

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFECIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**Resistencia a flexión en vigas de concreto al sustituir en un
5% el cemento por cenizas de ichu (Stipa Ichu)**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Aranda Heredia, Cristian Arturo

Asesor:

Flores Reyes, Gumercindo

Huaraz – Perú

2018

2018

PALABRAS CLAVES:

TEMA	RESISTENCIA A FLEXIÓN
ESPECIALIDAD	CONCRETO

KEY WORDS:

THEME	FLEXURAL STRENGTH
SPECIALTY	CONCRETE

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CÓDIGO	LÍNEA
AREA	2. INGENIERIA Y TECNOLOGIA.
SUB AREA	2.1. INGENIERIA CIVIL.
DISCIPLINA	INGENIERIA CIVIL

**RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO
AL SUSTITUIR EN UN 5% EL CEMENTO POR
CENIZAS DE ICHU (STIPA ICHU)**

RESUMEN

El Trabajo de Investigación tuvo como propósito fundamental determinar la resistencia a la flexión de viga de concreto al sustituir en un 5% el cemento por cenizas de Ichu, previamente secado, pre quemado, tamizado por la malla N° 200 y calcinado a 750 °C por 2 horas; considerando que la revegetación del Ichu trae como consecuencia la absorción del carbono, reduciendo así el calentamiento global, frenando la erosión de los suelos y dotando de fertilidad a sus tierras agrícolas. Esta alternativa de solución nació a partir del autoconstrucción por las propias comunidades.

Se elaboró 18 probetas (Moldes para Vigas) de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, 9 probetas de control (patrón), 9 probetas experimental (5 % de adición). El procesamiento de los datos se realizó en cuadros Excel. El análisis de los datos se realizó con tablas, gráficos, porcentajes, promedios, varianzas y una prueba de hipótesis.

La metodología utilizada fue la de tipo experimental, ya que se realizó un análisis comparativo entre la muestra patrón y la muestra experimental.

Los resultados obtenidos fueron favorables ya que la trabajabilidad se mantuvo en el rango de 3''-4'' de asentamiento en el concreto patrón y experimental con la adición de 5%; y la resistencia a flexión del concreto aumento de 59.79 % a 61.33% a los 28 días, con la adición de 5%.

Por tal motivo se obtuvo evidencia suficiente para concluir que la sustitución del 5% de cemento por Cenizas de Ichu, mejoraría la resistencia a la flexión en vigas de un concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$, con una probabilidad de 0,027. Por lo tanto, se aceptó la hipótesis general de investigación.

ABSTRACT

The fundamental purpose of the research work was to determine the resistance to bending of concrete beam by replacing cement by 5% with Ichu ash, previously dried, pre-burned, sieved by mesh No. 200 and calcined at 750 ° C. for 2 hours; considering that Ichu revegetation results in the absorption of carbon, thus reducing global warming, slowing down the erosion of soils and providing fertility to their agricultural lands. This alternative solution was born from self-construction by the communities themselves.

18 test pieces (molds for beams) of concrete $f_c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$, 9 test specimens (standard), 9 experimental specimens (5% of addition) were prepared. The processing of the data was done in Excel tables. The analysis of the data was carried out with tables, graphs, percentages, averages, variances and a hypothesis test.

The methodology used was the experimental type, since a comparative analysis was made between the standard sample and the experimental sample.

The results obtained were favorable since the workability remained in the range of 3 "-4" of settlement in the concrete pattern and experimental with the addition of 5%; and the flexural strength of concrete increased from 59.79% to 61.33% at 28 days, with the addition of 5%.

For this reason, sufficient evidence was obtained to conclude that the substitution of 5% cement by Cenizas de Ichu would improve the resistance to bending in concrete beams $f_c = 210\text{ kg} / \text{cm}^2$, with a probability of 0.027. Therefore, the general research hypothesis was accepted.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

Palabras clave - key words – Línea de investigación	ii
Título de la Investigación	iii
Resumen	iv
Abstract	v
Índice	vi
Introducción	10
Metodología	44
Resultados	46
Análisis y discusión	65
Conclusiones	72
Recomendaciones	73
Referencia Bibliográficas	74
Agradecimiento	76
Anexos y apéndice	77

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 01. Tabla de Consistencia y Asentamiento	15
Tabla N° 02. Tabla de Tolerancias	16
Tabla N° 03. Circunstancias que Afectan a la Durabilidad	18
Tabla N° 04. Dimensiones de la Varilla	29
Tabla N° 05. Valores de Agua para Concreto	31
Tabla N° 06. Asentamiento Recomendado para Obras	38
Tabla N° 07. Cantidades Aproximadas de Agua para Slump	39
Tabla N° 08. Relación Agua – Cemento por Resistencia	39
Tabla N° 09. Volumen de Agregado Grueso por Volumen de Concreto	40
Tabla N° 10. Materiales para la Elaboración de Moldes de Vigas Patrón	40
Tabla N° 11. Cuadro Resumen Concreto Patrón	41
Tabla N° 12. Materiales para la Elaboración de probetas con 5% Ichu	42
Tabla N° 13. Cuadro Resumen Concreto con Ceniza de Ichu	43
Tabla N° 14. Peso Unitario de Agregado Fino	48
Tabla N° 15. Peso Unitario de Agregado Grueso	48
Tabla N° 16. Contenido de Humedad de Agregado Fino	49
Tabla N° 17. Contenido de Humedad de Agregado Grueso	49
Tabla N° 18. Granulometría de Agregado Fino	50
Tabla N° 19. Granulometría de Agregado Grueso	51
Tabla N° 20. Agregado Fino	52
Tabla N° 21. Agregado Grueso	53
Tabla N° 22. Datos del SLUMP	54
Tabla N° 23. Peso Específico del nuevo material cementante	54
Tabla N° 24. Resistencia a la Flexión del Concreto a los 7 Días	59

Tabla N° 25. Resistencia a la Flexión del Concreto a los 14 Días	60
Tabla N° 26. Resistencia a la Flexión del Concreto a los 28 Días	61
Tabla N° 27. Concretos Patrón	62
Tabla N° 28. Concreto con 5% de Ceniza de Ichu	63
Tabla N° 29. Promedio de la Resistencia a Flexión del Concreto con Adición de 0% y 5% de Ceniza de Ichu	63
Tabla N°30: Rangos	70
Tabla N°31: Estadísticos de Prueba	71

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 01. Cono de Abrams	15
Figura N° 02. Materias Primas del Cemento	20
Figura N° 03. Materias Primas del Cemento Portland	21
Figura N° 04. Requisitos de Granulometría	24
Figura N° 05. Dimensiones del Concreto	28
Figura N° 06. Composición Química del Ichu	30
Figura N° 07. Viga de Madera	33
Figura N° 08. Viga de Acero	33
Figura N° 09. Viga de Concreto	34
Figura N° 10. Viga Canal 90°	34
Figura N° 11. Viga Canal Concreto Doble	35
Figura N° 12. Viga Canal Concreto Sencillo	35
Figura N° 13. Análisis Térmico Gravimétrico	46
Figura N°14. Curva Calorimétrico DSC	46
Figura N° 15. Resultados de Fluorescencia de Rayos X	47

LISTA DE GRÁFICOS

Grafico N° 01. Concreto Patrón	41
Grafico N° 02. Concreto con Ceniza de Ichu	42
Grafico N° 03. Curva Granulométrica de Agregado Fino	51
Grafico N° 04. Curva Granulométrica de Agregado Grueso	52
Grafico N° 05. Proporción del SLUMP	54
Grafico N° 06. Diseño Mezcla Patrón	55
Grafico N° 07. Diseño Mezcla Patrón	56
Grafico N° 08. Diseño Mezcla (5% Sustitución al Cemento)	57
Grafico N° 09. Diseño Mezcla (5% Sustitución al Cemento)	58
Grafico N° 10. Ensayos de Resistencia a la Flexión del Concreto a los 7 Días	59
Grafico N° 11. Ensayos de Resistencia a la Flexión del Concreto a los 14 Días	60
Grafico N° 12. Ensayos de Resistencia a la Flexión del Concreto a los 28 Días	61
Grafico N° 13. Ensayos de Resistencia a los 07 Días (Interpretación)	67
Grafico N° 14. Ensayos de Resistencia a los 14 Días (Interpretación)	68
Grafico N° 15. Ensayos de Resistencia a los 28 Días (Interpretación)	69

INTRODUCCIÓN

De los antecedentes encontrados se ha abordado algunos trabajos relevantes a esta investigación, como Ríos G. E. (2011), desarrollo la investigación titulada “Empleo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración de concreto hidráulico”, la cual tuvo objetivos: Desarrollar mejores características en la creación del concreto, incrementando las resistencias mecánicas y de durabilidad haciendo uso de materiales de desecho agroindustrial, como la CBCA, en sustitución porcentual del árido fino, Analizar la influencia que puede ejercer el diferente criterio de sustitución utilizado para remplazar los áridos finos convencionales, por la CBCA como árido sobre las propiedades del concreto diseñado y Evaluar con base a los resultados obtenidos de las probetas, la factibilidad alternativa de utilizar la CBCA como sustituto de árido fino para concreto, siendo de tipo experimental de nivel Cuasi – Experimental y llego a las siguientes conclusiones: Con respecto a los ensayos de resistencia mecánica, se encontró que la sustitución parcial de CBCA alcanzaron resistencias menores con respecto a un concreto convencional. Sin embargo, el concreto con un 5% DE CBCA a los 60 días desarrollo una resistencia casi a la de diseño (335kGg/cm²).

Otro a Mencionar Freites A., Osuna M.; Rodríguez H., Romero M.; Salazar D. (2013), desarrollaron la investigación titulada “Estudio de la Resistencia a Compresión en Mezclas de Concreto, Sustituyendo el 10% en Peso de Cemento por Cenizas de las Hojas Secas de la Palma Chaguaramo (Roystonea Oleracea), como Material Puzolánico”, la cual tuvo objetivos: Calcular los valores de resistencia a compresión del concreto sustituyendo el 10% en peso del Cemento Portland por cenizas de la palma Chaguaramo (Roystonea Oleracea), Comparar los valores de resistencia a compresión variando el tamaño de la partícula de las cenizas de la palma Chaguaramo (Roystonea Oleracea) manteniendo la misma condición del 10% en peso del cemento Portland, Comparar los resultados obtenidos en los ensayos de la nueva mezcla de concreto con los obtenidos en el concreto convencional y analizar en base a los resultados la posibilidad de sustituir el concreto convencional por esta nueva mezcla en construcciones, siendo de tipo Experimental de nivel Cuasi – Experimental y llego

a las siguientes conclusiones: En conclusión, se puede decir que se cumplieron con Todos los objetivos planteados, pudiendo así calcular los valores de la resistencia a compresión de las mezclas con sustitución del 10% en peso con cenizas de Palma Chaguaramo.

También se incluyó a Villegas C. (2012), desarrollo la investigación titulada “Utilización de Puzolanas naturales en la elaboración pre fabricados con base cementicia destinados a la construcción de viviendas de bajo costo”, Universidad Nacional de Ingeniería – Lima- Perú, la cual tuvo objetivos: verificar la utilización de puzolanas en la producción de morteros y concretos para revestimientos y fabricación de componentes constructivos con base cementicia, como una solución a la urgente necesidad de vivienda en los países en desarrollo, siendo de tipo Experimental de nivel Cuasi Experimental y llego a las siguientes conclusiones: Los resultados alcanzados muestran que la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) es una puzolana artificial que por sus características puede reemplazar ventajosamente un porcentaje de cemento en la producción de componentes y preparación de morteros para la construcción de viviendas de bajo costo y revestimientos, respectivamente.

Guerra, M & Quispe, N. (2015), desarrollo la investigación titulada “Resistencia de un Concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ con Ceniza de Hoja de Eucalipto”, Universidad San Pedro Chimbote –Perú, la cual tuvo como objetivo: determinar la resistencia a la compresión de un concreto $f_c 210\text{kg/cm}^2$ cuando se sustituye el cemento por las cenizas de hoja de eucalipto “eucalyptus” a un 3% y 5%, es de enfoque cuantitativo y de diseño experimental, y llego a la siguiente conclusión: Se espera que la sustitución del cemento a un 3% y 5% por la ceniza de hoja de eucalipto “eucalyptus” mejore la resistencia a compresión de un concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Abarca R. & Baltazar, L.(2016), desarrollo la investigación titulada: “Resistencia del Concreto $F_c 210 \text{ Kg/cm}^2$ con adición de Ceniza de Ichu”, la cual tuvo objetivos: Obtención de la ceniza y evaluación de sus propiedades químicas, Determinar el diseño de la mezcla $F_c 210 \text{ Kg/cm}^2$, Determinar el diseño de la mezcla $F_c 210 \text{ Kg/cm}^2$; siendo una investigación de tipo Experimental, el cual llego a la conclusión de Al realizar el estudio de la composición química de la ceniza de Ichu, obtuvimos un

elevado porcentaje de Silicio 59.207% lo cual es favorable para la resistencia del concreto.

De acuerdo a lo revisado en los antecedentes se justifica la presente investigación en los aspectos social y del conocimiento.

Por lo tanto estimular la construcción de viviendas con materiales locales, de bajo costo y tecnologías de construcción, como es el caso del uso Ichu en la construcción de vigas de concreto, desarrollando una gestión integradora y flexible con la participación activa de toda la población involucrada, asimismo con las actitudes y buenas voluntades políticas a fin de lograr una mejor calidad de vida de la población beneficiaria y por ende obtener un desarrollo local.

La utilización del cemento desde su creación ha aumentado exponencialmente llevando a implementar nueva tecnología en la producción, en su forma básica, el cemento Portland es el principal material cementante en el concreto y mortero. Hoy en día la mayoría de las mezclas contienen adiciones al cemento, estos materiales son generalmente subproductos de otros procesos o materiales de origen natural, los cuales pueden ser o no procesados antes de ser utilizados.

Esta investigación servirá a los estudiantes de Ingeniería Civil para realizar investigaciones posteriores a este trabajo de investigación, ya que, hay una serie de aplicaciones que bien se podrían aprovechar sustituyendo al cemento por las cenizas de Ichu.

La problemática de la presente investigación se pone de manifiesto en las siguientes líneas:

En la actualidad algunos de los problemas que enfrentan las poblaciones locales y con más agudeza en las zonas rurales son, por ejemplo: pobreza, inestabilidad económica, baja calidad de vida, contaminación de sus suelos, entre los más notorios.

El ámbito geográfico del proyecto de investigación se encuentra en las zonas rurales de la ciudad de Huaraz específicamente en las comunidades campesinas, en las cuales se percibió que la falta de ingresos económicos les limita la adquisición y/o compra de materiales de construcción para la construcción de sus viviendas.

A esta problemática podemos agregar el poco conocimiento de los temas de tecnologías de construcción y de la gestión por parte de las autoridades locales, así como también la poca sensibilización e interés de los pobladores en insertar a su comunidad el uso de materiales locales como un eje de desarrollo y mejora de su calidad de vida.

Respecto a nuestras zonas de estudio cabe resaltar que en las mismas predomina el crecimiento del Ichu, las cuales al ser procesadas

Por lo mencionado se formula el problema ¿Cuál es el efecto de la sustitución del 5% de cemento por la combinación de cenizas de Ichu en la resistencia a la flexión en vigas de un concreto?

De la bibliografía consultada se pudo revisar diversas definiciones que serán útiles para el desarrollo de la investigación, tales como:

CONCRETO

Definición

El concreto es un material de uso común, o convencional y se produce mediante la mezcla de tres componentes esenciales, cemento, agua y agregados, a los cuales eventualmente se incorpora un cuarto componente que genéricamente se designa como *aditivo*.

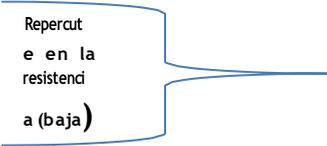
Al mezclar estos componentes y producir lo que se conoce como concreto, se introduce de manera simultánea un quinto participante representado por el aire.

Propiedades del Concreto

En Estado Fresco: El Concreto en estado fresco es desde que se mezcla el concreto hasta que fragua el cemento. El Comportamiento Geológico del concreto fresco depende de:

- ✓ Relación agua / cemento.
- ✓ Grado de hidratación.
- ✓ Tamaño de partículas.

Repercut
e en la
resistenci
a (baja)



- ✓ Mezclado.
- ✓ Temperatura.

a. La Trabajabilidad

Es la facilidad que tiene el concreto para ser mezclado, manipulado y puesto en obra, con los medios de compactación del que se disponga. La trabajabilidad depende de:

- ✓ Dimensiones del elemento.
- ✓ Secciones armadas.
- ✓ Medios de puesta en obra.

Habrá una mayor trabajabilidad cuando:

- ✓ Contenga más agua.
- ✓ Más finos.
- ✓ Agregados redondeados.
- ✓ Más cemento.
- ✓ Fluidificantes / plastificantes.
- ✓ Adiciones.

b. Consistencia.

Denominamos consistencia a la mayor o menor facilidad que tiene el hormigón fresco para deformarse o adaptarse a una forma específica. La consistencia depende:

- ✓ Agua de amasado.
- ✓ Tamaño máximo del agregado.
- ✓ Granulometría.
- ✓ Forma de los agregados influye mucho el método de compactación.

Tipos de Consistencia:

- ✓ SECA – Vibrado enérgico.
- ✓ PLÁSTICA – Vibrado normal.
- ✓ BLANDA – Apisonado.
- ✓ FLUIDA – Barra

El método de determinación empleado es el ensayo del “Cono de Abrams” (ASTM C – 143) que define la consistencia de la mezcla por el asentamiento, medido en pulgadas o centímetros, de una masa de concreto que previamente ha sido colocada y compactada en un molde metálico de dimensiones definida y tronco cónico. Es una prueba sencilla que se usa tanto en el campo como en el laboratorio.



Figura N°01: Cono de Abrams

Fuente: <http://www.acerosarequipa.com/maestro-obra/maestro-obras-manuales-digitales/maestro-obra-manual-del-maestro-constructor/1-materiales/112-el-concreto>. HTML

Tabla N° 01:

Tabla de consistencia y asentamiento

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO(cm)
SECA	0 – 2
PLÁSTICA	3 – 5
BLANDA	6 -9
FLUIDA	10 - 15

Fuente: Ana Torre “Tecnología del Concreto” Universidad Nacional de Ingeniería

Tabla N° 02:

Tabla de tolerancias

CONSISTENCIA	TOLERANCIA (cm)	INTERVALO
SECA	0	0 - 2
PLÁSTICA	±1	3 - 5
BLANDA	±1	6 - 9
FLUIDA	±1	10 - 15

Fuente: Ana Torre “*Tecnología del Concreto*” Universidad Nacional de Ingeniería

c. Homogeneidad y uniformidad.

Homogeneidad: es la cualidad que tiene un concreto para que sus componentes se distribuyan regularmente en la masa.

Uniformidad: se le llama cuando es en varias amasadas. Esta depende:

- ✓ Buen amasado.
- ✓ Buen transporte.
- ✓ Buena puesta en obra.

Se pierde la homogeneidad por tres causas:

- ✓ Irregularidad en el mezclado.
- ✓ Exceso de agua.
- ✓ Cantidad y tamaño máximo de los agregados gruesos.

Esto provoca:

- ✓ Segregación: separación de los áridos gruesos y finos.
- ✓ Decantación: los áridos gruesos van al fondo y los finos se quedan arriba.

d. Compacidad.

Es la relación entre el volumen real de los componentes del hormigón y el volumen aparente del hormigón. No se tiene en cuenta el aire ocluido.

En Estado Endurecido: Características físico-químicas.

a. Impermeabilidad.

El concreto es un sistema poroso y nunca va a ser totalmente impermeable. Se entiende por permeabilidad como la capacidad que tiene un material de dejar pasar a través de sus poros un fluido.

Para lograr una mayor impermeabilidad se pueden utilizar aditivos impermeabilizantes, así como mantener una relación agua cemento muy baja. La permeabilidad depende de:

- ✓ Finura del cemento.
- ✓ Cantidad de agua.
- ✓ Compacidad.

La permeabilidad se corrige con una buena puesta en obra.

b. Durabilidad.

Depende de los agentes agresivos, que pueden ser mecánicos, químicos o físicos.

Los que más influyen negativamente son:

- ✓ Sales.
- ✓ Calor.
- ✓ Agente contaminante.
- ✓ Humedad.

El efecto producido es un deterioro:

- ✓ Mecánico.
- ✓ Físico.

Tabla N° 03:

Circunstancias que afectan a la durabilidad

MECÁNICAS	Vibraciones, sobrecargas, impactos, choques.
FÍSICAS	Oscilaciones térmicas, ciclos de hielo y deshielo, fuego, causas higrométricas.
QUÍMICAS	Contaminación atmosférica, aguas filtradas, terrenos agresivos.
BIOLÓGICAS	Vegetación o microorganismos.

Fuente: Ana Torre “*Tecnología del Concreto*” Universidad Nacional de Ingeniería

c. Resistencia térmica.

- ✓ Bajas temperaturas – Hielo / deshielo (deterioro mecánico).
- ✓ Altas temperaturas $>300^{\circ}$ C.

B. Características mecánicas.

a. Resistencia a compresión.

La resistencia a la compresión del concreto normalmente se la cuantifica a los 28 días de vaciado el concreto, aunque en estructuras especiales como túneles y presas, o cuando se emplean cementos especiales, pueden especificarse tiempos menores o mayores a 28 días.

b. Resistencia a flexión

Generalmente su valor corresponde a 10% de la resistencia en compresión del concreto de un determinado f_c , esta propiedad nos sirve para diseñar estructuras que estarán cargadas y en el que es muy importante conocer esta propiedad.

Parámetros básicos en el comportamiento del Concreto. (Según Reglamento Nacional de Edificaciones, 2007):

La Trabajabilidad

Es una propiedad del concreto fresco que se refiere a la facilidad con que este puede ser mezclado, manejado, transportado, colocado y terminado sin que pierda su

homogeneidad (exude o se segregue). El grado de trabajabilidad apropiado para cada estructura, depende del tamaño y forma del elemento que se vaya a construir, de la disposición y tamaño del refuerzo y de los métodos de colocación y compactación. Los factores más importantes que influyen en la trabajabilidad de una mezcla son los siguientes:

- ✓ La gradación, la forma y textura de las partículas.
- ✓ Las proporciones del agregado.
- ✓ La cantidad del cemento.
- ✓ El aire incluido.
- ✓ Los aditivos y la consistencia de la mezcla.

Un método indirecto para determinar la trabajabilidad de una mezcla consiste en medir su consistencia o fluidez por medio del ensayo de asentamiento con el cono de Abrams. El requisito de agua es mayor cuando los agregados son más angulares y de textura áspera (pero esta desventaja puede compensarse con las mejoras que se producen en otras características, como la adherencia con la pasta de cemento).

La resistencia

La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica más importante de un concreto, pero otras como la durabilidad, la permeabilidad y la resistencia al desgaste son a menudo de similar importancia.

Durabilidad

El concreto debe poder soportar aquellas exposiciones que pueden privarlo de su capacidad de servicio tales como congelación y deshielo, ciclos repetidos de mojado y secado, calentamiento y enfriamiento, sustancias químicas, ambiente marino y otras. La resistencia a algunas de ellas puede fomentarse mediante el uso de ingredientes especiales como:

- ✓ Cemento de bajo contenido de álcalis, puzolanas o agregados seleccionados para prevenir expansiones dañinas debido a la reacción álcalis - agregados que ocurre en algunas zonas cuando el concreto está expuesto a un ambiente húmedo

- ✓ Cementos o puzolanas resistentes a los sulfatos para concretos expuestos al agua de mar o en contacto con suelos que contengan sulfatos; o agregados libres de excesivas partículas suaves, cuando se requiere resistencia a la abrasión superficial.

La utilización de bajas relaciones a/c prolongara la vida útil del concreto reduciendo la penetración de líquidos agresivos. La resistencia a condiciones severas de intemperie, particularmente a congelación y deshielo y a sales utilizadas para eliminar hielo, se mejora notablemente incorporando aire correctamente distribuido. El aire inyectado debe utilizarse en todo concreto en climas donde se presente la temperatura del punto de congelación.

Materiales que intervienen para la elaboración de las vigas de concreto con adición de Ceniza de Ichu:

El Cemento

Es el principal componente del concreto, el cual ocupa entre el 7% y el 15% del volumen de la mezcla, presentando propiedades de adherencia y cohesión, las cuales permiten unir fragmentos minerales entre sí, formando un sólido compacto con una muy buena resistencia a la compresión, así como durabilidad. Tiene la propiedad de fraguar y endurecer sólo con la presencia de agua, experimentando con ella una reacción química, proceso llamado hidratación.

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

%	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
5%<	Oxido de Magnesio, Sodio, Potasio, Titanio, Azufre, Fosforo y Magnesio	Minerales varios

Figura N°02: Materias primas del cemento

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

Compuesto	Porcentaje	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%	

Figura N°03: Materias primas del cemento portland

Fuente: <http://www.ingenierocivilinfo.com/2010/03/composicion-quimica-del-cemento>

Características Físicas

a) Peso específico

El peso específico del cemento corresponde al material al estado compactado. Su valor suele variar, para los cementos Portland normales, entre 3.0 y 3.2. Las Normas Norteamericanas consideran un valor promedio de 3.15, en el Perú se considera un valor del orden de 2.97 para los cementos Tipo IP e IPM. Su determinación es particularmente necesaria en relación con el control y diseño de las mezclas de concreto. Se siguen las recomendaciones de la Norma ASTM C 188.

b) Fineza

La Fineza de un cemento es función del grado de molienda del mismo y se expresa por su superficie específica, la cual es definida como el área superficial total, expresada en cm², de todas las partículas contenidas en un gramo de cemento.

Tipos de Cemento

a) Cemento Portland Tipo I

Cemento de uso general, donde no se requiere propiedades especiales. Se usa donde el cemento o el concreto no está sujeto al ataque de factores específicos como los

sulfatos del suelo o del agua, o a elevaciones perjudiciales de temperatura, debido al calor generado por la hidratación.

b) Cemento Portland Tipo II

De uso cuando se requiere moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Este tipo de cemento genera usualmente menor calor de hidratación que el tipo I.

c) Cemento Portland Tipo III

Presenta un desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación, especiales para su uso en los casos en que se necesite adelantar el uso de las estructuras (No se fabrican en el Perú).

d) Cemento Portland Tipo IV

Es de bajo calor de hidratación, este cemento debe emplearse donde el grado y la cantidad de calor generado se debe reducir al mínimo recomendable para concretos masivos. Su ganancia de resistencia es más lenta que la del cemento tipo I.

e) Cemento Portland Tipo V

Recomendables para ambientes muy agresivos por su alta resistencia a los sulfatos. Este tipo de cemento se fabrica para zonas de trabajo donde exista un ataque bastante agresivo de sulfatos y es de moderado calor de hidratación.

De estos 5 tipos, en el Perú solo se fabrican los Tipos I, II y V.

Agregado Fino

Definición: El agregado fino es un material que se obtiene de la desintegración natural o artificial de otros agregados de mayor tamaño. Esta comprendido por todos los tamaños que pasan por la malla 3/8" y quedan retenidas en la malla N° 200. Para ser utilizado en la proporción de concreto deberá cumplir con ciertas propiedades físicas por normas de calidad.

Propiedades Físicas: El agregado fino a utilizarse en el concreto debe cumplir

ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones de las normas técnicas peruanas NTP. La determinación de estos requisitos denominados propiedades físicas nos permitirá obtener valores que serán utilizados para los diseños de mezcla de concreto a estudiar. Las propiedades físicas a determinar son: peso específico, peso unitario, granulometría, módulo de finura, porcentaje de finos que pasa la malla N° 200, contenido de humedad y absorción.

Peso unitario: El peso unitario del agregado, es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en kg/m^3 .

El peso unitario depende de ciertas condiciones intrínsecas de los agregados, tales como su forma, tamaño y granulometría, así como el contenido de Humedad; también depende de factores externos como el grado de compactación impuesto, el tamaño máximo del agregado en relación con el volumen del recipiente, la forma de consolidación, etc.

Peso específico: El Peso Específico, es la relación entre el peso del material y su volumen, su diferencia con el peso unitario está en que este no toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material. Es necesario tener este valor para realizar la dosificación de la mezcla y también para verificar que el agregado corresponda al material de peso normal.

a) Granulometría

La granulometría se refiere a la distribución de partículas de arena.

El análisis de granulometría divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados.

La norma técnica peruana establece las especificaciones granulométricas.

Antes de comenzar a realizarse cualquier estudio de las características del concreto, se tiene primero que determinar la calidad del agregado con el que se trabaja verificar si cumple los requerimientos básicos de las normas. La calidad del concreto depende básicamente de las propiedades del mortero, en especial de la granulometría y otras características de la arena. Como no es fácil modificar la granulometría de la arena a diferencia de lo que sucede con el agregado grueso, que se puede cribar y almacenar

separadamente sin dificultad, la atención principal se dirige al control de su homogeneidad.

Requisitos Granulometría / ASTM C-33

Malla	% que pasa
3/8"	100
Nº 4	95 - 100
Nº 8	80 - 100
Nº 16	50 - 100
Nº 30	25 - 60
Nº 50	10 - 30
Nº 100	0

Figura N°04: Requisitos de granulometría

Fuente: <http://www.ingenierocivilinfo.com/2010/03/composición-química-del-cemento.html>

b) Módulo de fineza

Es un índice aproximado y representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra de arena se usa para controlar la uniformidad de los agregados. La norma establece que la arena debe tener un Módulo de Fineza no menos a 2.35 ni mayor a 3.15.

Se calcula como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en la malla N°4, 8, 16, 30, 50, 100 dividido entre 100.

En la apreciación del Módulo de Finura, se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducen segregación y las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para los concretos de alta resistencia.

c) Contenido de humedad

Es la cantidad de agua que contiene el agregado fino. Esta propiedad es importante porque de acuerdo a su valor (en porcentaje), la cantidad de agua en el

concreto varia.

También se define como la diferencia entre el peso del material natural y el peso del material secado en horno (24 hrs.), dividido entre el peso natural del material, todo multiplicado por 100.

d) Superficie específica

Es la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado por unidad de peso, para su determinación se consideran dos hipótesis que son: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las partículas.

e) Material más fino que pasa por la malla N° 200

Consiste en determinar la cantidad de materiales finos que se pueden presentar en el agregado en forma de revenimiento superficial o en forma de partículas sueltas.

El material muy fino, constituido por arcilla y limo, se presenta recubriendo el agregado grueso, o mezclando con la arena.

En el primer caso, afecta la adherencia del agregado y la pasta, en el segundo, incrementa los requerimientos de agua de mezcla.

f) Absorción

Es la capacidad del agregado fino de absorber agua en contacto con él. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto.

También se define como la diferencia en el peso del material superficialmente seco y el peso del material secado en horno (24 hrs), todo dividido entre el peso seco y todo multiplicado por 100.

Agregado Grueso

Definición: Son materiales obtenidos por la desintegración natural o mecánicas de rocas de mayor tamaño. Se trata del material que es retenido en la malla N° 4, y para

que pueda ser utilizado en la proporción de concreto, sus propiedades deben cumplir los controles de calidad que especifica la norma, y el agregado grueso puede ser grava, piedra chancada.

Propiedades físicas: Los agregados gruesos para que puedan ser utilizados en la preparación de concreto, deben cumplir con los requerimientos mínimos que especifican las normas de control, siendo de vital importancia que sus propiedades físicas mantengan el margen de los límites preestablecidos en dichas normas de calidad. Las propiedades físicas a estudiar: peso específico, peso unitario, granulometría, módulo de finura, contenido de humedad y porcentaje de absorción.

Los ensayos para determinar las propiedades físicas de los agregados se realizan para tres muestras (M-1, M-2, M-3) de agregado, tomándose los valores promedios de las tres muestras como representativos. La metodología utilizada para determinar las propiedades físicas de los agregados está de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas vigentes y las Normas ASTM.

Peso unitario: El peso unitario del agregado, es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en kg/cm^3 . El valor para agregados normales varía entre 1500 y 1700 kg/m^3 . Este valor es requerido cuando se trata de agregados ligeros o pesados, y en caso de proporcionarse el concreto por volumen. Se determinan dos (2) pesos unitarios. Peso unitario compactado (PUC) y el Peso Unitario Suelto (PUS).

Peso específico: Esta propiedad es un indicador de la calidad del agregado; valores altos entre 2.5 a 2.8, corresponden a agregados de buena calidad, mientras que valores que el menor indicado son de mala calidad (porosos, débiles y absolutamente con mayor cantidad de agua, etc.).

a) Granulometría

La Granulometría se refiere a la distribución por tamaños de las partículas de los agregados.

El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados. Las mallas utilizadas para determinar la granulometría de los agregados se designa por el tamaño de la

abertura cuadrada en pulgadas.

Las Normas Nacionales especifican la granulometría de los agregados gruesos en 10 series, que son similares a las normas ASTM.

Tamaño Máximo

El tamaño máximo del agregado para la elaboración de concreto con adición de ceniza de Ichu deberá ser mantenido en un mínimo, en el orden de ½” a 3/8”, y en poca proporción los agregados de 1”.

También debe considerarse que los agregados de tamaño menor contribuyen a producir concretos de más alta resistencia debido a una menor concentración, alrededor de las partículas, de esfuerzos originados por una diferencia entre los módulos de elasticidad de la pasta y el agregado.

Tamaño Máximo Nominal Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada, que produce el primer retenido.

b) Módulo de fineza

Es un índice aproximado y representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra, se usa para controlar la uniformidad de los agregados.

Se calcula como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas 3”, 1 ½”, ¾”, 3/8”, N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, dividido entre 100.

c) Contenido de humedad

Es la cantidad de agua que contiene el agregado grueso. Esta propiedad es importante porque de acuerdo a su valor (en porcentaje) la cantidad de agua del concreto varía. También se define como la diferencia entre el peso del material natural y el peso del material secado en horno (24 hrs.), dividido entre el peso natural del material, todo multiplicado por 100.

d) Absorción

Es la capacidad del agregado grueso de absorber agua en contacto con él. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua

para la relación agua/ cemento.

También se define como la diferencia en el peso del material superficialmente seco y el peso del material secado en horno (24 hrs), todo dividido entre el peso seco y todo multiplicado por 100.

Proceso de control de calidad del concreto:

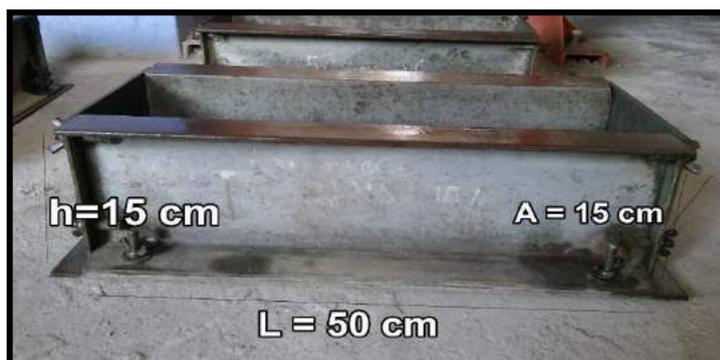


Figura N°05: dimensiones del concreto

Fuente: Tomada del Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP – Chimbote.

Según la Norma ASTM C31:

Moldes para Vigas - Los moldes para vigas deben tener la forma y dimensiones requeridas para producir las probetas estipuladas. Los costados, el fondo y los extremos deben ser perpendiculares entre sí, rectos, suaves y libres de alabeo. La máxima variación de la sección transversal nominal no debe exceder de 1/8 pulg (3 mm) para moldes con altura o ancho de 6 pulg (150 mm) o más.

Pisón - Una barra de acero redonda, recta, con las dimensiones estipuladas en la Tabla 1, con al menos un extremo redondeado en forma de semiesfera del mismo diámetro que la barra.

Tabla N° 04:

Dimensiones de la varilla

Dimensiones de la varilla		
Diámetro del cilindro o ancho de la viga, pulg (mm)	metro del pisón, pulg (mm)	longitud del pisón, pulg (mm)
< 6 (150)	3/8 (10)	12 (300)
6 (150)	5/8 (16)	20 (500)
9 (225)	5/8 (16)	26 (650)

Fuente: ASTM C 31/C 31M – 03a

Tolerancia del pisón: \pm 4 pulg (100 mm) en el largo y \pm 1/16 pulg (2 mm) en el diámetro

Mazo - Se debe utilizar un mazo con cabeza de caucho o cuero que pese 1,25 \pm 0,50 lb (0,6 \pm 0,2 kg).

Herramientas pequeñas - Se deben suministrar palas, llanas manuales, poruñas y un tacómetro con escala adecuada.

Probetas en forma de Vigas - Las probetas para determinar la resistencia a la flexión del hormigón deben ser vigas moldeadas y fraguadas en posición horizontal. La longitud debe ser por lo menos 2 pulg (50 mm) mayor que tres veces el alto en la posición de ensaye. La relación entre el ancho y el alto, en la posición en que se moldean, no debe exceder de 1.5. La viga estándar debe ser de 6 x 6 pulg (150 x 150 mm) en su sección transversal, y debe utilizarse para hormigón con árido grueso cuyo tamaño máximo nominal no exceda las 2 pulg (50 mm). Cuando el tamaño máximo nominal del árido grueso exceda las 2 pulg (50 mm), la menor dimensión de la sección transversal de la viga debe ser de por lo menos tres veces el tamaño máximo nominal de los áridos gruesos. A menos que las especificaciones del proyecto lo requieran, las vigas elaboradas en obra no deben tener un ancho o alto menor de 6 pulg (150 mm).

CENIZAS DE ICHU

Definición: El Ichu o paja ichu es un pasto del altiplano andino sudamericano, tienen tallos que alcanza un tamaño de 60-180 cm de altura, sus hojas son rígidas, erectas. Es utilizado como forraje para el ganado y elaboración de ladrillos de adobe. Gracias a la revegetación del

ichu se da la absorción del carbono, reduciendo el calentamiento global en los andes del Perú, frenando la erosión de los suelos y dotando de fertilidad a sus tierras agrícolas.

Una de las razones que nos lleva proponer e incentivar el uso de las plantas nativas es que principalmente es estas especies interactúan con el medio y demás especies, además se hallan exclusivamente en nuestra región.

Extracción de la Ceniza de Ichu: En el departamento de Áncash, las zonas andinas cuentan con gran variedad de plantas nativas (ichu) esta planta es de gran importancia en la zona ya que son utilizados para el forraje del ganado (llama, oveja, etc.), pero también es utilizada para hacer los techos de las casas, ladrillos de adobe (arcilla secada) y es empleado como combustible.

Nuestra recolección de esta planta fue en zonas alto andinas (Laguna Querococha), luego fue previamente secada y pre quemado para luego molerlo con el molino de mano y tamizamos por la malla # 200 y finalmente calcinarlo a 750 C° por 2 horas para obtener las propiedades físicas y químicas de las cenizas de la planta de ichu.

La Laguna de Querococha, se encuentra ubicada a la margen izquierda de la carretera Catac – Chavín de Huantar a una distancia de 57km al sur este de Huaraz

Composición Química

CENTRO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS, BIOMÉDICAS Y MEDIOAMBIENTALES

Tabla 1. Elementos presentes en la muestra en mg/kg con sus correspondientes valores de incertidumbre.

Muestra		Ceniza de Ichu	
Elemento	Concentración (mg/kg)	Elemento	Concentración (mg/kg)
Aluminio (Al)	5045.33 ± 290.51	Manganeso (Mn)	1346.87 ± 7.14
Silicio (Si)	232310.00 ± 11570.21	Hierro (Fe)	4653.20 ± 81.58
Fósforo (P)	2842.00 ± 46.57	Níquel (Ni)	2.35 ± 0.14
Azufre (S)	3370.33 ± 523.33	Cobre (Cu)	64.31 ± 0.36
Cloro (Cl)	4478.00 ± 294.94	Zinc (Zn)	213.08 ± 10.37
Potasio (K)	32124.67 ± 877.52	Bromo (Br)	9.21 ± 0.87
Calcio (Ca)	14606.33 ± 105.72	Rubidio (Rb)	63.51 ± 0.83
Titanio (Ti)	580.53 ± 77.72	Estroncio (Sr)	91.80 ± 3.39
Cromo (Cr)	7.40 ± 1.32	Plomo (Pb)	62.99 ± 0.68

Figura N°06: Composición química del Ichu

Fuente: Ensayo de Análisis por Fluorescencia de rayos X (CITBM) Laboratorio de la Facultad de Ciencias Físicas UNMSNM

Agua para la mezcla: El agua es un elemento fundamental para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades, por lo tanto, este componente debe cumplir ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química, sin ocasionar problemas colaterales si tiene ciertas sustancias que pueden dañar al concreto.

El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales:

- Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
- Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.
- Procurar la estructura de vacíos necesarios en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacios para desarrollarse.

Valores límites del agua para el Concreto

Tabla N° 05:

Valores de agua para concreto

DESCRIPCIÓN	LÍMITE PERMISIBLE
Cloruros	300 ppm.
Sulfatos	300 ppm.
Sales de magnesio	150 ppm.
Sales solubles totales	1500 ppm.
PH	Mayores de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm.
Materia orgánica	10 ppm.

Fuente: Normas Técnicas Peruanas 339.088

VIGAS

Definición: Las vigas son elementos estructurales que pueden ser de concreto armado, diseñado para sostener cargas lineales, concentradas o uniformes, en una sola dirección. Una viga puede actuar como elemento primario en marcos rígidos de vigas y columnas, aunque también pueden utilizarse para sostener losas macizas o nervadas.

La viga soporta cargas de compresión, que son absorbidas por el concreto, y las

fuerzas de flexión son contrarrestadas por las varillas de acero corrugado, las vigas también soportan esfuerzos cortantes hacia los extremos por tanto es conveniente, reforzar los tercios de extremos de la viga. Para lograr que este elemento se dimensione cabe tener en cuenta la resistencia por flexión, una viga con mayor peralte (altura) es adecuada para soportar estas cargas, pero de acuerdo a la disposición del proyecto y su alto costo hacen que estas no se convenientes. Para lograr peraltes adecuados y no incrementar sus dimensiones, es conveniente incrementar el área del acero de refuerzo para compensar la resistencia a la flexión.

Las vigas son elementos estructurales de concreto armado, diseñado para sostener cargas lineales, concentradas o uniformes, en una sola dirección. Una viga puede actuar como elemento primario en marcos rígidos de vigas y columnas, aunque también pueden utilizarse para sostener losas macizas o nervadas. La viga soporta cargas de compresión, que son absorbidas por el concreto, y las fuerzas de flexión son contrarrestadas por las varillas de acero corrugado, las vigas también soportan esfuerzos cortantes hacia los extremos por tanto es conveniente, reforzar los tercios de extremos de la viga. Para lograr que este elemento se dimensione cabe tener en cuenta la resistencia por flexión, una viga con mayor peralte (altura) es adecuada para soportar estas cargas, pero de acuerdo a la disposición del proyecto y su alto costo hacen que estas no se han convenientes. Para lograr peraltes adecuados y no incrementar sus dimensiones, es conveniente incrementar el área del acero de refuerzo para compensar la resistencia a la flexión. Para el diseño de una viga se deberá considerar también para su dimensionamiento, los esfuerzos de corte, torsión, de control, de agrietamiento y deflexión.

Función de una Viga: Las vigas son las piezas extensas que, unidas a las columnas, soportan las estructuras y las cargas en las obras, permitiendo flexibilidad. De hecho, estos elementos se utilizan para soportar los techos y las aberturas, y también como elemento estructural de puentes. Por tal motivo, a la hora de elaborarlos o armarlos se debe comprobar que soporten a la perfección los esfuerzos de tracción y de compresión de modo simultáneo, como sucede al doblarse la pieza.

Materiales y composición de las Vigas: Pueden ser realizadas en madera, en

hormigón o también en hierros soldados, con cuatro tiras angulares y piezas que se entrecruzan para dar soporte y unión.

Los materiales de elaboración deben ser flexibles, duraderos y resistentes a la vez, por lo que no se utiliza elementos cerámicos, pétreos u otros en su formación.

Vigas de Madera: La madera de las vigas se comporta de un modo orto trópico con diversidad en su resistencia y rigidez, soportando así diferentes sentidos en los esfuerzos (paralelo o transversal a la fibra de la madera). La madera es capaz de soportar exigencias con menos deformación que otros materiales.



Figura N°07: Viga de madera

Fuente: / <https://joelrequejo.wordpress.com/2014/07/14/vigas/>

Vigas de acero o hierro: El acero en las vigas presenta un comportamiento isotrópico, con más resistencia y menor peso que el hormigón. Con ello, logran soportar mayores esfuerzos de compresión y también mayores tracciones, lo que las hace las grandes favoritas para obras residenciales y urbanas.



Figura N°08: Viga de acero

Fuente: / <https://joelrequejo.wordpress.com/2014/07/14/vigas/>

Vigas de concreto u hormigón armado: Para elaborar vigas se utiliza el concreto pretensado y el pos tensionado, a diferencia de su antecesor (el concreto armado), por su adecuación a las exigencias de las obras y esfuerzos. Son resistentes, presentan buena flexibilidad y adaptación a las exigencias y tensiones del terreno, aunque son de mayor peso que las de hierro, normalmente usadas en construcción de viviendas.



Figura N°09: Viga de concreto

Fuente: / <https://joelrequejo.wordpress.com/2014/07/14/vigas/>

Tipos de vigas de concreto armado:

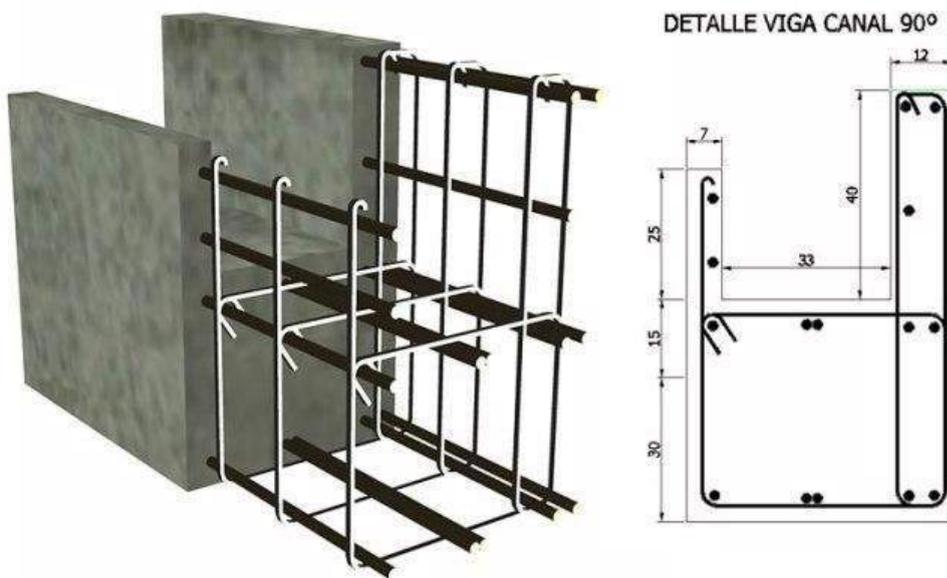


Figura N°10: Viga canal 90°

Fuente: / <https://joelrequejo.wordpress.com/2014/07/14/vigas/>

DETALLE VIGA CANAL CONCRETO DOBLE

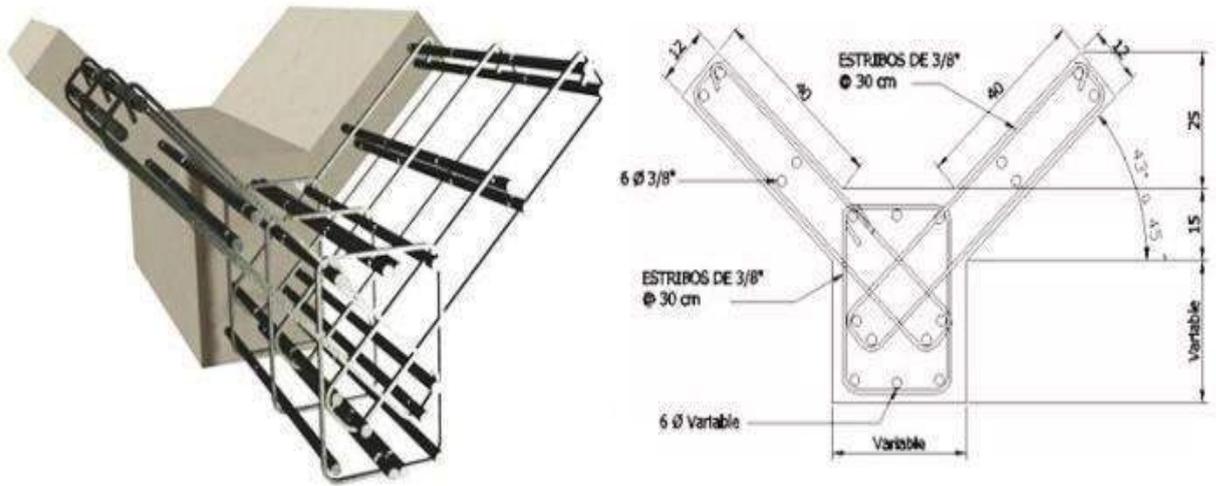


Figura N°11: Viga canal concreto doble

Fuente: / <https://joelrequejo.wordpress.com/2014/07/14/vigas/>

DETALLE VIGA CANAL CONCRETO SENCILLO

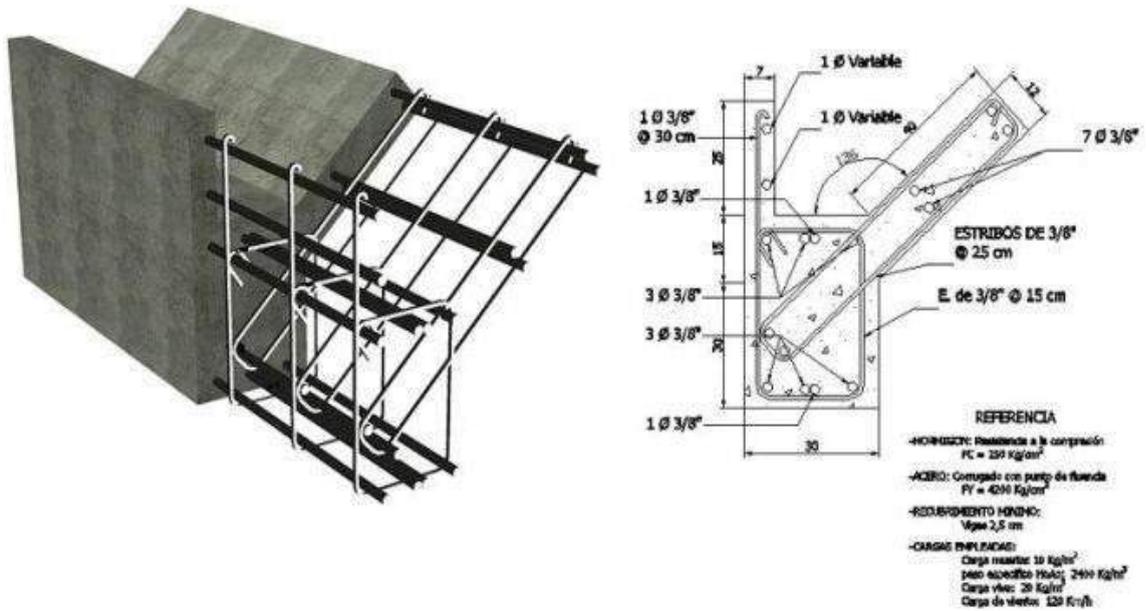


Figura N°12: Viga canal concreto sencillo

Fuente: / <https://joelrequejo.wordpress.com/2014/07/14/vigas/>

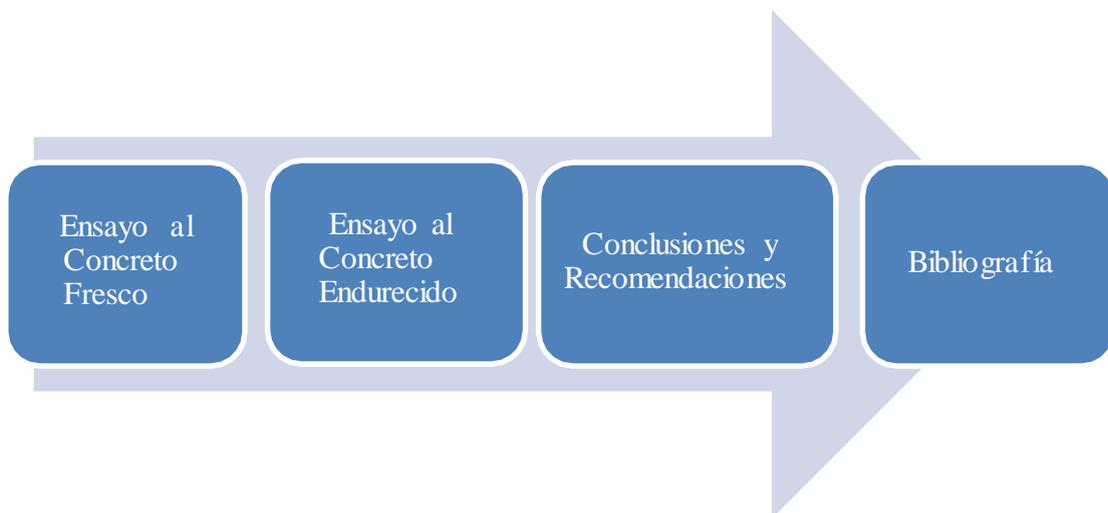
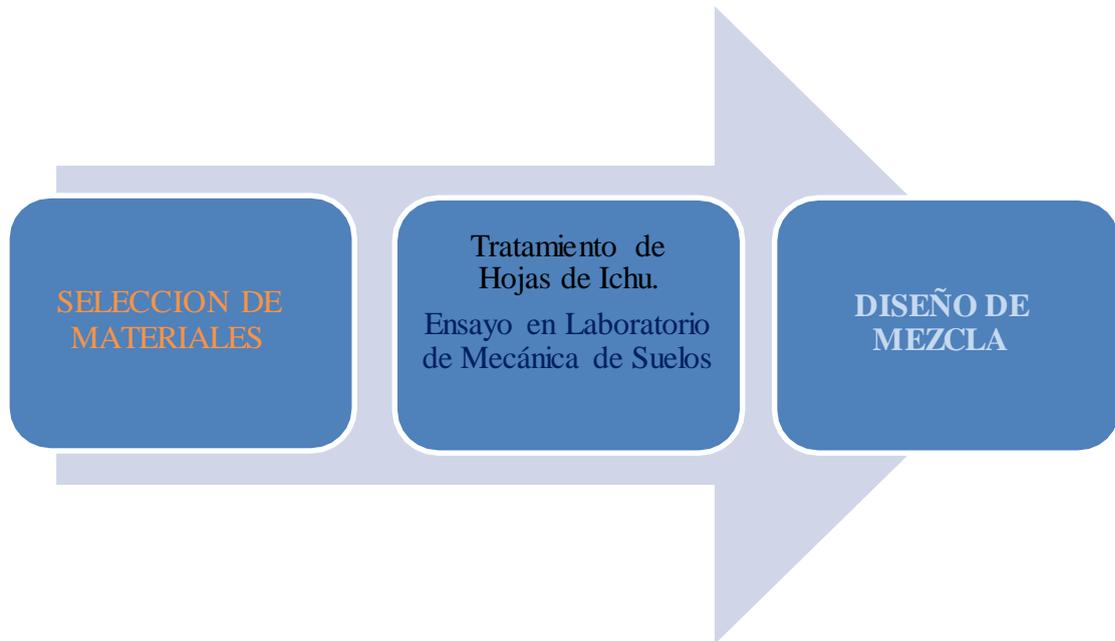
Las vigas apoyadas en columnas formando pórticos son la base del sistema estructural a porticado el cual es empleado asiduamente para concretizar las edificaciones. Dependerá del proyectista, la versatilidad con la que se presenten en la arquitectura.

En la presente investigación se formuló como Hipótesis: La Sustitución del 5% de cemento por ceniza de ichu, mejoraría la resistencia a la flexión en vigas de un concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$.

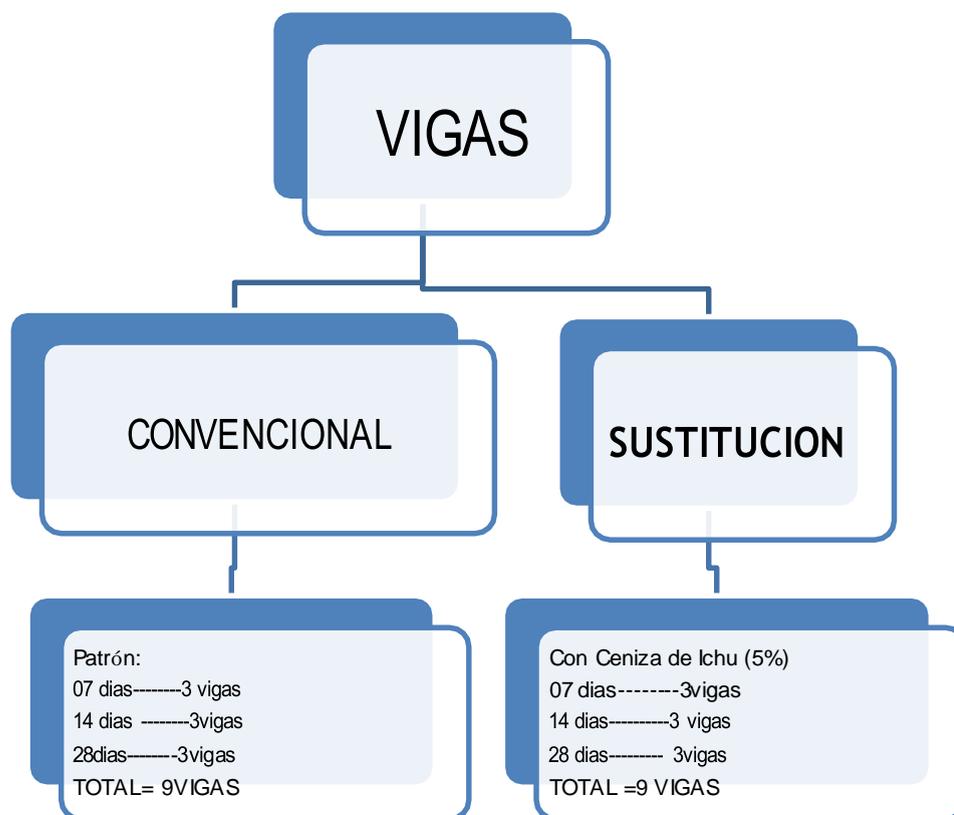
El Objetivo General del presente estudio es: Determinar la resistencia a flexión en vigas de un concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$; al sustituir un 5% de cemento por la combinación de cenizas de ichu; y como objetivos específicos:

- Determinar la temperatura de calcinación de la ceniza de ichu mediante el ensayo de Análisis Térmico Diferencial (ATD)
- Caracterizar la Composición Química de la Ceniza de Ichu a través del ensayo de Fluorescencia de Rayos X.
- Determinar la relación A/C y obtener el diseño de mezcla para el concreto patrón y experimental.
- Analizar los resultados a la resistencia en vigas a los 28 días, tanto patrón como experimental y comparar resultados.

Planificación:



Análisis:



TABLAS PARA DISEÑO DE MEZCLA

Tabla N° 06:

Asentamiento recomendado para diversos tipos de obras

TIPOS DE ESTRUCTURAS	SLUMP MAX	SLUMP MIN.
Zapatas y muros de cimentación reforzada	3"	1"
Zapatas, simples, cajones y muros de subestructura	3"	1"
Vigas y muros de concreto Reforzado	4"	1"
Columnas	4"	2"
Pavimento y losas	3"	1"
Concreto Masivo	2"	1"

Fuente: Diseño de Mezcla "Método ACT"

Tabla N° 07:*Cantidades aproximadas de agua para diferentes slump, tamaño máximo de agregado y consistencia.*

Agua en lt/m^3 , para los máximos Nominales de agregado y consistencia indicados								
SLUMP	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	11
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	12
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concretos con aire								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	10
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	11
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-

Fuente: Diseño de Mezcla "Método ACI"**Tabla N° 08:***Relación agua-cemento por resistencia*

F'cr (28 días)	Relación agua – cemento de diseño en peso	
	C° sin aire	C° con aire
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente: Diseño de Mezcla "Método ACI"

Tabla N° 09:

Volumen de agregado grueso por unidades de volumen de concreto.

T.M.N Del Agregado Grueso	Vol. De agregado grueso. Seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza de agregado fino.						
	2.4	2.4	2.6	2.7	2.8	2.9	3
3/8"	0.50	0.49	0.48	0.47	0.46	0.45	0.44
1/2"	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53
3/4"	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60
1"	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65
1 1/2"	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70
2"	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72
3"	0.81	0.80	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75
6"	0.87	0.86	0.85	0.84	0.83	0.82	0.81

Fuente: Diseño de Mezcla "Método ACI"

Materiales para la elaboración de moldes de vigas patrón:

Tabla N° 10:

Materiales para la elaboración de moldes de vigas patrón

MATERIALES	PARA 1 MOLDE	PARA 9 MOLDES
Cemento	4.381 Kg/m ³	39.430 kg/m ³
Agua	3.063 lt/m ³	27.569 Lt/m ³
Agregado Fino	14.922 Kg/m ³	134.300 Kg/m ³
Agregado Grueso	15.474 Kg/m ³	139.263 Kg/m ³

Fuente: Elaboración Propia

Representación gráfica de los materiales a utilizar en la elaboración de los moldes de viga patrón.

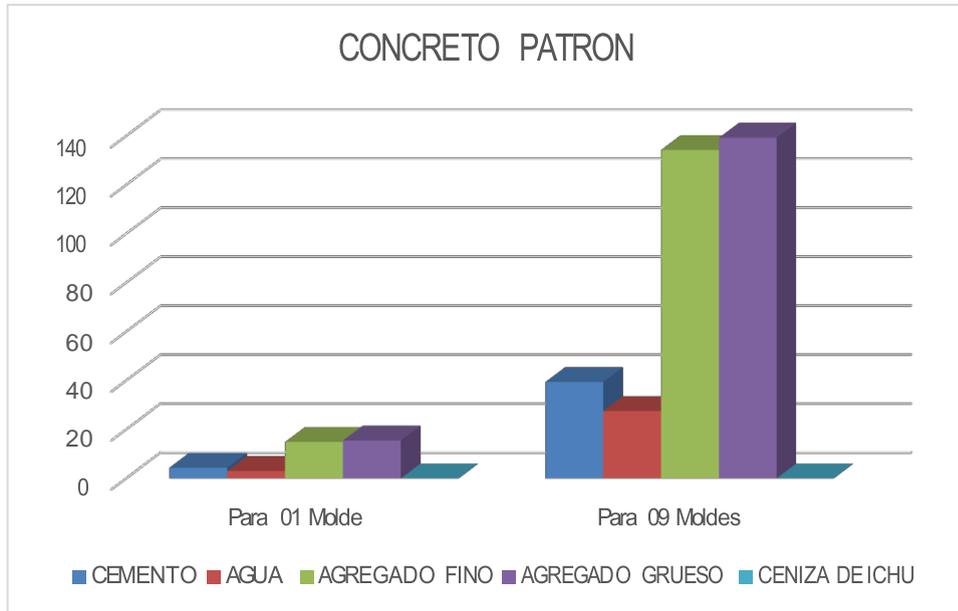


Grafico N°01: Concreto patrón

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 11:

Cuadro resumen concreto patrón.

Material	Para 01 Molde de Viga	Para 09 Moldes de Viga
CEMENTO	4.381 Kg/m ³	39.430 kg/m ³
AGUA	3.063 lt/m ³	27.569 Lt/m ³
AGREGADO FINO	14.922 Kg/m ³	134.300 Kg/m ³
AGREGADO GRUESO	15.474 Kg/m ³	139.263 Kg/m ³
CENIZA DE ICHU	0.000	0.000

Fuente: Elaboración Propia

Adición de ceniza de Ichu:

Adición 5%

Tabla N° 12:

Materiales para la elaboración de probetas con 5% de Ichu

MATERIALES	PARA 1 MOLDE	PARA 9 MOLDES
Cemento	4.193 Kg/m ³	37.739 kg/m ³
Agua	3.1031 lt/m ³	27.930 Lt/m ³
Agregado Fino	14.922 Kg/m ³	134.300 Kg/m ³
Agregado Grueso	15.473 Kg/m ³	139.263 Kg/m ³
Ceniza de ichu	0.219 Kg/m ³	1.971 Kg/m ³

Fuente: Elaboración Propia

Representación gráfica de los materiales a utilizar en la elaboración de los moldes de vigas experimental con adición de 5% de ceniza de ichu.

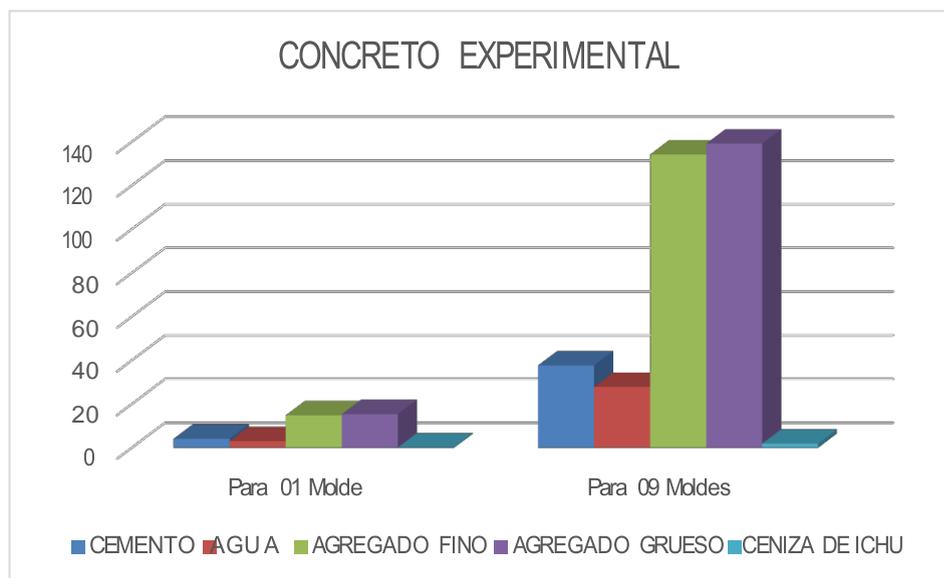


Grafico N°02: Concreto con ceniza de Ichu

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 13:

Cuadro resumen concreto con ceniza de Ichu.

Materiales	Para 01 Molde	Para 09 Moldes
CEMENTO	4.193 Kg/m ³	37.739 kg/m ³
AGUA	3.1031 lt/m ³	27.930 Lt/m ³
AGREGADO FINO	14.922 Kg/m ³	134.300 Kg/m ³
AGREGADO GRUESO	15.473 Kg/m ³	139.263 Kg/m ³
CENIZA DE ICHU	0.219 Kg/m ³	1.971 Kg/m ³

Fuente: Elaboración Propia

METODOLOGÍA:

El tipo de investigación es aplicada y explicativa, porque los resultados obtenidos servirán para la solución de problemas relacionados a la construcción, específicamente a las propiedades de las vigas de concreto, explicando cómo se comporta la resistencia cuando se sustituye un 5% de cemento por ceniza de Ichu.

Es un diseño experimental porque es un proceso en el cual estudiaremos el diseño convencional del concreto en comparación con el nuevo diseño elaborado con el remplazo o sustitución de un porcentaje de cemento por cenizas Ichu, el estudio en su mayor parte se concentrará en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Suelos, donde el investigador estará en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos. Siendo su diseño de investigación el siguiente:

Diseño de bloque completo al azar.

DIAS DE CURADO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO PATRÓN	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON 5% DE CENIZA DE ICHU
	7	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia

Para esta investigación se tiene como población de estudio al conjunto de vigas de diseño de concreto según el estándar de construcción establecido $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$; y la muestra estará constituido por 9 vigas de concreto (patrón) con un diseño de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$: 3 vigas para cada resistencia en, 7, 14 y 28 días (Según Reglamento Nacional de Edificaciones, 2007) y 9 vigas (experimental), 3 vigas para cada resistencia en 7, 14 y 28.

La técnica utilizada fue la observación y como instrumento de registro de datos se contó con una guía de observación y fichas técnicas del laboratorio de mecánica de suelos y mecánica de materiales.

Para el presente proyecto de investigación el procesamiento de datos fue posterior a los ensayos respectivos apoyados en una hoja de cálculo Excel y pruebas de Kruskal Wallis y Variable de agrupación (Porcentaje).

Para realizar el análisis de los datos se tuvo presente:

Calculo de dosificación para el Diseño de Mezcla de la viga de concreto con la adición de la ceniza de Ichu.

Representación con tablas, gráficos, porcentajes, promedios, varianzas y la prueba de Kruskal Wallis para verificar la hipótesis.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en diversos laboratorios, se muestran a continuación:

RESULTADO DE ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL

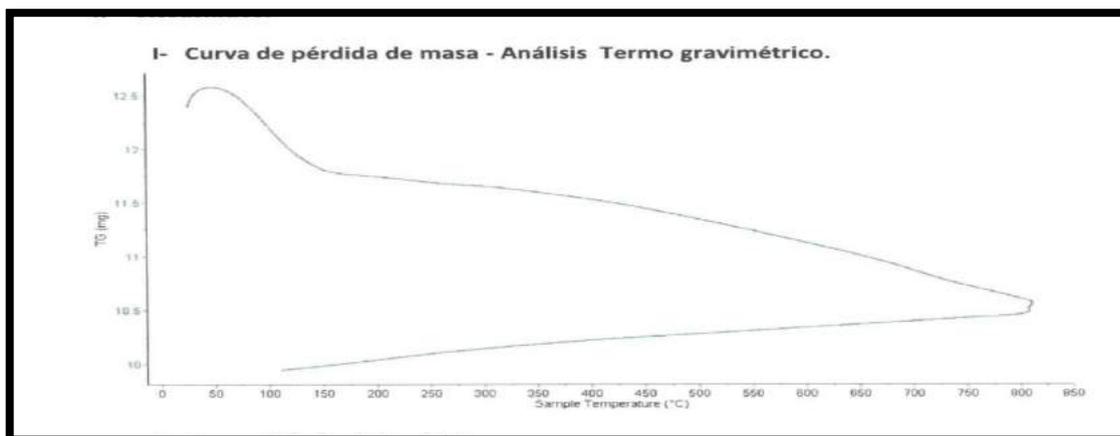


Figura N°13: Análisis Termo Gravimétrico de Ceniza de Ichu.

Fuente: Laboratorio de Polímeros de la UNT.

La grafica muestra un importante descenso como consecuencia de pérdida de masa frente a la temperatura, en el rango de entre 80 y 120°C, esto por causa de eliminación de humedad. Posteriormente el descenso es gradual hasta llegar a perder un total de 15% de su masa inicial en el rango de temperatura estudiada.

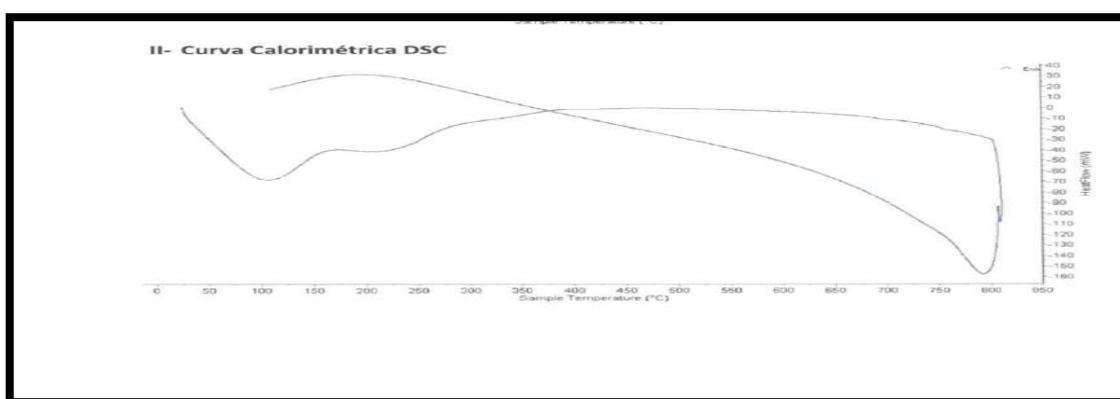


Figura N°14: Curva Calorimétrica DSC de ceniza de ichu.

Fuente: Laboratorio de Polímeros de la UNT.

En la gráfica se puede apreciar, un pico endotérmico aproximadamente a

Y una región térmica entre 190 y 220°. Posteriormente la curva pareciera que experimente un ligero pico endotérmico a 750°C lo que indicaría un posible cambio de fase y cambio en las propiedades de la ceniza.

CARACTERIZACION QUIMICA.

CENTRO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS, BIOMÉDICAS Y MEDIOAMBIENTALES

Tabla I. Elementos presentes en la muestra en mg/kg. con sus correspondientes valores de incertidumbre.

Muestra	Ceniza de Ichu		
Elementos	Concentración (mg/kg)	Elementos	Concentración (mg/kg)
Aluminio (Al)	5045.53 ± 290.51	Manganeso (Mn)	1346.87 ± 7.14
Silicio (Si)	232310.00 ± 11570.21	Hierro (Fe)	4653.20 ± 81.58
Fósforo (P)	2842.00 ± 46.57	Nickel (Ni)	2.35 ± 0.14
Azufre (S)	3370.33 ± 523.33	Cobre (Cu)	64.31 ± 0.36
Cloro (Cl)	4478.00 ± 294.94	Zinc (Zn)	213.08 ± 10.37
Potasio (K)	32124.67 ± 877.32	Bromo (Br)	9.21 ± 0.87
Calcio (Ca)	14606.55 ± 105.72	Rubidio (Rb)	65.81 ± 0.85
Titanio (Ti)	580.53 ± 77.72	Estroncio (Sr)	91.80 ± 3.39
Cromo (Cr)	7.40 ± 1.32	Plomo (Pb)	62.99 ± 0.08

Figura N°15: Resultado de Fluorescencia de Rayos X de la Ceniza de Ichu.

Fuente: Laboratorio de Ciencias Físicas de UNMSNM

Espectrómetro de fluorescencia de rayos X por reflexión total marca BRUKER, modelo S2-PICOFOX. Este equipo emplea una técnica de análisis no destructivo permitiendo la medida de una amplia variedad de tipos de muestras (sólidas, polvos, líquidos y films). La espectrometría de fluorescencia de rayos –X consiste en analizar la radiación X característica generada por una muestra al ser esta irradiada con rayos X emitido desde un tubo de rayos X, esta información es única para cada tipo de elemento químico detectado. Al analizar la composición de espectro de la muestra analizada (Ceniza de Ichu) con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del Sodio (Na), se encontraron principalmente Aluminio (Al), Silicio (Si), Fósforo (P), Azufre (S), Cloro (Cl), Potasio (K), Calcio (Ca), Titanio (Ti), Cromo (Cr), Manganeso (Mn), Hierro (Fe), Nickel (Ni), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Bromo (Br), Rubidio (Rb), Estroncio (Sr) y Plomo (Pb).

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS:

Peso unitario de agregado fino

Tabla N° 14:

Peso unitario de agregado fino

MUESTRA N°	TIPO DE PESO UNITAR			PESO UNITARIO SUELTO		
	I	II	III	I	II	III
PESO MATERIAL + MOLDE	8260	8225	8260	7750	7770	7745
PESO DEL MOLDE	3326	3326	3326	3326	3326	3326
PESO DEL MATERIAL	4934	4899	4934	4424	4444	4419
VOLUMEN DEL MOLDE	2788	2788	2788	2788	2788	2788
PESO UNITARIO	1770	1757	1770	1587	1594	1585
PESO UNITARIO PROMEDIO	1766 kg/cm ³			1589 kg/cm ³		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1759			1583		

Fuente: Elaboración Propia

Peso unitario de agregado grueso:

Tabla N° 15:

Peso unitario de agregado grueso.

MUESTRA N°	TIPO DE PESO UNITARIO			PESO UNITARIO		
	I	I I	III	I	I I	III
PESO MATERIAL + MOLDE	19940	20010	1980 0	18825	18900	1895 0
PESO DEL MOLDE	5120	5120	5120	5120	5120	5120
PESO DEL MATERIAL	14820	14690	1466 0	13705	13780	1383 0
VOLUMEN DEL MOLDE	9954	9954	9954	9354	9354	9354
PESO UNITARIO	1584	1592	1569	1465	1473	1479
PESO UNITARIO PROMEDIO	1582 kg/cm ³			1472 kg/cm ³		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1576			1457		

CONTENIDO DE HUMEDAD

Contenido de Humedad de Agregado Fino

Tabla N° 16:

Contenido de humedad de agregado fino.

PRUEBA N°	01	02
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (gr)	730	1125
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO(gr)	727.5	1121.9
PESO DE RECIPIENTE(gr)	2.5	3.1
PESO DE AGUA(gr)	88.7	203.6
PESO SUELO SECO(gr)	638.8	918.3
HUMEDAD (%)	0.39	0.34
HUMEDAD PROMEDIO	0.36%	

Fuente: Elaboración Propia

Contenido de Humedad de Agregado Grueso

Tabla N° 17:

Contenido de humedad de agregado grueso.

PRUEBA N°	01	02
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (gr)	1365	1403.6
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO(gr)	1360	1400
PESO DE RECIPIENTE(gr)	5	3.6
PESO DE AGUA(gr)	201.5	201
PESO SUELO SECO(gr)	1158.5	1199
HUMEDAD (%)	0.43	0.30
HUMEDAD PROMEDIO	0.37%	

Fuente: Elaboración Propia

GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS

Granulometría Agregado Fino

- El agregado fino deberá estar graduado dentro de los límites adecuados en la Norma NTP 400.037. Los datos obtenidos en este ensayo cumplen con dicha norma.

Tabla N° 18:

Granulometría de agregado fino.

TAMIZ					
N°	ABERT. (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO	% QUE PASA
N° 4	4.750	10.0	1.4	1.4	98.6
N° 8	2.360	60.0	8.5	9.9	90.1
N° 16	1.180	150.0	21.3	31.2	68.8
N° 30	0.600	170.0	24.1	55.3	44.7
N° 50	0.300	140.0	19.9	75.2	24.8
N° 100	0.150	130.0	18.4	93.6	6.4
N° 200	0.075	35.0	5.0	98.6	4.4
FONDO		10	1.4	100.0	0.0
(TOTAL)		705.0	100.0		

Fuente: Elaboración Propia

Módulo de Finura (MF)

MF= % Retenido Acumulado

MF= 2.67

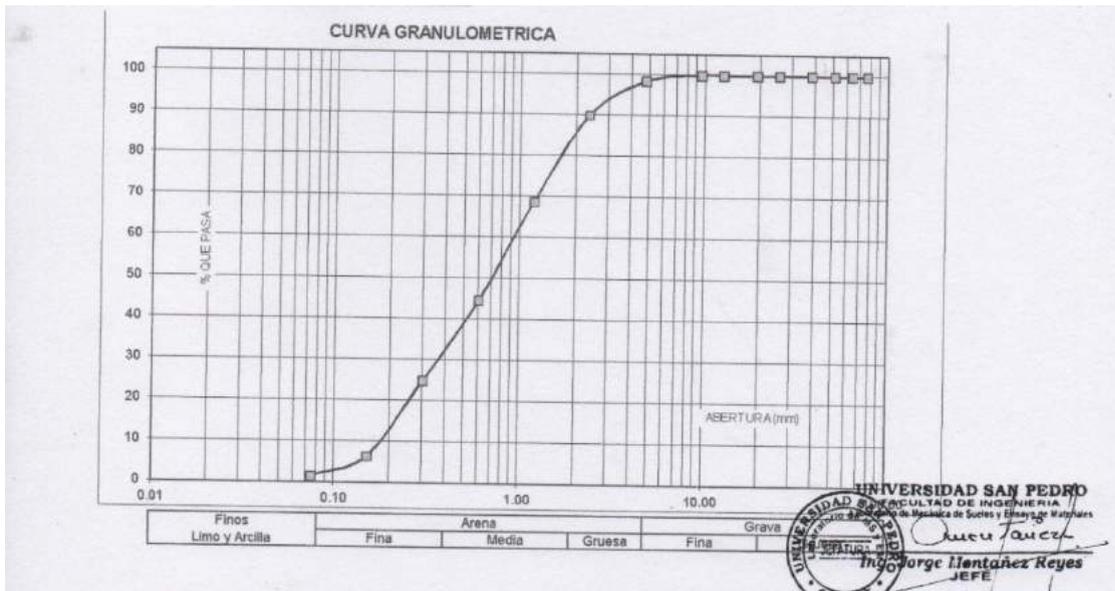


Grafico N°03: Curva granulométrica de agregado fino

Fuente: Elaboración Propia

Granulometría Agregado Grueso

Tabla N° 19:

Granulometría de agregado grueso.

N°	TAMIZ	PESO	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
	ABERT. (mm)	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	125.0	4.9	4.9	95.1
3/4"	19.100	1270.0	49.7	54.6	45.4
1/2"	12.700	980.0	38.4	93.0	7.0
3/8"	9.525	165.0	6.5	99.4	0.6
N° 4	4.760	15.0	0.6	100	0.0
N° 8	2.360	0.0	0.0	100	0.0
FONDO		0.0	0.0	100	0.0
(TOTAL)		2555.0	100.00		

Fuente: Elaboración Propia

TAMAÑO MÁXIMO 1"



Grafico N°04: Curva granulométrica de agregado grueso

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

Agregado Fino

Tabla N° 20:

Agregado fino

IDENTIFICACIÓN		N° 1	N°2
A	Peso Material Saturado Superficialmente Seca (En Aire)	gr.	300.00 300.00
B	Peso De Picnómetro + H ₂ O	gr	686.10 686.10
C	Volumen De Masa + Volumen De Vacíos(A+B)	cm ³	986.10 986.10
D	Peso De Picnómetro + H ₂ O + Material	gr	875.90 875.90
E	Volumen De Masa + Volumen De Vacío = C - D	cm ³	110.20 110.20
F	Peso De Material Seco En Estufa	gr	297.50 297.50
G	Volumen De Masa = E - (A - F)		107.70 107.70
Pe BULK (BASE SECA):			2.700

Pe BULK (BASE SECA) = F / E	2.700	2.700
Pe BULK (BASE SATURADA) = A / E	2.722	2.722
Pe APARENTE (BASE SECA) = F / E	2.762	2.762
% DE ABSORCIÓN = ((A - F) / F) * 100	0.84	0.84
Pe BULK (BASE SATURADA)	:	2.722
Pe APARENTE (BASE SECA)	:	2.762
% DE ABSORCIÓN	:	0.84

Fuente: Elaboración Propia

Agregado Grueso

Tabla N° 21:

Agregado grueso

IDENTIFICACIÓN		N° 9	N° 37
A	Peso Material Saturada Superficialmente Seca (En Aire)	1379.30	1104.60
B	Peso Material Saturada Superficialmente Seca (En Agua)	898.40	720.50
C	Volumen De Masas / Volumen De Vacíos = A - B	480.90	384.10
D	Peso Material Seco En Estufa	1375.00	1100.60
E	Volumen De Masa = C - (A - D)	476.60	380.10
	Pe BULK (BASE SECA) = D / C	2.859	2.865
	Pe BULK (BASE SATURADA) = A / C	2.868	2.876
	Pe APARENTE (BASE SECA) = D / E	2.885	2.896
	% DE ABSORCIÓN = ((A - D) / D) * 100	0.31	0.36
	Pe BULK (BASE SECA)	:	2.863
	Pe BULK (BASE SATURADA)	:	2.872
	Pe APARENTE (BASE SECA)	:	2.890
	% DE ABSORCIÓN	:	0.34

SLUMP (TRABAJABILIDAD)

Tabla N° 22:

Datos del slump

CONCRETO PATRÓN	3"
CONCRETO 5% ADICIÓN	3.5"

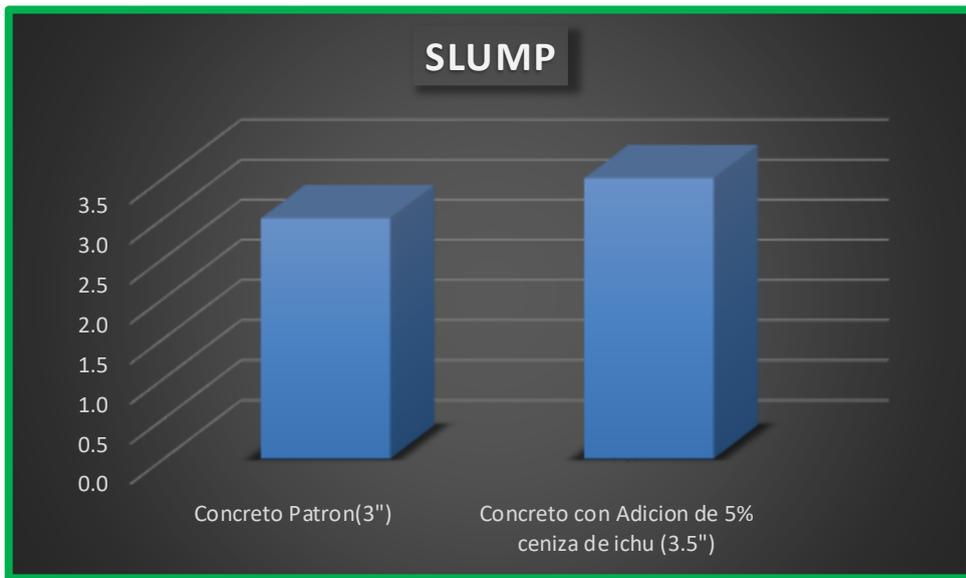


Grafico N°05: Proporción del slump

Fuente: Elaboración Propia

PESO ESPECIFICO DEL NUEVO MATERIAL CEMENTANTE.

Tabla N° 23:

Peso Específico del Nuevo Material Cementante (95% de cemento, 5% de ceniza de ichu)

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	19.10	19.10
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	19.10	19.10
PESO ESPECIFICO		3.351	3.351
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr/cm ³)	3.351	

Fuente: Elaboración Propia

RELACION A/C

Diseño de Mezcla Concreto Patrón.

	UNIVERSIDAD SAN PEDRO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES	
DISEÑO DE MEZCLA	
SOLICITA :	BASILARANDA HEREDIA CRISTIAN
TESIS :	*RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS DE CÓNCRETO AL SUSTITUIR EN UN 5% EL CEMENTO POR CENIZAS DE ICHU (STIPA ICHU)
LUGAR :	CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA :	12/12/2017
ESPECIFICACIONES	
- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI	
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm ² , a los 28 días.	
MATERIALES	
A.- Cemento :	
	- Tipo I "Pacasmayo"
	- Peso especifico 3.12
B.- Agua :	
	- Potable, de la zona.
C.-Agregado Fino :	CANTERA : COISHCO-RUBEN
	- Peso especifico de masa 2.70
	- Peso unitario suelto 1583 kg/m ³
	- Peso unitario compactado 1759 kg/m ³
	- Contenido de humedad 0.36 %
	- Absorción 0.84 %
	- Módulo de fineza 2.67
D.- Agregado grueso	CANTERA : COISHCO-RUBEN
	- Piedra, perfil angular
	- Tamaño Máximo Nominal 1"
	- Peso especifico de masa 2.86
	- Peso unitario suelto 1467 kg/m ³
	- Peso unitario compactado 1576 kg/m ³
	- Contenido de humedad 0.57 %
	Absorción 0.34 %



Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Cel. 990579937
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

www.usanpedro.edu.pe

Grafico N°06: Diseño de Mezcla. Concreto Patrón

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelo USP – Chimbote.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1" , el volumen unitario de agua es de 193 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : $193 / 0.684 = 282.16 \text{ kg/m}^3 = 6.64 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	282.164 kg/m3
Agua efectiva.....	197.280 lts/m3
Agregado fino.....	961.051 kg/m3
Agregado grueso.....	996.569 kg/m3

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{282.16}{282.16} : \frac{961.051}{282.16} : \frac{996.57}{282.16}$$

1 : 3.41 : 3.53 : 29.72 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

1 : 3.22 : 3.60 : 29.72 lts / bolsa



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote

Cel. 990579937

Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

Grafico N°07: Diseño de Mezcla. Concreto Patrón

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelo USP – Chimbote.

