^2$	Desviación
P-1	7	13.023	18.48	344.27	2029	162.48	71.27	6.51	42.38	-
P-2	7	13.085	18.36	339.66	2718	174.38	72.42	-1.89	3.57	-
P-3	7	13.526	18.08	326.76	2678	155.26	72.08	-4.71	22.38	-
					Prom. (f _{cm})	164.07	71.37	\bar{x}	21.76	-
								S.E.	5.82	Excluido
								C.V.	3.128	Bueno

Designación	Edad (días)	Peso (kg)	Dimensiones	Área (cm ²)	Carga (kg)	f_c (kg/cm ²)	Área (ft ²)	$f_c - f_{cm}$	$(f_c - f_{cm})^2$	Desviación
P-4	14	13.809	18.18	329.68	3198	178.36	80.04	6.52	6.81	-
P-5	14	13.706	18.08	326.76	3090	175.14	80.48	-2.52	4.37	-
P-6	14	13.338	18.08	326.76	3090	179.28	80.76	1.66	2.57	-
					Prom. (f _{cm})	177.64	80.49	\bar{x}	3.78	-
								S.E.	1.205	Excluido
								C.V.	1.044	Excluido

Designación	Edad (días)	Peso (kg)	Dimensiones	Área (cm ²)	Carga (kg)	f_c (kg/cm ²)	Área (ft ²)	$f_c - f_{cm}$	$(f_c - f_{cm})^2$	Desviación
P-7	28	13.528	18.08	326.76	3708	190.18	80.08	-2.81	6.28	-
P-8	28	13.144	18.08	326.76	3658	190.42	80.08	3.72	13.95	-
P-9	28	13.436	18.08	326.76	3728	191.47	80.76	-1.22	1.47	-
					Prom. (f _{cm})	190.69	80.48	\bar{x}	21.79	-
								S.E.	3.294	Excluido
								C.V.	1.589	Excluido



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS EXPERIMENTALES

Tesis: Resistencia a la compresión del concreto y contenido de áridos (K20) en el cemento sustituido por la combinación de 3% y 7% de cenizas de cáscara de coco y de materia de maíz respectivamente.
 Solista: Bach. Crisanto Rojas Alejandro Osvaldo
 Ubicación: Huancá - Provincia de Huancá - Arequipa
 Fecha: Setiembre 2017

01.00. Especificaciones

- * La selección de las proporciones utilizadas se hizo empleando el método A.C.I.
- * La resistencia de diseño a los 28 días es de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- * Bajo condiciones normales.
- * Los ensayos corresponden a la norma de diseño ASTM C-39

02.00. Observaciones

- * Los registros fueron elaborados y medidos por el interesado a este laboratorio.

03.00. Resultados

Descripción	Edad (días)	Peso (kg)	Diametro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f_c (kg/cm ²)	Área (ft ²)	$f_c \cdot f_{cm}$	$(f_c - f_{cm})^2$	Disposición		
P-1	7	12.418	15.18	179.88	2188	139.05	80.21	6.85	34.29	-		
P-2	7	12.368	15.18	179.88	2003	122.76	80.21	-4.04	9.80	-		
P-3	7	12.436	15.18	179.88	2260	136.99	80.21	-6.85	46.53	-		
Prom. (f _{cm})								122.88	80.21	$\Sigma =$	72.77	-
										$S_x =$	6.258	Excelente
										$C.V. =$	4.934	Suficiente

Descripción	Edad (días)	Peso (kg)	Diametro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f_c (kg/cm ²)	Área (ft ²)	$f_c \cdot f_{cm}$	$(f_c - f_{cm})^2$	Disposición		
P-4	14	12.892	15.18	179.71	2380	182.34	72.97	6.82	36.25	-		
P-5	14	12.781	15.18	177.89	2605	196.89	76.57	1.83	1.26	-		
P-6	14	14.008	15.18	177.89	2038	163.75	77.48	4.49	20.12	-		
Prom. (f _{cm})								185.26	75.68	$\Sigma =$	58.12	-
										$S_x =$	5.679	Excelente
										$C.V. =$	2.462	Buena

Descripción	Edad (días)	Peso (kg)	Diametro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f_c (kg/cm ²)	Área (ft ²)	$f_c \cdot f_{cm}$	$(f_c - f_{cm})^2$	Disposición		
P-7	28	12.754	15.00	177.89	2280	185.21	80.21	6.84	37.45	-		
P-8	28	12.612	15.00	177.89	2140	177.97	80.75	-1.12	1.24	-		
P-9	28	12.256	15.00	176.71	2070	172.67	82.80	-5.02	25.21	-		
Prom. (f _{cm})								175.61	84.26	$\Sigma =$	64.10	-
										$S_x =$	5.693	Excelente
										$C.V. =$	3.193	Buena



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE