

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



**Resistencia de concreto con sustitución del cemento en 5%,  
7.5% y 10% por la combinación de ceniza de ichu y cascara  
de huevo**

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

**Autor:**

Vidal Tarazona, Percy Edinson

**Asesor:**

Cerna Chavez, Rigoberto

Huaraz - Perú

2019

## PALABRAS CLAVE

---

<b>Tema</b>	Resistencia a compresión, ceniza, ichu, cáscara de huevo
<b>Especialidad</b>	Tecnología del concreto

---

## KEY WORDS

---

<b>Theme</b>	Strength compression, ichu ash, egg shell
<b>Specialty</b>	Concrete technology

---

## LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

---

<b>Programa</b>	Ingeniería civil
<b>Línea de investigación</b>	Construcción y gestión de la Construcción
<b>OCDE</b>	2. Ingeniería y tecnología 2.1 Ingeniería civil
<b>Sub líneas o campos de la investigación</b>	Material de la construcción Tecnología de la Construcción y Procesos Constructivos

---

**Resistencia de concreto con sustitución del cemento en 5%,  
7.5% y 10% por la combinación de ceniza de ichu y cáscara  
de huevo**

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la resistencia a compresión para un concreto  $f'c = 210 \text{Kg/cm}^2$  cuando se sustituye el cemento en 5%, 7.5% y 10% por la combinación de ceniza de ichu y ceniza de cáscara de huevo. El tipo de investigación fue aplicada y explicativa, tuvo un enfoque cuantitativo y de diseño experimental. Para lo cual se contó con una población de 36 probetas, con las características siguientes: 27 probetas de concreto por sustitución del cemento por la combinación de ceniza de ichu y cáscara de huevo para las siguientes proporciones: 5%, 7.5% y 10%, 9 probetas de concreto para cada porcentaje de sustitución.

La máxima resistencia obtenida fue con la sustitución del cemento en 7.5% por la combinación de cenizas en porcentajes de (2%CI + 5.5%CCH); a los 7 días la resistencia obtenida fue  $173.67 \text{Kg/cm}^2$ , a los 14 días la resistencia obtenida fue  $218.97 \text{Kg/cm}^2$  y a los 28 días se obtuvo la resistencia máxima de  $224.87 \text{Kg/cm}^2$  mejorando la resistencia en un 107.10%. La resistencia mínima a los 28 días fue  $217.97 \text{Kg/cm}^2$ , se dio con la sustitución del cemento por la combinación de cenizas en 5% (1.5%CI + 3.5%CCH). Los datos fueron procesados con los programas Excel y SPSS. El análisis se realizó con tablas, gráficos, porcentajes, promedios, y una prueba de hipótesis ANOVA.

## ABSTRACT

The objective of this investigation was to determine the compressive strength for a concrete  $f'_c = 210\text{Kg} / \text{cm}^2$  when the cement is replaced in 5%, 7.5% and 10% by the combination of ichu ash and eggshell ash. The type of research was applied and explanatory, had a quantitative approach and experimental design. For which there was a population of 36 specimens, with the following characteristics: 27 concrete specimens for cement replacement by the combination of ichu ash and eggshell for the following proportions: 5%, 7.5% and 10%, 9 concrete specimens for each replacement percentage.

The maximum resistance obtained was with the replacement of cement in 7.5% by the combination of ashes in percentages of (2% CI + 5.5% CCH); at 7 days the resistance obtained was  $173.67 \text{ kg} / \text{cm}^2$ , at 14 days the resistance obtained was  $218.97 \text{ kg} / \text{cm}^2$  and at 28 days the maximum resistance of  $224.87 \text{ kg} / \text{cm}^2$  was obtained, improving the resistance by 107.10%. The minimum resistance at 28 days was  $217.97\text{Kg} / \text{cm}^2$ , the cement was replaced by the combination of ashes in 5% (1.5% CI + 3.5% CCH). The data was processed with the Excel and SPSS programs. The analysis was performed with tables, graphs, percentages, averages, and an ANOVA hypothesis test.

## ÍNDICE GENERAL

### Contenido:

Palabras Clave – Key Words – Líneas de Investigación .....	i
Título.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice .....	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGIA DE TRABAJO .....	21
III. RESULTADOS.....	23
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	54
V. CONCLUSIONES.....	58
VI. RECOMENDACIONES .....	59
VII. AGRADECIMIENTOS .....	60
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
IX. ANEXOS .....	64

## Índice de Tablas

Tabla N° 1: Composición Nutricional del Polvo de Cáscara de Huevo .....	10
Tabla N° 2: Ceniza de Cáscara de Huevo .....	10
Tabla N° 3: Variable Dependiente.....	19
Tabla N° 4: Variable Independiente .....	19
Tabla N° 5: Técnicas e Instrumentos de Investigación.....	21
Tabla N° 6: Diseño en Bloque Completo al Azar.....	22
Tabla N° 7: Granulometría del Agregado Fino .....	23
Tabla N° 8: Peso Unitario Suelto del Agregado Fino.....	24
Tabla N° 9: Peso Unitario Compactado del Agregado Fino.....	24
Tabla N° 10: Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Fino .....	25
Tabla N° 11: Contenido de Humedad del Agregado Fino.....	25
Tabla N° 12: Granulometría del Agregado Grueso .....	26
Tabla N° 13: Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso .....	27
Tabla N° 14: Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso .....	27
Tabla N° 15: Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso.....	27
Tabla N° 16: Contenido de Humedad del Agregado Grueso.....	28
Tabla N° 17: Pesos Específicos de las Cenizas de CI y CCH y en Combinación.....	28
Tabla N° 18: Comparativa de la Reducción Después de la Calcinación del Ichu .....	31
Tabla N° 19: Peso de la Ceniza de Ichu por Combinación.....	32
Tabla N° 20: Análisis Químico de la Ceniza de Ichu. Porcentaje de Oxido .....	33
Tabla N° 21: Comparativa de la Reducción Después de la Calcinación de la C. de Huevo.....	35
Tabla N° 22: Peso de la Ceniza de la Cáscara de Huevo por Combinación.....	35
Tabla N° 23: Análisis Químico de la Ceniza de Cáscara de Huevo. Porcentaje de Oxido .....	36
Tabla N° 24: Potencial de Hidrogeno del Cemento Sol .....	37
Tabla N° 25: Potencial de Hidrogeno de la Ceniza de Ichu (CI).....	37
Tabla N° 26: Potencial de Hidrogeno de la Ceniza de Cáscara de Huevo (CCH) ....	37
Tabla N° 27: P.H. de la Combinación I (1.5%CI + 3.5%CCH) cemento al 95%.....	37
Tabla N° 28: P. H. de la Combinación I (2%CI + 5.5%CCH) cemento al 99.25%... 37	
Tabla N° 29: P. H. de la Combinación I (3%CI + 7%CCH) cemento al 90%.....	37
Tabla N° 30: Propiedades de los Materiales para el Concreto Patron .....	38
Tabla N° 31: Relación a/c por P. E. del Cemento y en Combinación con la Ceniza 39	
Tabla N° 32: Proporción por Bolsa de Cemento para el Concreto Patron .....	39
Tabla N° 33: Cantidad de los Materiales del Diseño de Mezcla Patron.....	39
Tabla N° 34: Cantidad de materiales para el diseño de mezcla (1.5%CI + 3.5%CCH) .....	40
Tabla N° 35: Cantidad de materiales para el diseño de mezcla (2%CI + 5.5%CCH)40	

Tabla N° 36: Cantidad de materiales para el diseño de mezcla (3%CI + 7%CCH)..	40
Tabla N° 37: Resistencia a la Compresión de Concreto Patron .....	44
Tabla N° 38: Dosificación Cemento 95% + 5% de la Combinación (1.5%CI +3.5%CCH) .....	45
Tabla N° 39: Dosificación Cemento 92.5% + 7.5% de la Combinación (2%CI +5.5%CCH) .....	46
Tabla N° 40: Dosificación Cemento 90% + 10% de la Combinación (3%CI+ 7%CCH) .....	47
Tabla N° 41: Resistencia a la compresión de $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ con una sustitución de 5%, 7.5% y 10% por la combinación de CI y CCH .....	48
Tabla N° 42: Cálculo de la Prueba ANOVA para Verificar las Diferencias Entre las Medias de las Resistencias a la Compresión de las Probetas..	52

## Índice de Figuras

Figura N° 1: Planta de Ichu (Stipa).....	9
Figura N° 2: Ceniza de la Planta de Ichu (Stipa).....	9
Figura N° 3: Medida de la Consistencia del Concreto – Cono de Abrams .....	16
Figura N° 4: Curva Granulométrica del Agregado Fino.....	23
Figura N° 5: Curva Granulometría del Agregado Grueso .....	26
Figura N° 6: Secuencia para la Obtención de la Ceniza de Ichu .....	29
Figura N° 7: Recolección y Secado del ichu .....	29
Figura N° 8: Pre Quemado del Ichu.....	29
Figura N° 9: Quemado del Ichu en el Horno MUFLA .....	30
Figura N° 10: Curva Análisis Termo Diferencial DTA de la Ceniza de Ichu .....	30
Figura N° 11: Tamizado de la Ceniza de Ichu con el Tamiz N° 200 .....	31
Figura N° 12: Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X Marca BRUKER, Modelo S2-PICOFOX ..	32
Figura N° 13: Secuencia para la Obtención de Ceniza de Cascara de Huevo .....	33
Figura N° 14: Recolección, Limpieza y Triturado de la Cáscara de Huevo.....	34
Figura N° 15: Ceniza de Ichu, Tamizado, Ceniza Resultante tras el Tamizado.....	34
Figura N° 16: Curva Análisis Termo Diferencial DTA de la Ceniza de Cáscara de Huevo.....	34
Figura N° 17: Slump del diseño de mezcla patron y combinaciones .....	41
Figura N° 18: Esquema para Elaboración de Concreto Patron.....	41
Figura N° 19: Flujograma de Producción de Concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ Patron.....	42
Figura N° 20: flujograma de Producción de Concreto $f=210\text{kg/cm}^2$ Experimental .	43

Figura N° 21: Tendencia de las Resistencias a la Compresión promedio a los 7, 14 y 28 días para el concreto Patron .....	48
Figura N° 22: Tendencia de las Resistencias a la Compresión promedio a los 7, 14 y 28 días para el Concreto con Sustitución del Cemento en 5% .....	49
Figura N° 23: Tendencia de las Resistencias a la Compresión promedio a los 7, 14 y 28 días para el Concreto con Sustitución del Cemento en 7.5% .....	49
Figura N° 24: Tendencia de las Resistencias a la Compresión promedio a los 7, 14 y 28 días para el Concreto con Sustitución del Cemento en 10% .....	50
Figura N° 25: Tendencia de las Resistencias a la Compresión promedio a los 7, 14 y 28 días para el Concreto Patron, Sustitución del Cemento en 5%, 7.5% y 10% .....	50
Figura N° 26: Tipos de Fallas .....	51
Figura N° 27: Tipos de Fallas que presentaron en las Probetas de Corte y Columnar .....	51

## I. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se sustituye parcialmente al cemento por la combinación de cenizas de ichu y ceniza de cáscara de huevo, para la producción de un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  que cumpla los requerimientos mecánicos y físicos, la norma utilizada para el diseño de mezcla es el Método Comité 211 ACI.

Dentro de los **antecedentes** revisados para el presente estudio, se hizo una ardua revisión de los diversos estudios a nivel local y mundial, por lo que se encontró que en el estudio de Galicia y Velásquez (2016), obtuvo buenos resultados sustituyendo al cemento por ceniza de rastrojos de maíz en 2.5%, 5% y 7.5% teniendo como resultados finales que la resistencia se incrementó a los 28 días en un 30%, 35% y 47% con respecto a un concreto patrón.

Para la determinación del porcentaje de combinación de la ceniza de ichu y ceniza de cáscara de huevo, se tiene como el material predominante en el cemento es el CaO con un 61% - 67% se busca igualar dicho porcentaje por las propiedades químicas de la ceniza cáscara de huevo y ceniza de ichu, se tomó las propiedades químicas del reporte de Fluorescencia de Rayos X realizadas a las cenizas de Ichu y cáscara de Huevo, en la cual se puede observar los porcentajes de óxidos de CaO en la ceniza de ichu está en un 0.52% y en la cáscara de huevo es de un 88.29%, de estos resultados se pudo obtener que la combinación equivalente es:

- ❖ Para el 5% de sustitución del cemento se tiene la siguiente combinación (1.5%CI + 3.5CCH).
- ❖ Para el 7.5% de sustitución del cemento se tiene la siguiente combinación (2%CI + 5.5CCH).
- ❖ Para el 10% de sustitución del cemento se tiene la siguiente combinación (3%CI + 7CCH).

Por otra parte, Ríos (2017), estudio la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición de cáscara de huevo; Cuando se adiciona un porcentaje de cáscara de huevo pulverizada sustituyendo al cemento en porcentajes de 5.00% y 10.00% en el diseño. De esta combinación se tiene como resultado del ensayo de la

resistencia a la compresión del concreto, indican que las probetas de concreto con adición de cáscara de huevo presentó mayor resistencia a la compresión a comparación del concreto convencional (patrón) y como también al obtener los resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto con adición de cáscara de huevo se obtuvo un concreto de alta resistencia a edad de 7 días de curado ,es decir que la cáscara de huevo pulverizada es un aditivo acelerante natural.

Abarca y Baltazar (2016), en su proyecto de tesis de título “Resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de ceniza de ichu” realizada en la Universidad San Pedro, Huaraz. Tuvo como objetivo general determinar la resistencia a compresión de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  adicionando 3%, 5% y 7% de cenizas de ichu, el ichu fue calcinado a una temperatura de  $600 \text{ }^\circ\text{C}$  por un tiempo de 2 horas, en este proyecto se elaboró 36 probetas 9 probetas por cada porcentaje considerando 0% como la muestra patrón. Para las pruebas de hipótesis se usó el programa SPSS mediante la varianza (ANOVA); los resultados a los 28 días más favorables con adición de ceniza fueron a 3% y 5% de 104.6% a 152.72% y 152.72% a 166.24% respectivamente, en esta investigación se recomienda usar porcentajes de adición de cenizas en un 5% en peso del cemento.

Galicia y Velásquez (2016), en su proyecto de pre grado titulado: “Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de cunyac y vicho con respecto a un concreto patrón de calidad  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ”; realizada en la Universidad Andina del Cusco, teniendo como objetivo principal el análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en el concreto en pruebas de compresión y flexión, para este proyecto el cemento utilizado es el cemento Portland de la marca YURA, el rastrojo de maíz fue tomado de los distritos de Saylla, Tipon y Oropesa, para la elaboración de las probetas se usó el método ACI 211.1. las relaciones usadas para la adición de la ceniza son: 2.5%, 5% y 7.5% teniendo como resultados finales que la resistencia se incrementó a los 28 días en un 30%, 35% y 47% con respecto a un concreto patrón.

Melanie (2013), en su tesis de titulación titulada, “Estudio de la resistencia a compresión en mezcla de concreto, sustituyendo el 10% en peso de cemento por ceniza

de las hojas secas de palma chaguaramo como material puzolánico”, realizada en Venezuela en la Universidad Central de Venezuela, tuvo como objetivo general analizar la resistencia a compresión del concreto al sustituir el 10% en peso del cemento portland por las cenizas de las hojas secas de la palma Chaguaramo (*Roystonea Oleracea*). Actualmente, la tecnología de la construcción se encuentra en la búsqueda de sistemas que aprovechen y aumenten el uso de materiales reciclables, que permitan estimular y disminuir el deterioro del medio ambiente. Estudios anteriores demuestran que el uso de cenizas de materiales de desecho tales como: la hoja del maíz, la cascarilla del arroz o el bagazo de la caña, aportan una resistencia mayor o muy similar, al sustituir un porcentaje del cemento PORTLAND por alguno de estos materiales previamente incinerados y tamizados. La hoja seca de la Palma Chaguaramo puede representar una nueva alternativa de material reciclable en la construcción, estas hojas una vez secas caen al suelo convirtiéndose en desecho y la mayoría de las veces terminan en vertederos donde se espera su descomposición natural. Este proyecto tiene como finalidad el estudio de la resistencia del concreto usando esta nueva alternativa como material sustituyente y comparando esos resultados con las mezclas convencionales. Concluyó que 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, además de esto se logró comparar los valores obtenidos para mezclas con distintos tamaños de cenizas entre sí, y con respecto a una mezcla de concreto convencional.

Cardona (2013), en su trabajo de grado para optar el título de maestro en ingeniería de título, “Caracterización de la ceniza de hojas de bambú y su influencia como material puzolánico en el concreto” realizada en la Universidad de EAFIT, Colombia. Presento como objetivo general la caracterización física y química de la ceniza de hojas de bambú, para lograr este objetivo se procedió a la calcinación de las hojas de bambú a una temperatura de 650 °C durante 2 horas en un ornó especializado eléctrico de laboratorio. La ceniza obtenida de las hojas de bambú puede ser considerada como una puzolana natural, de acuerdo con los parámetros de evaluación indicados en la ASTM C618. Los resultados del análisis químico de las cenizas de las

hojas de bambú arrojaron que estas cenizas están formadas por Sílice con una naturaleza amorfa y una elevada actividad puzolanica; para las muestras de concreto se usó el porcentaje de 20% de la sustitución de cemento portland por ceniza de hojas de bambú, para las edades de 7, 14 y 28 días.

Orrala y Gómez (2015), en su proyecto de tesis para la obtención del título de Ingeniero Civil con título: “Estudio de la resistencia a la compresión del hormigón con adición de puzolana obtenida de la calcinación de residuos del cultivo de maíz producido en la provincia de Santa Elena”, realizada en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, que tuvo como objetivo evaluar el uso de mezcla del concreto con adición de puzolanas artificiales de la obtención de la ceniza obtenida de los residuos del cultivo de maíz como un sustituto parcial del cemento Portland en 5%, 10% y 15% de la proporción diseñada en función a una mezcla patrón para una resistencia de 280 Kg/cm<sup>2</sup>. El método empleado para este estudio se separó en dos, la primera fue la obtención de la ceniza de las hojas de maíz mediante el proceso de incineración, así como los ensayos correspondientes de las propiedades de la ceniza según la norma NTE INEN 494-81; la segunda fue en el diseño de la elaboración del concreto y los ensayos de resistencia a compresión de las probetas para las edades de 3, 7, 14 y 28 días según la norma NTE INEN 1576-11. Teniendo como resultados de la investigación que la ceniza de la planta de maíz es válida como sustituto parcial del cemento portland para mezclas de concreto

Aguilar (2016), en su investigación para la obtención del título de ingeniero civil de título: “Sustitución del cemento con cenizas provenientes de la incineración del cuesco de la palma africana para la elaboración del hormigón” realizada en la Universidad Central del Ecuador, cuyo objetivo general fue Diseñar un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  que pueda ser utilizado en obras civiles sustituyendo parte del cemento con cenizas provenientes de la incineración del cuesco de la palma africana. El método para la utilización de los materiales y elaboración del concreto es el ACI 211.1; A pesar de que el análisis químico de la ceniza proveniente de la incineración del cuesco de la palma africana indica que esta contiene altos porcentajes de: Oxido de Silicio, la elaboración de cilindros de prueba con el 15% y el 20% de ceniza, no logran alcanzar

la resistencia a la cual fue diseñada, la resistencias obtenidas a los 28 días fue 177.79kg/cm<sup>2</sup> y 153.18kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, los porcentajes son: 84.66% y 72.94%.

Coyasamin (2016), es su proyecto de pre grado titulado: “Análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón tradicional, con hormigón adicionado con cenizas de cáscara de arroz (CCA) y hormigón adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBC)” realizada en la Universidad Técnica de Ambato. Tuvo como objetivo materiales alternativos que podrán sustituir al cemento en mezclas de hormigones. Se implementó dos materiales de desecho agrícola en cada una de las mezclas, sin afectar las propiedades mecánicas de un hormigón tradicional o común para obtener un hormigón de mayor resistencia a la compresión, y que sea más resistente a los ataques de los sulfatos. Los materiales con los que se trabajó en este proyecto experimental son: la ceniza de cascarilla de arroz (CCA), y la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBC), obteniendo buenos resultados sustituyendo parcialmente el cemento por las cenizas. La investigación consistió en realizar sustituciones parciales de cemento con los dos nuevos materiales de desecho agrícola, en porcentajes como lo son: 15% y el 30% en mezclas para hormigones, los cuales se comprobó su resistencia a la compresión a las edades de 14 y 28 días. La mezcla que se aproximó más a la resistencia establecida para un hormigón común de 240kg/cm<sup>2</sup> cuando trabaja con el 15% de la sustitución parcial del cemento por las dos cenizas, los resultados son favorables ya que se obtiene una resistencia mayor a la establecida y con el 30% se obtiene una resistencia igual o de mayor valor en un 2% que la del concreto normal.

Villegas (2012), en su estudio: “Utilización de puzolanas naturales en la elaboración de prefabricados con base cementicia destinados a la construcción de viviendas de bajo costo”. Realizada en la Universidad Nacional de Ingeniería. En su ensayo de Fluorescencia de Energías Dispersas y Rayos X (EDX), indica que las cenizas de cáscara de arroz estudiada contienen Sílice (Si) en un 94% y 4% en elementos como Potasio (K), Sodio (Na) y Calcio (Ca), lo cual indica una alta actividad puzolanica. Del análisis químico de reactividad puzolanica, la puzolana natural de

Conchupata (PI), presentó mejores características puzolánicas, y las cenizas de cáscara de arroz quemadas en horno fueron mejores frente a las quemadas en pampa. Las cenizas de cáscara de arroz de Tarapoto, denominado (CV), presentaron mejores propiedades mecánicas en la adición en morteros y concreto, en reemplazo del cemento en 15%, con similar resistencia al patron.

Montero (2018), en tesis de pre grado, “Uso de la ceniza de cascarilla de arroz como reemplazo parcial del cemento en la fabricación de hormigones convencionales en el Ecuador” realizada en la Universidad San Francisco de Quito USFQ, los objetivos de este proyecto fueron: Establecer una dosificación eficiente para la fabricación de un hormigón Convencional; Realizar mezclas de hormigón utilizando CCA en porcentajes de 10%, 15%, 20% y 25% como sustituyente en el cemento. Este proyecto parte de la necesidad de reducir los costos en la fabricación de un hormigón convencional. Tiene como objetivo desarrollar una aplicación para un residuo agroindustrial como lo es la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) resultante del proceso de combustión que genera energía eléctrica para una industria arrocera, en la ciudad de Durán, Ecuador. La ceniza resultante de dicho proceso presenta un porcentaje alto de sílice reactiva haciéndolo apto para su utilización como adición. Este residuo se incorporó en mezclas de hormigón con el fin de estudiar su efecto como puzolana en la sustitución parcial de cemento Tipo GU, en la fabricación de hormigón estructural de mediana resistencia. Se elaboraron cinco diseños de mezclas usando distintos porcentajes de CCA como reemplazo de cemento en la dosificación. Adicionalmente, se realizaron ensayos de resistencia a la compresión de cilindros a los 28 días de curado. Finalmente se determinó el porcentaje de CCA más óptimo para lograr las mejores prestaciones en cuanto a trabajabilidad de la mezcla y resistencia final.

Ríos (2017), en su estudio: “Evaluación de la resistencia del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición de cáscara de huevo”, Cuando se adiciona un porcentaje de cáscara de huevo pulverizada sustituyendo al cemento en porcentajes de 5.00% y 10.00% en el diseño. Los resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto, indican que la probeta de concreto con adición de cáscara de huevo presentó mayor resistencia a la compresión a comparación del concreto convencional (patrón)

y como también al obtener los resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto con adición de cáscara de huevo se obtuvo un concreto de alta resistencia a edad de 7 días de curado ,es decir que la cáscara de huevo pulverizada es un aditivo acelerante natural.

En la mezcla de concreto con adición de cáscara de huevo en porcentaje de 5.00% sustituyendo al cemento, se obtuvo un concreto de alta resistencia de  $F'c=230.12\text{kg/cm}^2$  a temprana edad de 7 días de curado, y a los 28 días de curado una resistencia promedio de  $F'c=277.20\text{kg/cm}^2$ . En la mezcla de concreto con adición de 10% de cáscara de huevo, presentó una alta resistencia de  $F'c=348.28\text{kg/cm}^2$  a edad de 28 días de curado.

Navia , Quiceno, Montes, & Soto (2013), Realizaron la investigación de Concreto con adición de cáscara de huevo donde tuvieron como objetivo implementar la cáscara de huevo como adición de calcio al concreto, también fabricar un concreto reforzado con adiciones de cáscara de huevo y de esta forma lograr que el material tenga mejores propiedades mecánicas, funcionales, físicas, que ayuden con el reciclaje del producto y lograr implementarlo en la industria de la construcción, concluyendo que la cáscara de huevo como aditivo es viable, aunque requiere de una mayor y mejorado proceso, el concreto diseñado con cáscara de huevo tiene mayor dureza y resistencia al impacto.

La presente investigación **se fundamenta**, Según Hernández (2012), A nivel mundial “el concreto es el material más utilizado en la construcción, y a menos que haya una revolución en los materiales de construcción, seguirá siéndolo; gran parte de la infraestructura de los países de todo el mundo está elaborada con él, por lo que su conocimiento y tecnología son básicos para el ingeniero civil encargado de alguna etapa del proceso constructivo”.

Es un tema con implicaciones socio-económicas. Es importante resaltar que hoy en día las construcciones mundiales están requiriendo aún más exigencias del tipo de durabilidad.

El concreto se define como una mezcla de: cemento, agregados gruesos y finos (inertes) y agua, la cual se endurece después de cierto tiempo mezclado. Los elementos que componen el concreto se dividen en 2 grupos: activos e inertes. Son activos, el agua y el cemento a cuya cuenta corre la reacción química por medio de la cual esa mezcla, llamada lechada, se endurece, fragua hasta alcanzar un estado, en general de gran solidez, mientras que los agregados inertes por lo general son grava y arena (S y Rukzon, 2011; p. 57).

S. y Rukzon (2011), “El cemento cuando se mezcla con el agua y los materiales granulares, tales como la arena, y grava. Forma un compuesto que comienza un proceso físico-químico que se denomina Fraguado. Este consiste en el endurecimiento del material a causa de las reacciones químicas que se producen entre los mismos” (citado en Coyasamin, 2016; p.43).

Se considera un concreto de buena calidad cuando este permite alcanzar una buena resistencia y durabilidad.

El concreto se comporta satisfactoriamente bajo exposiciones correspondientes a diferentes condiciones atmosféricas, a la mayoría de las aguas y suelos que contienen químicos. “Para que se presenten la mayoría de los procesos físicos y químicos que ocurren en los concretos, tanto deseables como perjudiciales, es necesario la presencia del agua” (Hernández, 2012; p.39).

### **El ichu**

El ichu, paja brava o paja ichu es un pasto del altiplano andino sudamericano, México y Guatemala empleado como forraje para el ganado, principalmente de camélidos sudamericanos. Es endémica de Guatemala, México, Costa Rica, El Salvador, Venezuela, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Chile, Argentina.

### **Características del ichu**

Esta planta tiene un crecimiento rápido; el tallo es simple. Presenta hojas de aproximadamente 1m de longitud y hasta 1mm de ancho, y son lisas al tacto.



**Figura N° 1:** *Planta de Ichu (Stipa)*

Fuente: Elaboración Propia

### **Ceniza de ichu**

se llama ceniza de Ichu a la planta seca calcinado a 400°C, alcanza un nivel de composición de Caolinita ( $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ ),  $Na_4Ca(SO_4)_3$ ,  $KCa(PO_3)_3$ ; y sanidina ( $(Na,k)AlSi_3O_8$ ); que tienen alta composición de puzolana.



**Figura N° 2:** *Ceniza de la Planta de Ichu (Stipa)*

Fuente: Elaboración Propia

### **Cáscara de Huevo**

La cáscara constituye la cubierta protectora del huevo, la pared que le defiende de la acción de los agentes externos, y el medio a través del cual pueden realizarse intercambios gaseosos y líquidos con el ambiente que le rodea. La cáscara representa entre el 9 – 12 % del peso del huevo, lo que haría unos 5 – 7 gramos, según las razas

de donde procede; y se compone principalmente de sustancias minerales, entre las cuales el Carbonato de calcio (94.0%) es una de las más importantes como componente estructural. Existen otros principios minerales en la cáscara, pero en muy pequeñas cantidades, tales como el Fosfato tricálcico y el Carbonato de magnesio (Valdés, 2009).

Composición:

**Tabla N° 1:** *Composición Nutricional del Polvo de Cáscara de Huevo*

<b>Composición nutricional del polvo de cáscara de huevo por cada 100 g.</b>	
Agua	0,5 g
Proteína	2,1 g
Ceniza	96,9 g
Calcio	38 mg
Potasio	41,6 mg
Sodio	87 mg
Fósforo	99,3 mg
Hierro	0,5 mg
Magnesio	375 mg

Fuente: Soto y Argumedo (2014)

### **Ceniza de cáscara de huevo**

Según Soto y Argumedo (2014), Para la obtención de la ceniza de cáscara de huevo se pesan 0.5g de la muestra, se coloca a una mufla a una temperatura de 500°C por 6 horas, pasado este tiempo se deja enfriar unos 20 minutos aproximadamente, por último, se toman los datos y se realizan los cálculos porcentuales correspondientes.

**Tabla N° 2:** *Ceniza de Cáscara de Huevo*

<b>Peso (g)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>% Ceniza</b>	<b>Tiempo (horas)</b>
0.5012	505	6.5	6
0.5170	505	6.4	6

Fuente: Soto y Argumedo (2014)

### **Agregado Grueso**

El agregado grueso estará formado por grava triturada obtenida de las fuentes previamente seleccionadas y analizadas en laboratorio, para certificar su calidad. El tamaño mínimo será de 4,5 mm, el agregado grueso debe ser duro, resistente, limpio y sin recubrimiento de materiales extraños o de polvo (V y Sata, 2007; p. 54).

La forma de las partículas más pequeñas del agregado grueso de grava triturada deberá ser generalmente cúbica y deberá estar razonablemente libre de partículas delgadas, planas o alargadas en todos los tamaños. Tiene una resistencia que está relacionada directamente con su dureza, densidad y módulo de elasticidad (V y Sata, 2007; p. 54).

El mismo que consta de grava, grava triturada, piedra triturada o una mezcla de éstas, siempre y cuando cumplan con los requisitos establecidos en la Norma INEN 872. Los agregados ocupan del 70 al 80% del volumen del concreto, por lo tanto, muchas de las características del concreto dependen de las propiedades de los agregados (Cadena, 2013; p. 46).

Características de un buen Agregado Grueso para el Concreto:

- ❖ Una buena graduación con tamaños intermedios, las faltas de dos o más tamaños sucesivos pueden producir problemas de segregación.
- ❖ Debe evitarse el uso de agregados planos o alargados, ya que además de producir bajas masas unitarias, baja la resistencia.
- ❖ Una adecuada densidad aparente es, entre 2.3 y 2.9 gr/cm<sup>3</sup> Cuanto mayor es su densidad mejor es su calidad y mejor su absorción, que oscila entre 1 y 5 %.

Agregado retenido de modo predominante por el tamiz No. 4 (de 4.75mm); o bien, aquella porción de un agregado que es retenida por el tamiz No. 4 (de 4.75 mm). El agregado grueso utilizado en nuestro medio es denominado “Grava”, que resulta de la desintegración y abrasión naturales de la roca o procede de la trituración de esta. (Vallejo, Amaguaya 2016; p. 61).

### **Agregado Fino**

Agregado que pasa por el tamiz de 3/4 in (9.5 mm) y casi pasa por completo por el tamiz No. 4 (de 4.75 mm). y es retenido de modo predominante por el tamiz No. 200 (de 75  $\mu$ m); o bien, aquella porción de un agregado que pasa por el tamiz No. 4 (de 4.75 mm) y es retenida de modo predominante por el No. 200 (de 75  $\mu$ m). (Vallejo, Amaguaya 2016; p. 58).

El agregado fino utilizado en nuestro medio se denomina “Arena”, este resulta de la desintegración y abrasión naturales de la roca o procede de la trituración de esta. Las Arenas se pueden clasificar en:

- ❖ Arenas gruesas, con tamaños de partícula entre el tamiz N°4 y N°10 y el módulo de finura  $> 3.0$ .
- ❖ arenas medias, con tamaños de partícula entre el tamiz N°10 y N°40 y el módulo de finura  $\approx 2.5$ .
- ❖ Arenas finas, con tamaños de partícula entre el tamiz N°40 y N°200 y el módulo de finura  $< 2.0$ .

### **Materiales Cementantes**

Son materiales que sirven para unir fragmentos minerales que contengan adherencia y cohesión requeridas, formando un solo material sólido que contenga resistencia y durabilidad adecuadas.

Para la fabricación del hormigón estructural se utilizan únicamente los cementos hidráulicos (utilizan agua para reaccionar químicamente y adquirir sus propiedades cementantes durante el proceso de fraguado Agregado Grueso) (Cadena, 2013; p. 59).

### **Cementos**

Para Cadena (2013), los cementos son:” conglomerantes hidráulicos, son productos que mezclados con agua forman pastas que fraguan y endurecen, dando lugar a productos hidratados mecánicamente resistentes y estables, tanto en el aire, como bajo agua”.

## **Cementos Pórtland**

Los cementos Portland son cementos hidráulicos compuestos principalmente de silicatos de calcio hidráulicos, fraguan y endurecen al reaccionar químicamente con el agua. “En el curso de esta reacción, denominada hidratación, el cemento se combina con el agua para formar una pasta, y cuando son agregados como la arena y grava triturada, se forma lo que se conoce como Concreto” (Cadena, 2013; p. 63).

Según Cordeiro (2009), nos dice que, “El Clinker, la materia prima para producir el cemento, se alimenta a los molinos de cemento junto con mineral de yeso, el cual actúa como regulador del fraguado. La molienda conjunta de éstos materiales produce el cemento”. La norma ASTM C 150 establece diferentes tipos de cemento, de acuerdo a los usos y necesidades del mercado de la construcción, se especifican algunos.

El cemento Portland es un polvo químico finamente molido de carácter hidráulico, compuesto principalmente de silicato de calcio y en menor proporción de aluminato de calcio, los cuales fraguan y se endurecen al reaccionar químicamente con el agua, esta reacción química se denomina hidratación del hormigón (Mindiola, 2011; p. 50).

### **Clasificación del cemento, Tipo, Nombre y Aplicación**

**Tipo I.** Este tipo de cemento es de uso general, y se emplea cuando no se requiere de propiedades y características especiales. Entre los usos donde se emplea este tipo de cemento están: pisos, pavimentos, edificios, estructuras, elementos prefabricados.

**Tipo II.** El cemento Pórtland tipo II se utiliza cuando es necesario la protección contra el ataque moderado de sulfatos, como por ejemplo en las tuberías de drenaje. En casos donde se especifican límites máximos para el calor de hidratación, puede emplearse en obras de gran volumen y particularmente en climas cálidos, en aplicaciones como muros de contención, pilas, presas, etc. (B., 2009; p. 44).

**Tipo III.** Este tipo de cemento desarrolla altas resistencias a edades tempranas, a 3 y 7 días. Esta propiedad se obtiene al molerse el cemento más finamente durante el proceso de molienda. Su utilización se debe a necesidades específicas de la construcción, como en el caso de carreteras y autopistas (B., 2009; p. 44).

**Tipo IV.** El cemento Pórtland tipo IV se utiliza cuando por necesidades de la obra, se requiere que el calor generado por la hidratación sea mantenido a un mínimo. Los usos y aplicaciones del cemento tipo IV están dirigidos a obras con estructuras de tipo masivo, como por ejemplo grandes presas (B., 2009; p. 44).

### **El Agua**

Considerada como materia prima para la fabricación y el curado del hormigón debe cumplir con determinadas normas de calidad. Esta deberá ser limpia y fresca hasta donde sea posible y no deberá contener residuos de aceites, ácidos, sulfatos de magnesio, sodio, calcio, sales, limo, materias orgánicas (V. y Sata, 2007; p. 65).

### **Agua de mezclado**

Está compuesta por el agua agregada más la proveniente de la humedad superficial de los agregados, siendo sus principales funciones (Proaño, 2013).

- ❖ Reaccionar al contacto del cemento, produciendo su hidratación.
- ❖ Actuar como un lubricante, contribuyendo a la trabajabilidad de la mezcla fresca.

Para Orrala y Gómez (2015), en el concreto, “En el hormigón el agua de mezcla cumple 2 funciones principales: permitir la hidratación del cemento y darle a la mezcla un alto grado de trabajabilidad, siendo una parte vital del diseño”. Del agua total que es empleada en la elaboración del concreto una parte está destinada a la hidratación del cemento, y otra porción residual se encuentra libre en la mezcla aumentando su trabajabilidad, hasta que esta se evapora con el tiempo dejando vacíos que reducen la resistencia y durabilidad.

## **Calidad del agua**

En el curado el agua deberá ser de buena calidad, ya que necesita más agua y en este proceso es cuando se producen las reacciones (Cadena, 2013; p. 60).

- ❖ Deberá ser potable.
- ❖ Aguas de montañas (son agresivas).
- ❖ La no potable podrá ser utilizada en el amasado. Las sustancias nocivas son de especial cuidado.

## **Relación Agua Cemento**

La relación agua/cemento constituye un parámetro importante de la composición del hormigón. Tiene influencia sobre la resistencia, la durabilidad y la retracción del hormigón. La relación agua/cemento (a/c) es el valor característico más importante de la tecnología del hormigón. De ella dependen la resistencia y la durabilidad, así como los coeficientes de retracción y de fluencia (B., 2009; p. 57).

R = Relación agua / cemento.

a = Masa del agua del hormigón fresco.

c = Masa del cemento del hormigón.

## **Trabajabilidad y Fluidéz**

Se considera como aquella propiedad del hormigón mediante la cual se determina su capacidad para ser colocado y consolidado apropiadamente y para ser terminado sin segregación dañina alguna. Esta aceptación comprende conceptos tales como maleabilidad, cohesión y compactación. Dicha propiedad se altera por la composición de los agregados, la forma de las partículas y las proporciones del agregado, la cantidad de cemento, la presencia del aire incluido, los aditivos y la consistencia de la mezcla (B., 2009; p. 58).

### **Agente curador**

El curado del hormigón es el proceso de mantención de un adecuado contenido de humedad y de temperatura que se inicia inmediatamente después de su colocación y terminación en el elemento construido. El lapso de tiempo requerido para realizar el curado dependerá de la resistencia necesaria del hormigón para resistir solicitaciones de uso y del medio ambiente (Cadena, 2013).

### **Medida de la consistencia - Método de cono de Abrams**

(B., 2009) “El procedimiento de cono de Abrams se realiza para determinar la consistencia del concreto, la consistencia es la forma de medir el grado de humedad de la mezcla, generalmente se evalúa en términos de asentamiento, que se realiza con el cono de Abrams” (citado en Coyasamin, 2016; p. 40).



**Figura N° 3:** *Medida de la Consistencia del Concreto – Cono de Abrams*

Fuente: Elaboración Propia

Para realizar el procedimiento de cono de Abrams se toman varias muestras para ser sometidas a la prueba y así obtener mejores resultados. El procedimiento de cono de Abrams es el siguiente (B., 2009).

- ❖ Se toma el cono de Abrams y se humedece su interior.
- ❖ El cono debe localizarse en una zona plana, rígida y no absorbente.

- ❖ El cono debe sostenerse firmemente, para ello puede pararse en los dos estribos de apoyo que trae el molde.
- ❖ Para el llenado del cono se realizará en tres etapas, cada una de ellas corresponde a una tercera parte del cono, a cada capa se debe asentar uniformemente con una varilla golpeándole 25 veces.
- ❖ Una vez se haya terminado de asentar se enrasa la superficie superior del cono con la misma varilla de compactación.
- ❖ Haciendo presión sobre los estribos del cono de Abrams se debe remover el material sobrante que está en la base del cono. Luego se levanta verticalmente con un movimiento constante el cono, no se podrá realizar ningún movimiento lateral ni de torsión al levantar el cono de Abrams. Hay que medir inmediatamente el asentamiento de la mezcla, tomando la distancia vertical entre la parte superior del cono invertido y el centro original desplazado en la superficie de la muestra.

### **Justificación e importancia de la investigación**

Esta investigación se justifica técnicamente: ya que mediante los resultados obtenidos a través de los ensayos de resistencia a la compresión; se podrán mejorar algunas propiedades físicas mecánicas del concreto.

Esta investigación se justifica socialmente: el uso de las cenizas de ichu i cáscara de huevo minimizara el grado de contaminación ambiental que produce la elaboración del cemento, pero hasta la actualidad el ichu sirve de alimento en épocas donde no llueve.

Esta investigación es viable, por la reutilización de material residual en diversos procesos de construcción, se trata desde luego en este caso, del uso de cenizas de ichu, como reemplazo parcial del cemento para mezclas de concreto, también el de reducir costos en las obras, puesto que la combinación de ceniza de ichu y ceniza de cáscara de huevo, se obtienen a un costo inferior al cemento tradicional; de la misma forma se busca dar una alternativa novedosa, atractiva y asequible en la construcción.

## **Problema**

Es sabido que el concreto, es sin duda uno de los materiales de construcción más empleados en obras de ingeniería civil, debido a sus propiedades físicas, mecánicas, trabajabilidad, durabilidad, entre otras; a ello se suma el creciente desarrollo poblacional evidenciado hoy en día, razón por la cual ha aumentado de manera considerable su uso, así como la producción del cemento, componente básico del concreto.

en este estudio se busca mejorar la resistencia del concreto, mediante la sustitución por la combinación de ceniza de ichu y ceniza de cáscara de huevo como puzolanas naturales. (“la ceniza”) como sustituto en el cemento parcialmente representa una alternativa de desarrollo para nuestro país, y nuestra región y porque no decirlo nuestra ciudad.

En la actualidad, en nuestra región por tratar de economizar recurren a agregar menos cemento de lo especificado en las construcciones, he ahí donde nuestro trabajo de investigación se fundamenta porque buscamos sustituir parcialmente el cemento por la combinación de ceniza de ichu y ceniza de cáscara de huevo que es una materia prima que se encuentra de forma natural y no tiene un costo de producción.

Por estos motivos se dispondrá a elaborar un concreto utilizando la por la combinación de ceniza de ichu y ceniza de cascará de huevo como sustitución parcial del cemento en un concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .

El concreto tendrá en su composición la sustitución parcial del cemento combinación de la ceniza de ichu y cascará de huevo con lo cual se busca comprobar los efectos al sustituir el cemento. Se espera obtener una resistencia mayor o igual en la compresión del concreto patrón. Entonces nos planteamos la siguiente pregunta:

### **Formulación del problema**

Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿Cuál es la resistencia a compresión de un concreto con sustitución del cemento en 5%, 7.5% y 10% por la combinación de ceniza de ichu y ceniza de cáscara de huevo, con respecto a un concreto patrón de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ?

El proceso de realizar la Operacionalización de Variable, consiste en determinar las variables tanto dependiente como independiente, su definición conceptual, operacional y mostrar su indicador.

**Variable Dependiente:**

Resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ .

**Tabla N° 3:** Variable Dependiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Resistencia del concreto a la compresión.	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (Juárez E. 2005).	Es el esfuerzo máximo que puede soportar una probeta bajo una carga 210Kg.	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaboración Propia

**Variable independiente:**

**Tabla N° 4:** Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Sustitución por la combinación de ceniza de ichu y cáscara de huevo.	La sustitución del 5%, 7.5% y 10% del cemento por la combinación de la ceniza de ichu y ceniza de cáscara de huevo para un diseño de concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$	Patron (0%CI + 0%CCH), Combinación 1 (1.5%CI + 3.5%CCH), combinación 2 (2%CI + 5.5%CCH), combinación 3 (3%CI + 7%CCH).

Fuente: Elaboración Propia

**Se planteó la siguiente Hipótesis:** La sustitución del cemento en 5%, 7.5% y 10% por la combinación de ceniza de ichu y ceniza de cáscara de huevo, aumentará la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

Dentro de los objetivos se planteó como **Objetivo General:**

Determinar la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  cuando se sustituye el cemento en 5%, 7.5% y 10% por la combinación de ceniza de ichu y ceniza de cáscara de huevo.

Y como **Objetivos Específicos:**

Determinar el Análisis Termo Diferencial (DTA) y la temperatura de calcinación del ichu y la cáscara de huevo.

Determinar la composición química por el Método de Fluorescencia de Rayos X de la ceniza de ichu y la ceniza de cáscara de huevo.

Determinar el PH de las cenizas obtenidas y cenizas en mezcla.

Determinar el peso específico de la muestra patrón y experimental.

Determinar la relación de agua-cemento por el método ACI para un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

Determinar y comparar la resistencia a la compresión de probetas de un concreto con cemento en 5%, 7.5% y 10% por la combinación de ceniza de ichu y ceniza de cáscara de huevo a los 7, 14 y 28 días de curado.

Comparación de resultados mediante el (ANOVA).

## II. METODOLOGIA DE TRABAJO

El tipo de investigación reunió las condiciones para ser una investigación de nivel aplicada y explicativo, siendo una investigación de diseño experimental que corresponde a un diseño de bloques de concreto para conocer la resistencia de un concreto con sustitución del cemento en 5%, 7.5% y 10% por la combinación de ceniza de ichu y ceniza de cáscara de huevo para un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

Fue una Investigación explicativa porque los datos de la investigación fueron obtenidos por observación de fenómenos condicionados por el investigador. Se utilizó la experimentación.

**La Población y Muestra:** fue un conjunto de probetas con diseño capaz cumplir las condiciones de resistencias indicadas de acuerdo a las normas técnicas, la población es un conjunto de 36 probetas para un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , elaboradas con agregados de la cantera de Tacllan de la ciudad de Huaraz, cemento Portland tipo I de la marca (Sol), agua potable; la muestra está conformada por:

9 probetas con un diseño patron. 9 probetas con sustitución del cemento por la combinación de la ceniza de ichu y ceniza de cáscara de huevo en (1.5%CI + 3.5CCH). 9 probetas con sustitución del cemento por la combinación de la ceniza de ichu y ceniza de cáscara de huevo en (2%CI + 5.5CCH). 9 probetas con sustitución del cemento por la combinación de la ceniza de ichu y ceniza de cáscara de huevo en (3%CI + 7CCH).

Las Técnicas e Instrumentos de investigación usadas son las que se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla N° 5:** *Técnicas e Instrumentos de Investigación*

<b>TECNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
	Guía de observación Resumen.
<b>La Observación</b>	Protocolos del laboratorio de las pruebas a realizar. Ver anexo.

Fuente: Elaboración Propia

El diseño experimental de bloques tiene el esquema se presenta continuación:

**Tabla N° 6:** *Diseño en Bloque Completo al Azar*

Días de Curado	Resistencia a la compresión del concreto con la sustitución del cemento en % por la combinación de ceniza de ichu y cáscara de huevo.			
	Patron	Combinación I (1.5%CI + 3.5%CCH)	Combinación II (2%CI + 5.5%CCH)	Combinación III (3%CI + 7%CCH)
		5%	7.5%	10%
7	P1 	P1 	P1 	P1 
	P2 	P2 	P2 	P2 
	P3 	P3 	P3 	P3 
14	P1 	P1 	P1 	P1 
	P2 	P2 	P2 	P2 
	P3 	P3 	P3 	P3 
28	P1 	P1 	P1 	P1 
	P2 	P2 	P2 	P2 
	P3 	P3 	P3 	P3 

Fuente: Elaboración Propia

Para el presente proyecto de investigación el procesamiento de datos será posterior a los ensayos respectivos del laboratorio apoyados del programa cálculo Excel y SPSS. Los datos serán analizados con tablas, gráficos, porcentajes, promedios, varianzas y una prueba (ANOVA) para verificar la hipótesis.

### III. RESULTADOS

A continuación, se mostrarán los resultados que se obtuvieron de los diferentes ensayos de laboratorios realizados para la realización de este proyecto de investigación.

#### Agregado Fino

#### Granulometría del Agregado Fino:

Tabla N° 7: *Granulometría del Agregado Fino*

TAMIZ	ABERTURA	Peso	%	% Reten.	% que
N°	(mm)	Retenido	Retenido	Acumu.	Pasa
		(gr)	parcial		
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	21.50	1.02	1.02	98.98
N° 8	2.000	501.00	23.70	24.72	75.28
N° 16	0.840	519.20	24.56	49.28	50.72
N° 30	0.590	451.30	21.35	70.62	29.38
N° 50	0.420	327.50	15.49	86.12	13.88
N° 100	0.149	197.10	9.32	95.44	4.56
N° 200	0.074	96.40	4.56	100.00	0.00
Plato		0.00	0.00	100.00	0.00
<b>Total</b>		<b>2114.00</b>	<b>100.00</b>		

Fuente: Laboratorio Mecánica de suelos Concretos y Pavimentos de la USP- Huaraz

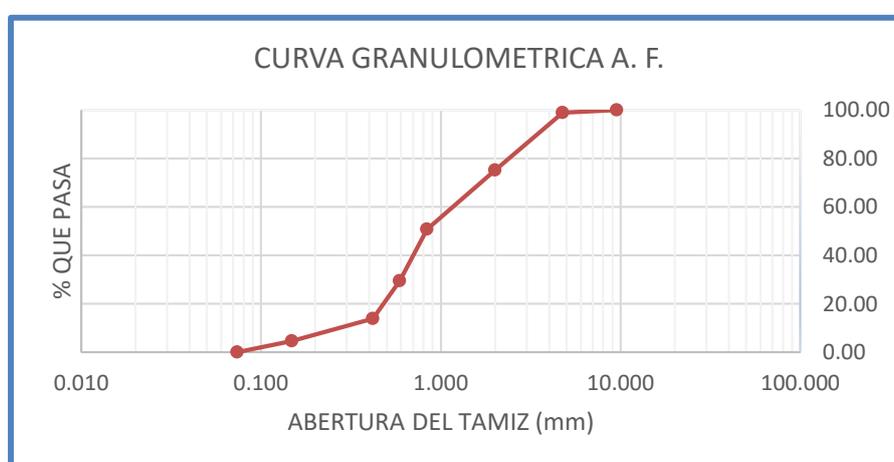


Figura N° 4: *Curva Granulométrica del Agregado Fino*

Fuente: Tabla N° 7

### Módulo de fineza del Agregado Fino:

$$\text{Módulo de fineza del Agregado Fino} = \text{M. F.} = \frac{\sum \% \text{ Retenido Acumulado}}{100}$$

$$\text{M. F.} = 2.9$$

### Peso Unitario Suelto del Agregado Fino:

Tabla N° 8: *Peso Unitario Suelto del Agregado Fino*

TIPO DE PESO UNITARIO		PESO UNITARIO SUELTO		
ID	MUESTRA n°	1	2	3
A	Peso Material + Molde	7935	7949	7906
B	Peso del Molde	3420	3420	3420
C	Peso del Material (A-B)	4515	4529	4486
D	Volumen del Molde	2776	2776	2776
	Peso Unitario (C)/(D)	1.63	1.63	1.62
	<b>Peso Unitario Promedio</b>		<b>1.62</b>	

Fuente: Laboratorio Mecánica de suelos Concretos y Pavimentos de la USP- Huaraz

### Peso Unitario Compactado del Agregado Fino:

Tabla N° 9: *Peso Unitario Compactado del Agregado Fino*

TIPO DE PESO UNITARIO		PESO UNITARIO COMPACTADO		
ID	MUESTRA N°	1	2	3
A	Peso Material + Molde	8310	8324	8315
B	Peso del Molde	3420	3420	3420
C	Peso del Material (A-B)	4890	4904	4895
D	Volumen del Molde	2776	2776	2776
	Peso Unitario (C)/(D)	1.76	1.77	1.76
	<b>Peso Unitario Promedio</b>		<b>1.76</b>	

Fuente: Laboratorio Mecánica de suelos Concretos y Pavimentos de la USP- Huaraz

### Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Fino:

Tabla N° 10: *Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Fino*

<b>ID</b>	<b>MUESTRA N°</b>	<b>1</b>
	<b>RECIPIENTE</b>	<b>35</b>
A	P. Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire)	300.00
B	P. Frasco + H2O	678.30
C	P. Frasco + H2O + Mat = (A+B)	978.30
D	P. Mat. + H2O en Frasco	865.50
E	Vol. de Mat.+Vol. de Vacíos = C-D	112.80
F	Peso Mat. Seco en Horno (105°C)	295.80
G	Vol. de Masa = E-(A-F)	108.6
	P. Esp. Aparente (Base Seca)=F/E	<b>2.62</b>
	P. Esp. Aparente (Base Saturada)=A/E	2.66
	P. Esp. Aparente=F/G	2.72
	% de Absorción=((A-F)/F)*100	<b>1.42</b>

Fuente: Laboratorio Mecánica de suelos Concretos y Pavimentos de la USP- Huaraz

### Contenido de Humedad del Agregado Fino:

Tabla N° 11: *Contenido de Humedad del Agregado Fino*

<b>ID</b>	<b>MUESTRA N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	<b>RECIPIENTE</b>	<b>36</b>	<b>15</b>	<b>44</b>
A	Peso del Rec. + Mat. Húmedo	1000	1000	1000
B	Peso del Rec. + Mat. SECO	959.70	966.10	964.35
C	Peso del Recipiente (gr)	163.70	164.50	162.80
D	Peso del Agua (A)-(B)	40.30	33.90	35.65
E	Peso Mat. Seco	796.00	801.60	801.55
F	Humedad (D/E)*100(%)	5.06	4.23	4.45
	<b>Humedad Promedio</b>		<b>4.580</b>	

Fuente: Laboratorio Mecánica de suelos Concretos y Pavimentos de la USP- Huaraz

## Agregado Grueso

### Granulometría del Agregado Grueso:

Tabla N° 12: *Granulometría del Agregado Grueso*

TAMIZ					
N°	ABERTURA (mm)	Peso retenido (gr)	% retenido parcial	% reten. Acumu.	% que pasa
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.10	1064.60	9.65	9.65	90.35
1/2"	12.70	5991.80	54.33	63.98	36.02
3/8"	9.50	2810.70	25.49	89.47	10.53
4"	4.75	1043.80	9.46	98.93	1.07
N° 8	2.36	69.40	0.63	99.56	0.44
N° 16	1.18	48.40	0.44	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>11028.70</b>	<b>100.00</b>		

Fuente: Laboratorio Mecánica de suelos Concretos y Pavimentos de la USP- Huaraz

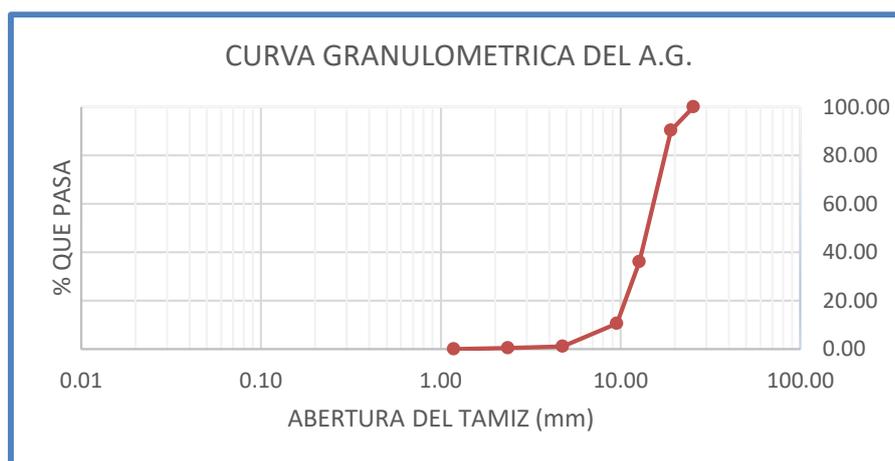


Figura N° 5: *Curva Granulometría del Agregado Grueso*

Fuente: Tabla N° 12

### Módulo de Fineza del Agregado Grueso:

$$\text{Módulo de Fineza del Agregado Grueso} = \text{M. F.} = \frac{\sum \% \text{ Retenido Acumulado}}{100}$$

$$\text{M. F.} = 5.91$$

### Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso:

Tabla N° 13: *Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso*

ID	MUESTRA N°	1	2	3
A	Peso Material + Molde	18240	18245	18265
B	Peso del Molde	5220	5220	5220
C	Peso del Material (A-B)	13020	13025	13045
D	Volumen del Molde	9342	9342	9342
	Peso Unitario (C)/(D)	1.39	1.39	1.40
	<b>Peso Unitario Promedio</b>		<b>1.39</b>	

Fuente: Laboratorio Mecánica de suelos Concretos y Pavimentos de la USP- Huaraz

### Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso:

Tabla N° 14: *Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso*

ID	MUESTRA N°	1	2	3
A	Peso Material + Molde	19355	19300	19325
B	Peso del Molde	5220	5220	5220
C	Peso del Material (A-B)	14135	14080	14105
D	Volumen del Molde	9342	9342	9342
	Peso Unitario (C)/(D)	1.51	1.51	1.51
	<b>Peso Unitario Promedio</b>		<b>1.51</b>	

Fuente: Laboratorio Mecánica de suelos Concretos y Pavimentos de la USP- Huaraz

### Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso:

Tabla N° 15: *Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso*

ID	MUESTRA N°	1	2	3
	RECIPIENTE	35	16	44
A	P. Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire)	1067.5	957.0	1037.0
B	P. Mat. Sat. Sup. Seco (en Agua)	667.5	601.0	652.0
C	Vol. Masa / Vol. Vacíos = A-B	400.0	356.0	385.0
D	Peso Mat. Seco en Horno (105°C)	1058.5	948.0	1029.5
E	Vol de Masa = C-(A-D)	391.0	347.0	377.5
	Peso Esp. (Base Seca)= D/C	2.65	2.66	2.67
	Peso Esp. (Base Saturada)= A/E	2.67	2.69	2.69
	Promedio		<b>2.75</b>	
	P. Esp. Aparente (Base Seca)=D/E	2.71	2.73	2.73
	% de Absorción= $((A-D)/D)*100$	0.85	0.95	0.73
	% de Absorción Promedio		<b>0.84</b>	

Fuente: Laboratorio Mecánica de suelos Concretos y Pavimentos de la USP- Huaraz

### Contenido de Humedad del Agregado Grueso:

Tabla N° 16: Contenido de Humedad del Agregado Grueso

ID	MUESTRA N°	1	2	3
	<b>RECIPIENTE</b>	<b>36</b>	<b>15</b>	<b>44</b>
A	Peso del Rec. + Mat. Húmedo	1000	1000	1000
B	Peso del Rec. + Mat. SECO	986.70	986.10	986.35
C	Peso del Recipiente (gr)	163.70	167.50	169.80
D	Peso del Agua (A)-(B)	13.30	13.90	13.65
E	Peso Mat. Seco	823.00	818.60	816.55
	Humedad (D/E)*100(%)	1.62	1.70	1.67
	<b>Humedad Promedio</b>		<b>1.66</b>	

Fuente: Laboratorio Mecánica de suelos Concretos y Pavimentos de la USP- Huaraz

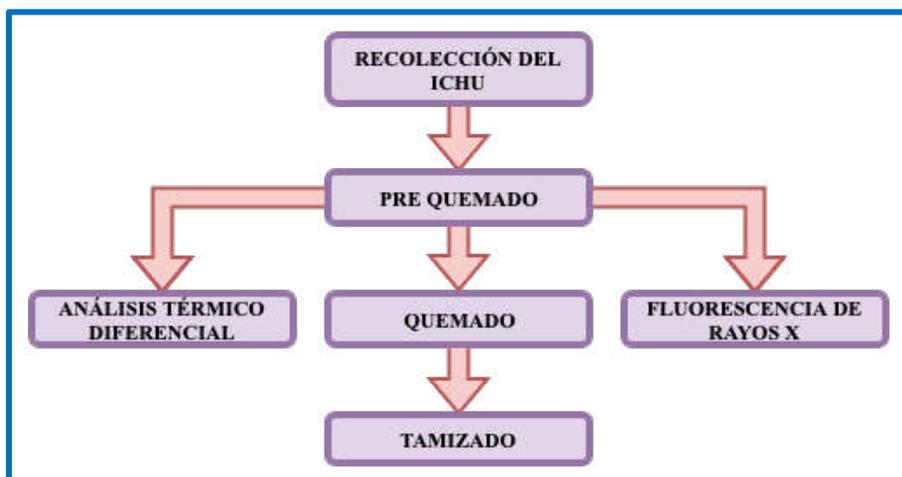
### Pesos Específicos de la Ceniza de Ichu (CI) y Ceniza de Cáscara de Huevo (CCH) y la Combinación con el Cemento:

Tabla N° 17: Pesos Específicos de las Cenizas de CI y CCH y en Combinación

CENIZA	PESO ESPECÍFICO
Ichu	1.78
Cáscara de Huevo	1.89
Cemento + (1.5%CI + 3.5CCH)	3.09
Cemento + (2%CI + 5.5CCH)	3.05
Cemento + (3%CI + 7CCH)	3.00

Fuente: Laboratorio Mecánica de suelos Concretos y Pavimentos de la USP- Huaraz

Para la caracterización de la ceniza de Ichu se realizó el Análisis Termo Diferencial (DTA), para obtener la temperatura de calcinación y el tiempo optimo se necesita para obtener la ceniza de Ichu, para realizar este estudio se realizaron los siguientes pasos: Recolección del Ichu, Pre quemado, Análisis Térmico Diferencial, Fluorescencia de Rayos X, Quemado, Tamizado por la malla N° 200.