DISEÑO DE MEZCLA (5% SUSTITUCION AL CEMENTO)

	UNIVERSIDAD SAN PEDRO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES	
DISEÑO DE MEZCLA (5% SUSTITUCION AL CEMENTO)	
SOLICITA :	BACH: ARANDA HEREDIA CRISTIAN
TESIS :	"RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO AL SUSTITUIR EN UN 5% EL CEMENTO POR CENIZAS DE ICHU (STIPA ICHU)
LUGAR :	CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA :	12/12/2017
ESPECIFICACIONES	
- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI	
- La resistencia en compresión de diseño promedic 210 kg/cm ² , a los 28 días.	
MATERIALES	
A.- Cemento :	
	- Tipo I "Pacasmayo"
	- Peso especifico 3.12
B.- Agua :	
	- Potable, de la zona.
C.- Agregado Fino :	CANTERA : COISHCO-RUBEN
	- Peso especifico de masa 2.70
	- Peso unitario suelto 1583 kg/m ³
	- Peso unitario compactado 1759 kg/m ³
	- Contenido de humedad 0.36 %
	- Absorción 0.84 %
	- Módulo de fineza 2.67
D.- Agregado grueso	CANTERA : COISHCO-RUBEN
	- Piedra, perfil angular
	Tamaño Máximo Nominal 1"
	- Peso especifico de masa 2.86
	- Peso unitario suelto 1467 kg/m ³
	- Peso unitario compactado 1576 kg/m ³
	- Contenido de humedad 0.37 %
	- Absorción 0.34 %
	
www.usanpedro.edu.pe	
Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote Cel. 990579937 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe	

Grafico N°08: Diseño de Mezcla. Concreto Experimental

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelo USP – Chimbote.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1", el volumen unitario de agua es de 193 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684.

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.086
Cenizas de ICHU.....	(m ³)	0.005
Agua efectiva.....	(m ³)	0.193
Agregado fino.....	(m ³)	0.355
Agregado grueso.....	(m ³)	0.347
Aire.....	(m ³)	0.015
		<u>1.000</u> m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	270.06	kg/m ³
Cenizas de ICHU.....	14.11	kg/m ³
Agua efectiva.....	193.00	lts/m ³
Agregado fino.....	957.58	kg/m ³
Agregado grueso.....	992.94	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	270.06	kg/m ³
Cenizas de ICHU.....	14.11	kg/m ³
Agua efectiva.....	199.87	lts/m ³
Agregado fino.....	961.05	kg/m ³
Agregado grueso.....	996.57	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{270.06}{270.06} : \frac{14.108}{270.06} : \frac{961.05}{270.06} : \frac{996.57}{270.06}$$

$$1 : 0.05 : 3.58 : 3.69 \quad 29.72 \text{ lts / bolsa}$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote

Cel. 990579937

Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

Grafico N°09: Diseño de Mezcla. Concreto Experimental

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelo USP - Chimbote.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN EL TERCIO DE LA LUZ ASTM-C-78).

Resistencia a la flexión del concreto a los 7 días

Tabla N° 24:

Resistencia a la flexión del concreto los 7 días

DÍAS DE CURADO	ADICIÓN DE CENIZA	
	0%	5%
-	49.06 Kg/cm ²	52.18 Kg/cm ²
7	48.12 Kg/cm ²	51.39 Kg/cm ²
	48.01 Kg/cm ²	52.09 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Representación gráfica del comparativo del ensayo a la resistencia a flexión a los 7 días, entre el concreto patrón y experimental.



Grafico N°10: Ensayo de rotura a la flexión del concreto a los 7 días

Fuente: Elaboración Propia

Resistencia a la flexión del concreto a los 14 días

Tabla N° 25: Resistencia a la flexión del concreto a los 14 días

DÍAS DE CURADO	ADICIÓN DE CENIZA	
	0%	5% Kg/cm ²
14	56.09 Kg/cm ²	57.72 Kg/cm ²
	56.04 Kg/cm ²	56.81 Kg/cm ²
	54.15 Kg/cm ²	57.2 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Representación gráfica del comparativo del ensayo a la resistencia a flexión a los 14 días, entre el concreto patrón y experimental.

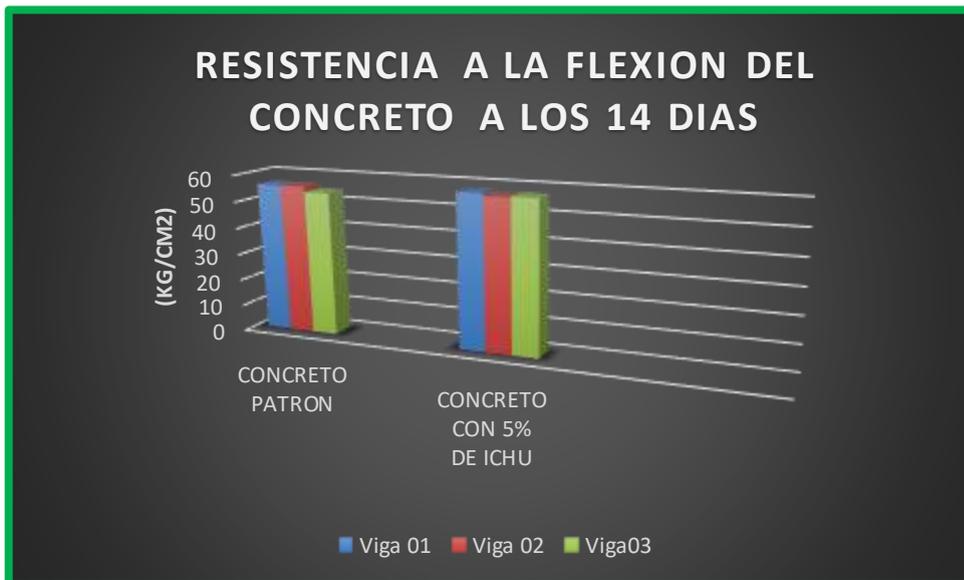


Grafico N°11: Ensayo de rotura a la flexión del concreto a los 14 días

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días:

Tabla N° 26:

Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días.

DÍAS DE CURADO	ADICIÓN DE CENIZA	
	0%	5% Kg/cm ²
28	60.82 Kg/cm ²	62.96 Kg/cm ²
	60.84 Kg/cm ²	61.28 Kg/cm ²
	59.79 Kg/cm ²	61.33 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Representación gráfica del comparativo del ensayo a la resistencia a flexión a los 28 días, entre el concreto patrón y experimental.



Grafico N°12: Ensayos de rotura a la flexión del concreto a los 28 días

Fuente: Elaboración propia

Rotura del concreto a la flexión:

Se realizó una mezcla patrón y mezclas con adición de ceniza de ICHU (5%). Se elaboraron 09 moldes/mezcla, patrón para ensayarlas por resistencia a la flexión a los 7,14 y 28 días de curado. Obteniendo los siguientes resultados.

Rotura de Moldes a la Flexión del Concreto Patrón:

Tabla N° 27:
Concreto patrón

ESPÉCIMEN		FECHA		EDAD	Ancho	Altura	Longitud	Carga	Modulo Rotura
N°	Elemento	Moldeo	Rotura	Días	b(cm)	d(cm)	l(cm)	P(kg)	R(Kg/cm ²)
1	PATRÓN VA- 1	01/11/2017	08/11/2017	7	15.2	15.15	45.1	3770.0	49.06
2	PATRÓN VA- 2	01/11/2017	08/11/2017	7	15.2	15.15	45.1	3690.0	48.12
3	PATRÓN VA- 3	01/11/2017	08/11/2017	7	15.15	15.15	45.1	3710.0	48.01
4	PATRÓN VA- 4	01/11/2017	15/11/2017	14	15.15	15.15	45.1	4200.0	39.39
5	PATRÓN VA- 5	01/11/2017	15/11/2017	14	15.15	15.15	45.1	4330.0	56.04
6	PATRÓN VA- 6	01/11/2017	15/11/2017	14	15.15	15.15	45.1	4184.0	54.15
7	PATRÓN VA- 7	01/11/2017	29/11/2017	28	15.15	15.15	45.1	4700.0	60.82
8	PATRÓN VA- 8	01/11/2017	29/11/2017	28	15.15	15.15	45.1	1660.0	60.31
9	PATRÓN VA- 9	01/11/2017	29/11/2017	28	15.15	15.15	45.1	4620.0	59.79

Fuente: Elaboración Propia

Rotura de Moldes a la Flexión del Concreto Experimental con 5% de Ceniza de Ichu:

Tabla N° 28:

Concreto con 5% de adición de ceniza de Ichu

TESTIGO		FECHA		EDAD	Ancho	Altura	Longitud	Carga	Modulo Rotura
N°	Elemento	Moldeo	Rotura	Dias	b(cm)	d(cm)	l(cm)	P(kg)	R(Kg/cm2)
	EXPERIMENTAL								
1	5% - VA-1	04/11/2017	11/11/2017	7	15.2	15.15	45.1	4010.0	52.18
	EXPERIMENTAL								
2	5% - VA-2	04/11/2017	11/11/2017	7	15.2	15.15	45.1	3940.0	51.39
	EXPERIMENTAL								
3	5% - VA-3	04/11/2017	11/11/2017	7	15.2	15.15	45.1	4025.0	52.09
	EXPERIMENTAL								
4	5% - VA-4	04/11/2017	18/11/2017	14	15.2	15.15	45.1	4480.0	57.72
	EXPERIMENTAL								
5	5% - VA-5	04/11/2017	18/11/2017	14	15.2	15.15	45.1	4390.0	56.81
	EXPERIMENTAL								
6	5% - VA-6	04/11/2017	18/11/2017	14	15.2	15.15	45.1	4420.0	57.2
	EXPERIMENTAL								
7	5% - VA-7	04/11/2017	2/12/2017	28	15.2	15.15	45.1	4865.0	62.96
	EXPERIMENTAL								
8	5% - VA-8	04/11/2017	2/12/2017	28	15.2	15.15	45.1	4720.0	61.2
	EXPERIMENTAL								
9	5% - VA-9	04/11/2017	2/12/2017	28	15.2	15.15	45.1	4739.0	61.33

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°29:

Promedio de la resistencia a flexión del concreto con adición de 0% y 5% de ceniza de Ichu.

DÍAS DE CURADO	0%	5%
7	48.40	51.89
14	49.86	57.24
28	60.31	61.83

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó la prueba de hipótesis (Kruskall Wallis), lo cual arrojó como resultado en la Prueba N° 03 (Ver Anexo: Pruebas Estadísticas), que existe evidencia suficiente para concluir que la sustitución del 5% de cemento por Cenizas de Ichu, mejoraría la resistencia a la flexión en vigas de un concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, con una probabilidad de 0,027.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

ANÁLISIS DE LOS DATOS

De la Figura N°13: Análisis Térmico Gravimétrico, se muestra un importante descenso como consecuencia de su pérdida de masa frente a la temperatura, entre el rango entre 80 y 120°C, esto por causa de eliminación de humedad.

De la Figura N°14, de acuerdo al Análisis Calorimétrico, la curva muestra un (l) pico endotérmico aproximadamente de 120 y una (l) región térmica entre 190 y 220° C. Posteriormente la curva pareciera que experimenta un ligero pico endotérmico a 750°C.

De la Figura N°06. Para Caracterizar la alcalinidad y la composición química de las cenizas de ichu; se realizó el ensayo de laboratorio de Análisis químico el cual, el Espectrómetro de fluorescencia de rayos X por reflexión total marca BRUKER, modelo S2-PICOFOX. Este equipo emplea una técnica de análisis no destructivo permitiendo la medida de una amplia variedad de tipos de muestras (sólidas, polvos, líquidos y films). La espectrometría de fluorescencia de rayos –X consiste en analizar la radiación X característica generada por una muestra al ser esta irradiada con rayos X emitido desde un tubo de rayos X, esta información es única para cada tipo de elemento químico detectado. Al analizar la composición de espectro de la muestra analizada (Ceniza de ichu) con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del Sodio(Na), se encontraron principalmente Aluminio(Al), Silicio(Si), Fósforo(P), Azufre (S), Cloro(Cl), Potasio (K), Calcio(Ca), Titanio(Ti), Cromo(Cr), Manganeso(Mn), Hierro(Fe), Nickel(Ni), Cobre(Cu), Zinc(Zn), Bromo(Br), Rubidio(Rb)Estroncio(Sr) y Plomo(Pb).

De los Gráficos N°06 – 07, se determina la Relación A/C y obtener el diseño del concreto Patron, el cual se realizaron diversos ensayos para poder lograr dicho diseño, dichos ensayos se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP – Chimbote.

De los Gráficos N° 08-09, se determina la Relación A/C y obtener el diseño de Concreto Experimental (adición de 5% de ceniza de ichu); los cuales se tiene en un

5% de Ceniza de Ichu y un 95% de cemento, para poder obtener la Relación A/C se realizaron dichos ensayos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP – Chimbote.

Ensayos de Laboratorio

➤ Granulometría

- Agregado fino:

Para realizar el diseño de mezcla, se consideró el graduado del agregado fino del análisis granulométrico dentro de los límites indicados en la norma NTP400.037.

El módulo de fineza de acuerdo a nuestros cálculos es de 2.67 lo cual cumple en los parámetros establecidos en la norma NTP400.037 que recomienda que el valor asumido este entre 2.35 – 3.15.

- Agregado grueso:

Para realizar el diseño de mezcla, se consideró el graduado del agregado grueso del análisis granulométrico dentro de los límites indicados en la norma NTP400.037 o en la norma ASTM C33.

Observamos en nuestros cálculos que el tamaño máximo es de 1" según la norma NTP 400.037 corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra del agregado grueso.

➤ Asentamiento

El asentamiento esta entre 1" a 4", corresponde a mezclas plásticas. Se efectuó dicho asentamiento siguiendo las recomendaciones de la norma NTP 339.035 o ASTM C143.

➤ Peso unitario

- Agregado fino y grueso:

De acuerdo de la norma NTP 400.017 se realizó el ensayo de peso unitario por el procedimiento de apisonado, dicho procedimiento se realiza de acuerdo al tamaño máximo nominal (1") lo cual nuestro resultado cumple con la selección del procedimiento.

➤ Gravedad específica y absorción de los agregados

- Agregado fino:

Para realizar este ensayo aplicamos las definiciones contenidas en la norma NTP 400.022, a fin de usar estos valores tanto en el cálculo y corrección en el diseño de mezcla como el control de uniformidad de sus características físicas.

Los resultados obtenidos cumplen con la tabla de peso mínimo de la muestra de ensayo puesto que la gravedad específica es de 2.7 en absorción es de 0.84.

- Agregado grueso:

Para realizar este ensayo aplicamos las definiciones contenidas en la norma NTP 400.021, a fin de usar estos valores tanto en el cálculo y corrección en el diseño de mezcla

Los resultados obtenidos en gravedad específica son de 2.8 y en absorción es de 0.34.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO

Para el Análisis de la Resistencia a la Flexión (Método de la Viga Simple Cargada en el Tercio de La Luz- ASTM C-78); se realizó pruebas en dichas vigas a las edades de 7, 14, 28 días.



Grafico N°13: Ensayo de rotura a los 07 días (interpretación)

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico se muestra que en los 7 días de curado la resistencia a flexión del concreto se eleva cuando se adiciona el 5% de ceniza de Ichu debido al alto porcentaje de Silicio 232310.00 ± 11570 y Aluminio 5045.33 ± 290.51 , pero se mantiene en los parámetros del concreto patrón.

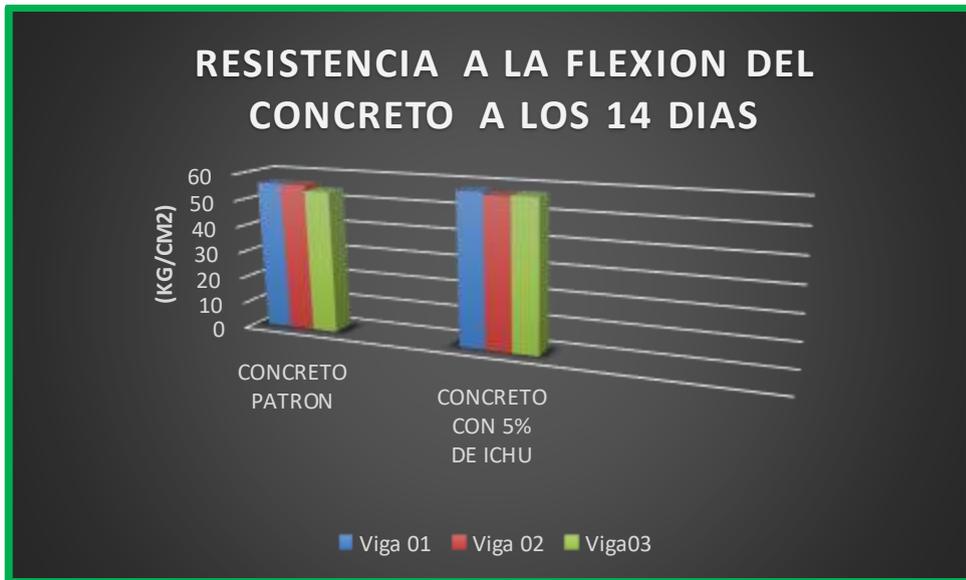


Grafico N°14: Ensayos de rotura a los 14 días (interpretación)

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico se muestra que en los 14 días de curado la resistencia a flexión del concreto se eleva cuando se adiciona el 5% de ceniza de Ichu debido al alto porcentaje de Silicio 232310.00 ± 11570 y Aluminio 5045.33 ± 290.51 , pero se mantiene en los parámetros del concreto patrón.



Grafico N°15: Ensayos de rotura a los 28 días (interpretación)

Fuente: Elaboración Propia

En el grafico se muestra que en los 28 días de curado la resistencia a flexión del concreto se eleva cuando se adiciona el 5% de ceniza de Ichu debido al alto porcentaje de Silicio 232310.00 ± 11570 y Aluminio 5045.33 ± 290.51 , pero se mantiene en los parámetros del concreto patrón.

DISCUSIÓN

Hipótesis general

- Hipótesis de Investigación

La sustitución del 5% de cemento por Cenizas de Ichu, mejoraría la resistencia a la flexión en vigas de un concreto $f_c=210$ kg/cm².

- Hipótesis Estadística

Hipótesis Nula H_0 : La sustitución del 5% de cemento por Cenizas de Ichu, no mejoraría la resistencia a la flexión en vigas de un concreto $f_c=210$ kg/cm².

Hipótesis Alterna H_1 : La sustitución del 5% de cemento por Cenizas de Ichu, mejoraría la resistencia a la flexión en vigas de un concreto $f_c=210$ kg/cm².

Nivel de Significación $\alpha = 0.05$

Función de Prueba

Se realizó por medio de la prueba no paramétrica **U Mann – Whiney** para las muestras patrón y las muestras experimentales (ver tabla 02).

Regla de decisión

Rechazar H_0 cuando la significación observada “ p ” de los coeficientes del modelo logístico es menor que α .

No rechazar H_0 cuando la significación observada “ p ” de los coeficientes del modelo logístico es mayor que α .

Cálculos:

Tabla N°30:

Rangos

Rangos			
	Días	N	Rango promedio
Patrón	A los 7 días	3	2,00
	A los 14 días	3	5,00
	A los 28 días	3	8,00
	Total	9	
Experimental	A los 7 días	3	2,00
	A los 14 días	3	5,00
	A los 28 días	3	8,00
	Total	9	

Fuente: Base de datos

Tabla N°31:

Estadísticos de prueba

Estadísticos de prueba^{a,b}

	Patrón	Experimental
Chi-cuadrado	7,200	7,200
Gl	2	2
Sig. asintótica	,027	,027

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: porcentaje

Fuente: Base de datos

CONCLUSIONES

Se activó térmicamente las cenizas de Ichu a 750° C que es una temperatura óptima debido al cambio de fase producto de ello se producirán óxidos deseados.

La granulometría del agregado fino (Arena Gruesa), y del agregado grueso (Piedra Chancada), de la cantera Coishco- Rubén, si cumple con las especificaciones de la NTP.

La incorporación de Cenizas de Ichu, repercute sobre las propiedades del concreto en estado fresco, el asentamiento de la mezcla aumenta de 3” a 3.5”, igual se encuentran dentro de las tolerancias que se muestra en la NORMA ASTM.

En cuanto a la Resistencia a Flexión o Modulo de Rotura (M_r), se aprecia claramente el aumento de este valor con la ceniza de ichu presente en la mezcla de concreto. Se concluye entonces que la adición de ceniza de ichu es un factor ~~clave~~ en el aumento de la resistencia a flexión del concreto.

La resistencia a flexión del concreto patrón a las edades de 7, 14 y 28 días se encuentran dentro de los parámetros establecidos, a los 7 días (70% - 75%), a los 14 días (80% - 85%) y a los 28 días (100%).

La composición química de la ceniza de Ichu calcinado a 750°C por 2 horas contiene alto porcentaje de Silicio 232310.00 ± 11570 y Aluminio 5045.33 ± 290.51 , lo cual es favorable para el mejoramiento de la resistencia del concreto.

El concreto con adición de 5% de ceniza de Ichu a la edad de 7 días aumenta su resistencia en un 51.89 %, a la edad de 14 días aumenta su resistencia en un 57.24% y a la edad de 28 días aumentan su resistencia en un 61.83%.

Hay que tener en cuenta que la debilidad del concreto es a la Flexion, por tal motivo, aunque nuestro diseño se una $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, no cumplirá con esos parámetros.

Los datos de M_r , se evaluó estadísticamente por medio de la prueba no paramétrica **U Mann – Whiney** para las muestras patrón y las muestras experimentales (ver anexo 02 – prueba 03), el cual reafirma que hay evidencia suficiente para concluir que la sustitución del 5% de cemento por Cenizas de Ichu, mejoraría la resistencia a la

flexión en vigas de un concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$, con una probabilidad de 0,027. Por lo tanto, se acepta la hipótesis general de investigación.

RECOMENDACIONES

Complementar el estudio con información de otras experiencias de concreto con adición de ceniza de Ichu, en lo referente a pruebas en obra y ventajas económicas.

Se recomienda utilizar la ceniza de Ichu como un aditivo para el mejoramiento de la resistencia del concreto.

Se recomienda calcinar la ceniza de Ichu a un aproximado de 600°C a 750°C por dos horas como máximo, debido a que la ceniza se evapora a un 75%.

Se recomienda tener cuidado al realizar el pre quemado, el molido y tamizado de la ceniza de Ichu puesto que contiene partículas muy finas y se debe usar el equipo adecuado para dicho trabajo.

Para el proceso de mezclado, se recomienda tener una mezcla homogénea entre el cemento y las cenizas de Ichu, además no añadir nunca como primer componente en la mezcladora, sino introducirlas junto con los agregados o se puede añadir al final de todos los componentes.

En el proceso del vaciado se debe tener el control de la cantidad de cenizas de Ichu que será introducido en la mezcla ya que se debe respetar la dosificación establecida para una mejor trabajabilidad del concreto y llegar a las condiciones solicitadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS BIBLIOGRAFÍA CITADA

Abarca R. & Baltazar, L. (2016), Resistencia del Concreto $f'c$ 210 Kg/cm² con adición de Ceniza de Ichu. (Tesis de pre grado). Universidad Privada San Pedro, Huaraz.

Freites, Osuna, Rodríguez, Romero, Salazar, (2013 aseguran que el Estudio de la Resistencia a Compresión en Mezclas de Concreto, Sustituyendo el 10% en Peso de Cemento por Cenizas de las Hojas Secas de la Palma Chaguaramo (Roystonea Oleracea), como material Puzolánico. (Freites et al.,2013).

Guerra M. & Quispe, N. (2015). Resistencia de un concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ con ceniza de hoja de eucalipto. (Tesis de pre grado). Universidad Privada San Pedro, Chimbote.

Mattey P. E., Robayo, R. A., Díaz, J. E., Delvasto, S., & Monzon, J. (2015). Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales. La Revista Latinoamericana de Metalurgia y Minerales, 285-294.

Ríos G. E. (2011). Empleo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (cbca) como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración de concreto hidráulico. (Tesis de pre grado). Universidad Veracruzana, Región Xalapa – México.

Torre A. (2004). Tecnología del Concreto. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima – Perú.

Zúñiga L. (2015). Resistencia a la compresión y tracción de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ adicionado ceniza de pluma de pollo. (Tesis de Pre grado). USP, Chimbote – Perú.

FUENTES ELECTRÓNICAS

Arquitectura, Construcción & Diseño (14 de Julio del 2014). Recuperado de <https://joelrequejo.wordpress.com/2014/07/14/vigas/>

REVISTAS / FOLLETOS

NORMA TÉCNICA PERUANA 400.012 (2001). Comité Técnico de Normalización de Agregados. Análisis Granulométrico del agregado fino, grueso y global.

NORMA TÉCNICA PERUANA 400.017 (1999). Comité Técnico de Normalización de Agregados. Método de ensayo para determinar el peso.

NORMA TÉCNICA PERUANA 400.022 (2002) Comité Técnico de Normalización de Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.

AGRADECIMIENTOS

Mi especial agradecimiento a mi Alma Mater, la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad San Pedro, que permitió mi formación como Ingeniero Civil.

Agradezco a los señores docentes de mi facultad, que volcaron sus conocimientos y experiencias que me servirán en mi desempeño profesional, así como también las orientaciones y consejos recibidos por parte de ellos; especialmente a mi asesor Ing. Gumersindo Flores Reyes.

Finalmente, a mis Padres porque son mis líderes y gran ejemplo, que con tanta expectativa esperan de mí una persona de bien, un profesional diferente con criterio y ética en todos los aspectos de mi vida.

ANEXOS

ANEXO N° 01: ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO N° 01

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES



ANALISIS DE LABORATORIO

SOLICITADO POR : CRISTIAN ARTURO ARANDA HEREDIA
ASUNTO : Calcinación
PROCEDENCIA : ANCASH-HUARAZ
FECHA DE RECEPCION : 26/07/2017
FECHA DE ENTREGA : 26/07/2017

Descripción	Proceso	Temperatura (C°)	Tiempo (horas)	Peso inicial (Kg)	Peso final (Kg)
Ceniza de Ichu	Calcinación	750	2	3.40	2.042

Trujillo, 26 de julio de 2017




Ing. Juan Vega González
Jefe de Laboratorio
CIP/79515

Ciudad Universitaria Av. Juan Pablo II S/N Urb. San Andrés Telf. 208295



Trujillo, 16 de Enero del 2017

INFORME N° 33 - ENE 17

Solicitante: Cristian Aranda Heredia-Universidad San Pedro-Chimbote

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Ceniza (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CCA-16E	12.4 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 – 800 °C.
- Masa de muestra analizada: 12.4 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

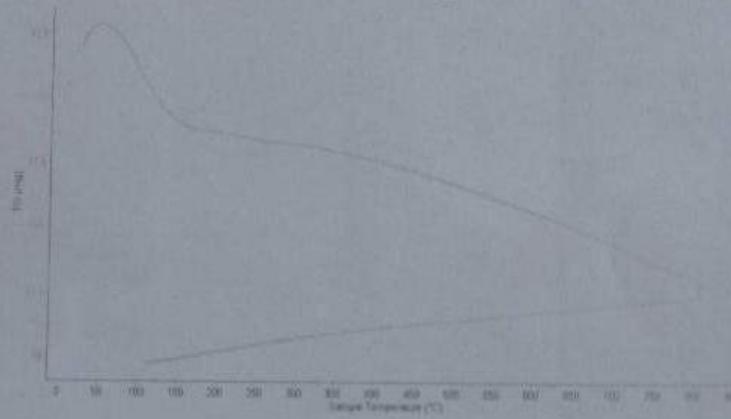


Trujillo, 16 de Enero del 2017

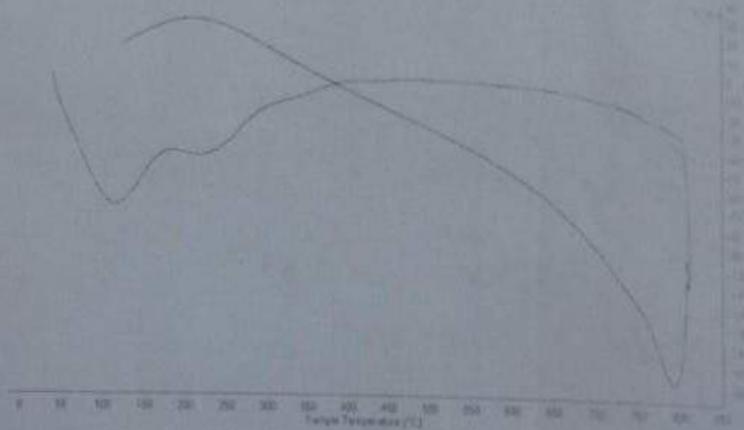
INFORME N° 33 - ENE 17

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica DSC





Trujillo, 16 de Enero del 2017

INFORME N° 33 - ENE 17

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra un importante descenso como consecuencia de su pérdida de masa frente a la temperatura, en el rango entre 80 y 120°C esto por causa de eliminación de humedad. Posteriormente el descenso es gradual hasta llegar a perder un total de 15% de su masa inicial en el rango de temperatura estudiado.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un (1) pico endotérmico a aproximadamente a 120 y una (1) región térmica entre 190 y 220°C. Posteriormente la curva pareciera que experimenta un ligero pico endotérmico a 750°C lo que indicaría un posible cambio de fase y cambio en las propiedades de la ceniza (para esto cerciorarse con análisis complementarios sobre el material analizado).

Trujillo, 16 de enero del 2017



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

ENSAYO N° 02



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chaletéir)

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

SOLICITA : BACH. ARANDA HEREDIA CRISTIAN
TESIS : *RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO AL SUSTITUIR EN UN 5% EL CEMENTO POR
CENIZAS DE ICHU (STIPA ICHU)
MATERIAL : 95% DE CEMENTO 5% CENIZAS DE ICHU
FECHA : 05/06/2018

PRUEBA N°	01	02
FRASCO N°		
LECTURA INICIAL (ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL (ml)	19.10	19.10
PESO DE MUESTRA (gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO (ml)	19.10	19.10
PESO ESPECIFICO	3.351	3.351
PESO ESPECIFICO PROMEDIO (gr / cm ³)	3.351	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote

Cel. 990579937

Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chaleteir)

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

SOLICITA : BACH. ARANDA HEREDIA CRISTIAN
TESIS : *RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO AL SUSTITUIR EN UN 5% EL CEMENTO POR
GENIZAS DE ICHU (STIPA ICHU)
MATERIAL : 100% GENIZAS DE ICHU
FECHA : 05/06/2018

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	23.80	23.80
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	23.80	23.80
PESO ESPECIFICO		2.689	2.689
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm ³)	2.689	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Cel. 990579937
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : DASHI ARANDA HEREDIA CRISTIAN
 TESIS : *RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO AL SUSTITUIR EN UN 5% EL CEMENTO POR
 CENIZAS DE ICHU (STIPA ICHU)
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 12/12/2017

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino : **CANTERA : COISHCO-RUBEN**

- Peso específico de masa 2.70
- Peso unitario suelto 1583 kg/m³
- Peso unitario compactado 1759 kg/m³
- Contenido de humedad 0.36 %
- Absorción 0.84 %
- Módulo de fineza 2.67

D.- Agregado grueso **CANTERA : COISHCO-RUBEN**

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso específico de masa 2.86
- Peso unitario suelto 1467 kg/m³
- Peso unitario compactado 1576 kg/m³
- Contenido de humedad 0.37 %
- Absorción 0.34 %





UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1" , el volumen unitario de agua es de 193 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : $193 / 0.684 = 282.16 \text{ kg/m}^3 = 6.64 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	282.164 kg/m ³
Agua efectiva.....	197.280 lts/m ³
Agregado fino.....	961.051 kg/m ³
Agregado grueso.....	996.569 kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{282.16}{282.16} : \frac{961.051}{282.16} : \frac{996.57}{282.16}$$

$$1 : 3.41 : 3.53 : 29.72 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 3.22 : 3.60 : 29.72 \text{ lts / bolsa}$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA (5% SUSTITUCION AL CEMENTO)

SOLICITA : BACH: ARANDA HEREDIA CRISTIAN
TESIS : "RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO AL SUSTITUIR EN UN 5% EL CEMENTO POR
CENIZAS DE ICHU (STIPA ICHU)
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 12/12/2017

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedic 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino : CANTERA : COISHCO-RUBEN

- Peso específico de masa 2.70
- Peso unitario suelto 1583 kg/m³
- Peso unitario compactado 1759 kg/m³
- Contenido de humedad 0.36 %
- Absorción 0.84 %
- Módulo de fineza 2.67

D.- Agregado grueso CANTERA : COISHCO-RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso específico de masa 2.86
- Peso unitario suelto 1467 kg/m³
- Peso unitario compactado 1576 kg/m³
- Contenido de humedad 0.37 %
- Absorción 0.34 %





UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1" , el volumen unitario de agua es de 193 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.086
Cenizas de ICHU.....	(m ³)	0.005
Agua efectiva.....	(m ³)	0.193
Agregado fino.....	(m ³)	0.355
Agregado grueso.....	(m ³)	0.347
Aire.....	(m ³)	0.015
		<u>1.000</u> m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	270.06	kg/m ³
Cenizas de ICHU.....	14.11	kg/m ³
Agua efectiva.....	193.00	lts/m ³
Agregado fino.....	957.56	kg/m ³
Agregado grueso.....	992.94	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	270.06	kg/m ³
Cenizas de ICHU.....	14.11	kg/m ³
Agua efectiva.....	199.87	lts/m ³
Agregado fino.....	961.05	kg/m ³
Agregado grueso.....	996.57	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{270.06}{270.06} : \frac{14.108}{270.06} : \frac{961.05}{270.06} : \frac{996.57}{270.06}$$

$$1 : 0.05 : 3.56 : 3.69 \quad 20.72 \text{ lts / bolsa}$$



www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B sin - Chimbo
Cel. 990579937

Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

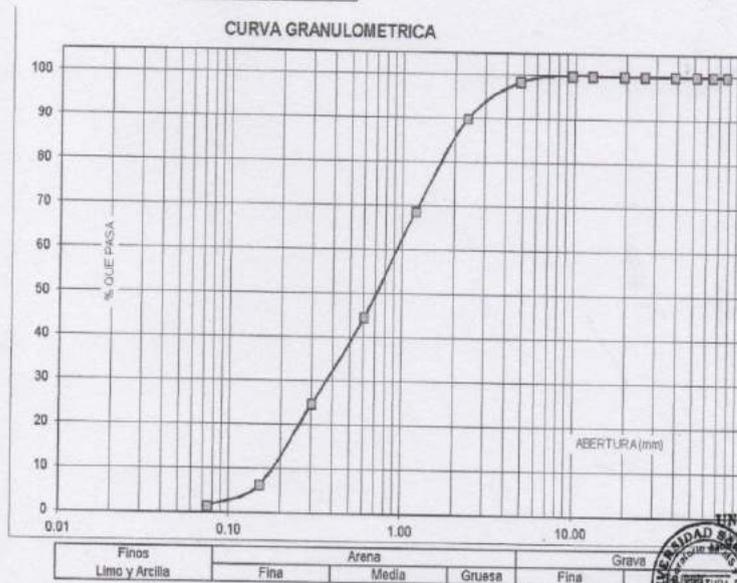
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO (ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH: ARANDA HEREDIA CRISTIAN
 TESIS : RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO AL SUSTITUIR EN UN 5% EL CEMENTO POR
 CENIZAS DE ICHU (STIPA ICHU)
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : COISHCO-RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 12/12/2017

TAMIZ	Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
Nº	Abert (mm)	(nr)	(%)	(nr)
3"	76.20	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	100.0
Nº 4	4.76	10.0	1.4	98.6
Nº 8	2.36	60.0	8.5	90.1
Nº 16	1.18	160.0	21.3	68.8
Nº 30	0.60	170.0	24.1	44.7
Nº 50	0.30	140.0	19.9	24.8
Nº 100	0.15	130.0	18.4	5.4
Nº 200	0.075	34.0	5.0	1.4
PLATO	ASTM C-117-04	10	1.4	0.0
TOTAL		705.0	100.0	

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.67

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Jorge Montañez Reyes
 JEFE



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

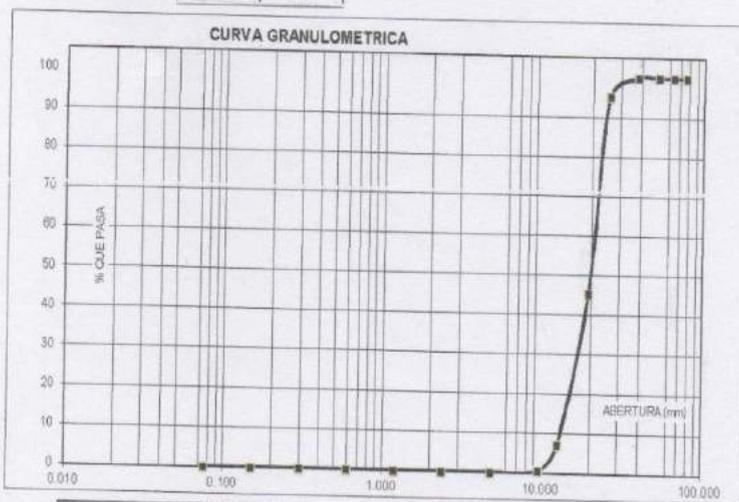
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO (ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH. ARANDA HEREDIA CRISTIAN
 TESIS : RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO AL SUSTITUIR EN UN 5% EL CEMENTO POR
 CENIZAS DE ICHU (STIPA ICHU)
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : COISHCO-RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 12/12/2017

TAMIZ	Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumulo	% Que pasa
N°	POSO (GRAMOS)	(%)	(%)	(%)
3"	76 200	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63 500	0.0	0.0	100.0
2"	50 800	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38 100	0.0	0.0	100.0
1"	25 400	125.0	4.9	95.1
3/4"	19 100	1270.0	49.7	54.6
1/2"	12 500	990.0	38.4	61.6
3/8"	9 520	165.0	6.5	93.5
N° 4	4 780	15.0	0.6	99.4
N° 5	2 360	0.0	0.0	100.0
N° 10	1 180	0.0	0.0	100.0
N° 20	0 600	0.0	0.0	100.0
N° 40	0 300	0.0	0.0	100.0
N° 60	0 150	0.0	0.0	100.0
N° 100	0 075	0.0	0.0	100.0
PLATO	ASTM C-117-94	0	0.0	100.0
TOTAL		2555.0	100.0	

PROPIEDADES FISICAS	
Tamaño Máximo Nominal	1"
Huso	N° 5
	Ref. (ASTM C-33)

USOS Y VALORES
 La Muestra tomada identificada por el solicitante.



Fino	Arena			Grava
	Fina	Medio	Gruesa	
Limo y Arcilla				Fina

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

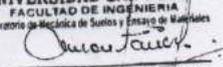
SOLICITA : BACH: ARANDA HEREDIA CRISTIAN
 TESIS : *RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO AL SUSTITUIR EN UN 5% EL CEMENTO POR
 CENIZAS DE ICHU (STIPA ICHU)
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : COISHCO-RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 12/12/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7750	7770	7745
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4424	4444	4419
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1587	1594	1585
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1589		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1583		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8260	8225	8260
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4934	4899	4934
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1770	1757	1770
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1766		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1759		

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

 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SÓLICITA : BACH. ARANDA HEREDIA CRISTIAN
 TESIS : RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO AL SUSTITUIR EN UN 5% EL CEMENTO POR CENIZAS DE ICHU (STIPA ICHU)
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : COISHCO-RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 12/12/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	18825	18900	18950
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	13705	13780	13830
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1465	1473	1479
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1472		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1467		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	19940	20010	19900
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14820	14890	14780
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1584	1592	1569
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1582		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1578		





**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

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

SOLICITA : BACH. ARANDA HEREDIA CRISTIAN
 TESIS : "RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO AL SUSTITUIR EN UN 5% EL CEMENTO POR
 CENIZAS DE ICHU (STIPA ICHU)
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : COISHCO-RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 12/12/2017

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1379.30	1104.60
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	898.40	720.50
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A-B)	480.90	384.10
D	Peso de material seco en estufa	1375.00	1100.00
E	Volumen de masa (C-(A-D))	476.60	380.10
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.859	2.865
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.868	2.876
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.885	2.896
F	Absorción (%) ((D-A)/A)x100	0.31	0.36

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.862
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.872
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.890
 Absorción (%) : 0.34


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

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

SOLICITA : BACH: ARANDA HEREDIA CRISTIAN
 TESIS : "RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO AL SUSTITUIR EN UN 5% EL CEMENTO POR
 CENIZAS DE ICHU (STIPA ICHU)
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : COISHCO-RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 12/12/2017

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr.	686.10	686.10
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm ³	986.10	986.10
D	Peso de picnometro + agua + material	gr.	875.90	875.90
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm ³	110.20	110.20
F	Peso de material seco en estufa	gr.	297.50	297.50
G	Volumen de masa (E-(A-F))		107.70	107.70
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.700	2.700
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.722	2.722
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.762	2.762
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100		0.84	0.84

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.700
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.722
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.762
 Absorción (%) : 0.84



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : RACH ARANDA HEREDIA CRISTIAN
TESIS : *RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO AL SUSTITUIR EN UN 5% EL CEMENTO POR
CENIZAS DE ICHU (STIPA ICHU)
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : COISHCO-RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 12/12/2017

PRUEBA Nº	01	02
TARA Nº		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1365	1403.6
TARA + SUELO SECO (gr)	1360	1400
PESO DEL AGUA (gr)	5	3.6
PESO DE LA TARA (gr)	201.5	201
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1158.5	1199
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.43	0.30
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.37	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH: ARANDA HEREDIA CRISTIAN
TESIS : "RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO AL SUSTITUIR EN UN 5% EL CEMENTO POR
CENIZAS DE ICHU (STIPA ICHU)
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : COISHCO-RUBEN
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 12/12/2017

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	730	1125
TARA + SUELO SECO (gr)	727.5	1121.9
PESO DEL AGUA (gr)	2.5	3.1
PESO DE LA TARA (gr)	88.7	203.6
PESO DEL SUELO SECO (gr)	638.8	918.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.39	0.34
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.36	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN EL TERCIO DE LA LUZ (ASTM C-78, MTC E-709-2000)

SOLICITA : BACH: ARANDA HEREDIA CRISTIAN
TESIS : RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO AL SUSTITUIR EN UN 5% EL CEMENTO POR CENIZAS DE ICHU (STIPA ICHU)
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 12/12/2017

- R = Módulo de rotura
P = Máxima carga aplicada indicada por la maquina de ensayo
L = Longitud libre de apoyos
b = Ancho promedio de viga
d = Altura promedio de viga

$$R = PL/bd^2$$

Dentro del tercio medio de la luz libre

N°	ESPECIMEN ELEMENTO	FECHA			Ancho b(cm)	Altura d(cm)	Longitud L(cm)	Carga P(kg)	Módulo Rotura R(kg/cm²)
		MOLDEO	ROTURA	EDAD					
01	PATRON VA-1	1/11/2017	8/11/2017	7	15.2	15.1	45.1	3770.0	48.06
02	PATRON VA-2	1/11/2017	8/11/2017	7	15.2	15.1	45.2	3690.0	48.12
03	PATRON VA-3	1/11/2017	8/11/2017	7	15.15	15.15	45	3710.0	48.01
04	PATRON VA-4	1/11/2017	10/11/2017	14	15.15	15.15	45	4200.0	56.39
05	PATRON VA-5	1/11/2017	15/11/2017	14	15.15	15.15	45	4330.0	56.04
06	PATRON VA-6	1/11/2017	15/11/2017	14	15.15	15.15	45	4184.0	54.15
07	PATRON VA-7	1/11/2017	29/11/2017	28	15.15	15.15	45	4700.0	60.82
08	PATRON VA-8	1/11/2017	29/11/2017	28	15.15	15.15	45	4660.0	60.21
09	PATRON VA-9	1/11/2017	29/11/2017	28	15.15	15.15	45	4620.0	59.79



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO-EXPERIMENTAL 5%
MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN EL TERCIO DE LA LUZ
(ASTM C-78, MTC E-709-2000)**

SOLICITA : BACH: ARANDA HEREDIA CRISTIAN
 TESIS : 'RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO AL SUSTITUIR EN UN 5% EL CEMENTO POR
 CENIZAS DE ICHU (STIPA ICHU)
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 12/12/2017

- R = Módulo de rotura
- P = Máxima carga aplicada indicada por la maquina de ensayo
- L = Longitud libre de apoyos
- b = Ancho promedio de viga
- d = Altura promedio de viga

$R = PL/bd^2$

Dentro del tercio medio de la luz libre

N°	ESPECIMEN ELEMENTO	FECHA			Ancho b(cm)	Altura d(cm)	Longitud L(cm)	Carga P(kg)	Módulo Rotura R(kg/cm ²)
		MOLDEO	ROTURA	EDAD					
01	EXPERIMENTAL 5%-VA-1	4/11/2017	11/11/2017	7	15.2	15.1	45.1	4010.0	52.18
02	EXPERIMENTAL 5%-VA-2	4/11/2017	11/11/2017	7	15.2	15.1	45.2	3940.0	51.39
03	EXPERIMENTAL 5%-VA-3	4/11/2017	11/11/2017	7	15.15	15.15	45	4025.0	52.09
04	EXPERIMENTAL 5%-VA-4	4/11/2017	10/11/2017	14	15.15	15.15	45	4100.0	57.72
05	EXPERIMENTAL 5%-VA-5	4/11/2017	18/11/2017	14	15.15	15.15	45	4390.0	56.81
06	EXPERIMENTAL 5%-VA-6	4/11/2017	18/11/2017	14	15.15	15.15	45	4420.0	57.20
07	EXPERIMENTAL 5%-VA-7	4/11/2017	2/12/2017	28	15.15	15.15	45	4865.0	62.96
08	EXPERIMENTAL 5%-VA-8	4/11/2017	2/12/2017	28	15.15	15.15	45	4700.0	61.20
09	EXPERIMENTAL 5%-VA-9	4/11/2017	2/12/2017	28	15.15	15.15	45	4739.0	61.33



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

ENSAYO N° 03



CENTRO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS, BIOMÉDICAS Y MEDIOAMBIENTALES

REPORTE DE MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE UNA MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Informe N.° 002-LASS-CITBM-18

Fecha: 4 de junio de 2018

Solicitante: Sr. Cristian Aranda / **e-mail:** cristian_15_19@hotmail.com

Institución: Universidad Privada San Pedro

CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES:

Condiciones de la medición:

El análisis se realizó en un Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X por Reflexión Total marca **BRUKER**, modelo **S2-PICOFOX**.

Fuente de rayos X: Tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

Estándar internacional para cuantificación:

Elemento: Galio (Ga)

Concentración: 1g/l.

Características de la muestra analizada:

Se analizó 25 mg de la muestra sólida antes mencionada. Además se realizó tres medidas por muestra.

ANÁLISIS DEL ESPECTRO DE LA MUESTRA:

MUESTRA 1: CENIZA DE ICHU

El espectro correspondiente a la muestra analizada, se observa en la Figura 1.

Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada (véase la Figura 1) con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del Sodio (Na), se encontraron principalmente *Aluminio (Al)*, *Silicio (Si)*, *Fósforo (P)*, *Azufre (S)*, *Cloro (Cl)*, *Potasio (K)*, *Calcio (Ca)*, *Titanio (Ti)*, *Cromo (Cr)*, *Manganeso (Mn)*, *Hierro (Fe)*, *Nickel (Ni)*, *Cobre (Cu)*, *Zinc (Zn)*, *Bromo (Br)*, *Rubidio (Rb)*, *Estroncio (Sr)* y *Plomo (Pb)* (véase Figura 2). Los porcentajes de los elementos presentes en la muestra se muestran en la Tabla 1.



CENTRO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS, BIOMÉDICAS Y MEDIOAMBIENTALES

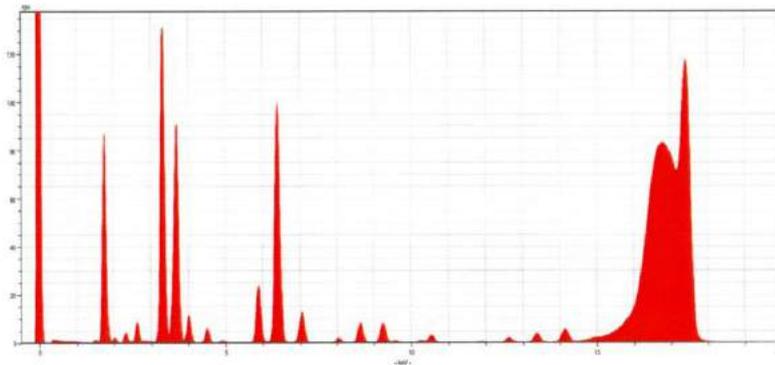


Figura 1. Espectro de la muestra codificada analizada.

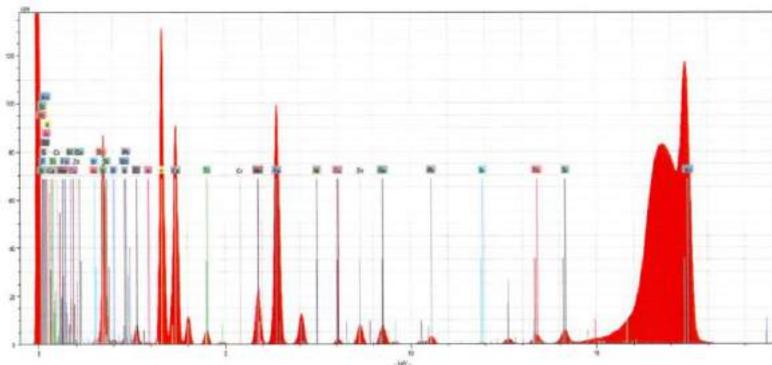


Figura 2. Espectro de la muestra analizada con los correspondientes elementos detectados.

Ca. José Santos Chocano Nro. 199. Urb. San Joaquín, Bellavista, Callao. Perú
Teléfonos: (51-1) 4525259 / (51-1) 6197000 anexo 4407
www.citbm.pe



CENTRO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS, BIOMÉDICAS Y MEDIOAMBIENTALES

Tabla 1. Elementos presentes en la muestra en mg/kg con sus correspondientes valores de incertidumbre.

Muestra		Ceniza de Ichu	
Elementos	Concentración (mg/kg)	Elementos	Concentración (mg/kg)
<i>Aluminio</i> (Al)	5045.33 ± 290.51	<i>Manganeso</i> (Mn)	1346.87 ± 7.14
<i>Silicio</i> (Si)	232310.00 ± 11570.21	<i>Hierro</i> (Fe)	4653.20 ± 81.58
<i>Fósforo</i> (P)	2842.00 ± 46.57	<i>Nickel</i> (Ni)	2.35 ± 0.14
<i>Azufre</i> (S)	3370.33 ± 523.33	<i>Cobre</i> (Cu)	64.31 ± 0.36
<i>Cloro</i> (Cl)	4478.00 ± 294.94	<i>Zinc</i> (Zn)	213.08 ± 10.37
<i>Potasio</i> (K)	32124.67 ± 877.32	<i>Bromo</i> (Br)	9.21 ± 0.87
<i>Calcio</i> (Ca)	14606.33 ± 105.72	<i>Rubidio</i> (Rb)	63.51 ± 0.85
<i>Titanio</i> (Ti)	580.53 ± 77.72	<i>Estroncio</i> (Sr)	91.80 ± 3.39
<i>Cromo</i> (Cr)	7.40 ± 1.32	<i>Plomo</i> (Pb)	62.99 ± 0.08

ANEXO N° 02: PRUEBAS ESTADISTICAS

PRUEBA N° 01

Pruebas de normalidad							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Días	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Patrón	A los 7 días	,191	3	.	,997	3	,900
	A los 14 días	,248	3	.	,969	3	,659
	A los 28 días	,175	3	.	1,000	3	,989
Experimental	A los 7 días	,348	3	.	,834	3	,199
	A los 14 días	,177	3	.	1,000	3	,971
	A los 28 días	,362	3	.	,805	3	,127
a. Corrección de significación de Lilliefors							

PRUEBA N° 02

Rangos			
	Días	N	Rango promedio
Patrón	A los 7 días	3	2,00
	A los 14 días	3	5,00
	A los 28 días	3	8,00
	Total	9	

Experimental	A los 7 días	3	2,00
	A los 14 días	3	5,00
	A los 28 días	3	8,00
	Total	9	

PRUEBA N°03

Estadísticos de prueba ^{ab}		
	Patrón	Experimental
Chi-cuadrado	7,200	7,200
gl	2	2
Sig. asintótica	,027	,027
a. Prueba de Kruskal Wallis		
b. Variable de agrupación: porcentaje		

PRUEBA N°04

Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de prueba	Estándar Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajust.
A los 7 días-A los 14 días	-3,000	2,236	-1,342	,180	,539
A los 14 días-A los 28 días	-3,000	2,236	-1,342	,180	,539
A los 7 días-A los 28 días	-6,000	2,236	-2,683	,007	,022

Cada fila prueba la hipótesis nula hipótesis nula de que las distribuciones de la muestra 1 y la muestra 2 son iguales.
Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significancia es ,05.

ANEXO N° 03: PANEL FOTOGRAFICO RECOLECCION DE LA PAJA

ICHU – DE LA LAGUNA QUEROCOCHA





SECADO DEL ICHU



PRE QUEMADO



PASAMOS POR EL MOLINO DE MANO TAMIZAMOS POR LA MALLA 200



CALCINAMOS LA CENIZA A 750°C POR 2 HORAS



SE INICIO CUARTENADO EL MATERIAL



TAMIZADO DEL MATERIAL



PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO DEL AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO





CONTENIDO DE HUMEDAD





PRUEBA DE ABSORCION



ELABORACION DE MOLDES DE VIGAS DE CONCRETO PATRON

Ser realizo con el pesado correspondiente de los materiales tal y como indica el diseño de mezcla.



Introducir los materiales al trompito de concreto













RESISTENCIA A LA FLEXION