**Figura N° 6:** *Secuencia para la Obtención de la Ceniza de Ichu*

Fuente: Elaboración Propia

El Ichu o Stipa es una planta que se encuentra en toda la sierra Andina a más de 3000 msnm, para recolectar el ichu es necesario cortar la planta con una hoz.



**Figura N° 7:** *Recolección y Secado del ichu*

Fuente: Elaboración Propia



**Figura N° 8:** *Pre Quemado del Ichu*

Fuente: Elaboración Propia

La realización del pre quemado se realizó previo al quemado, con el pre quemado tenemos una disminución de volumen del ichu y esta se realizó en una superficie de concreto pulida y limpia, para evitar impurezas en la ceniza ver Figura N° 8.

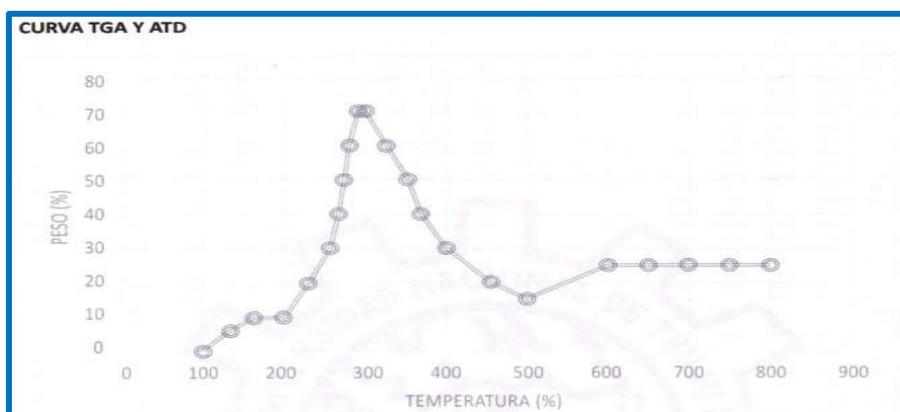
El proceso del quemado se realizó en el horno MUFLA a una temperatura de 360 C° por un tiempo de 2 horas, tal como se determinó en el Análisis Termo Diferencial (DTA).



**Figura N° 9:** Quemado del Ichu en el Horno MUFLA

Fuente: Elaboración Propia

Para el Análisis Termo diferencial, el proceso del quemado se realizó a una muestra de 35 mg de ceniza de ichu a una temperatura de 270 y 360 C° por un tiempo de 2 horas, indicando una temperatura pico de 303 C°, en el Laboratorio de Servicios a la Comunidad e Investigación (LASACI), Facultad de Ingeniería Química, de la Universidad Nacional de Trujillo.



**Figura N° 10:** Curva Análisis Termo Diferencial DTA de la Ceniza de Ichu

Fuente: Reporte de Medición del DTA - UNT

El tamizado de las cenizas se realiza después del quemado, se tamiza con el tamiz N° 200 para alcanzar partículas menores a los 75µm, debido a que un tamaño menor influye en la reactividad de la ceniza.



**Figura N° 11:** Tamizado de la Ceniza de Ichu con el Tamiz N° 200

Fuente: Elaboración Propia

Para calcular el peso total de ichu necesario para ser calcinado, se realizó una comparación para una muestra de 1000 gr, el cual corresponde a la muestra inicial de estudio.

**Tabla N° 18:** Comparativa de la Reducción Después de la Calcinación del Ichu

Características	Ichu	Ceniza Pre Quemada	Ceniza quemada	Ceniza Tamizada T. N° 200
Peso	1000 gr	86 gr	65 gr	50 gr
Porcentaje Restante	100 %	8.6 %	6.5 %	5 %
Color	Crema	Gris oscuro	Gris	Gris claro
Aspecto	De Paja	Partículas Gruesas	Polvo	Polvo Fino
Tamaño	40 – 50 cm	< 3 cm	< 1 mm	<75µm

Fuente: Elaboración Propia

Peso total de Ichu para ser calcinado para las combinaciones de cenizas:

Combinación I = (1.5%CI + 3.5%CCH).

Combinación II = (2%CI + 5.5%CCH).

Combinación III = (3%CI + 7%CCH).

Peso total de ceniza de Ichu requerida, se observa en la Tabla N° 19.

Tabla N° 19: Peso de la Ceniza de Ichu por Combinación

Ceniza de Ichu	Combinación I	Combinación II	Combinación III
Porcentaje	1.5 %	2 %	3%
Peso	0.26 Kg	0.35 Kg	0.52 Kg
<b>Peso total</b>		<b>1.13 Kg</b>	

Fuente: Elaboración Propia

De la Tabla N° 18 Y la Tabla N° 19 tenemos:

50 gr -----> 1000 gr

1.13 Kg -----> X

X = 22.6 Kg

Por tanto, la cantidad de Ichu requerida para este estudio es **22.6 Kg**.

La composición de Óxidos se determinó mediante el ensayo de Fluorescencia de Rayos X, con este estudio se determinó los porcentajes de óxidos presentes en la ceniza de Ichu, el ensayo se realizó en la Universidad Nacional de Trujillo, en el Laboratorio de Servicios a la Comunidad e Investigación (LASACI), Facultad de Ingeniería Química.

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos X marca BRUKER, modelo S2-PICOFOX. Fuente de rayos X: tubo de Mo. Tiempo de medida: 2000 segundos. Se analizó 25 mg de la muestra de ceniza de ichu, la cual fue tamizada previamente por la malla N° 200, el Método basado en la norma ASTM C25, Volumetría USAQ-ME06.



Figura N° 12: Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X Marca BRUKER, Modelo S2-PICOFOX

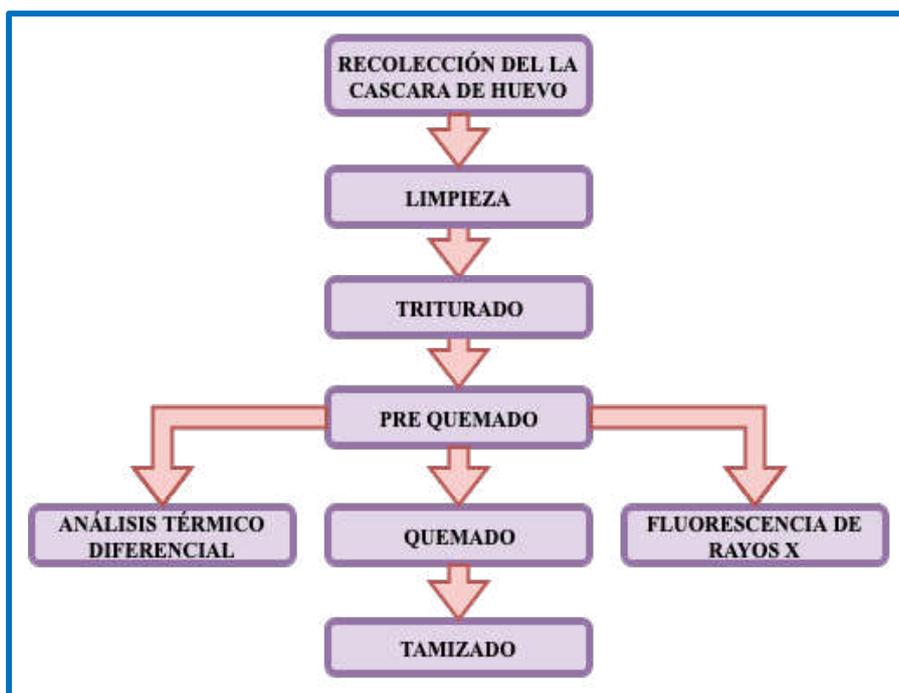
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° 20:** Análisis Químico de la Ceniza de Ichu. Porcentaje de Oxido

PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA
SiO <sub>2</sub>	%	41.23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	2.36
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	1.45
CaO	%	0.52
MgO	%	0.23
K <sub>2</sub> O	%	0.07
Na <sub>2</sub> O	%	0.04
TiO <sub>2</sub>	%	0.01

Fuente: Reporte de Medición del Fluorescencia de Rayos X - UNT

El proceso para la obtención de la ceniza de cáscara de huevo, empieza desde la recolección de la cáscara de huevo, se puede obtener en los domicilios, en su mayoría de las panaderías, debido a que son desperdicios, después de la recolección empieza la limpieza, seguidamente el pre quemado, el Análisis Térmico diferencial (DTA), Fluorescencia de rayos X, después el quemado, finalmente el tamizado.



**Figura N° 13:** Secuencia para la Obtención de Ceniza de Cascar de Huevo

Fuente: Elaboración Propia



**Figura N° 14:** *Recolección, Limpieza y Triturado de la Cáscara de Huevo*

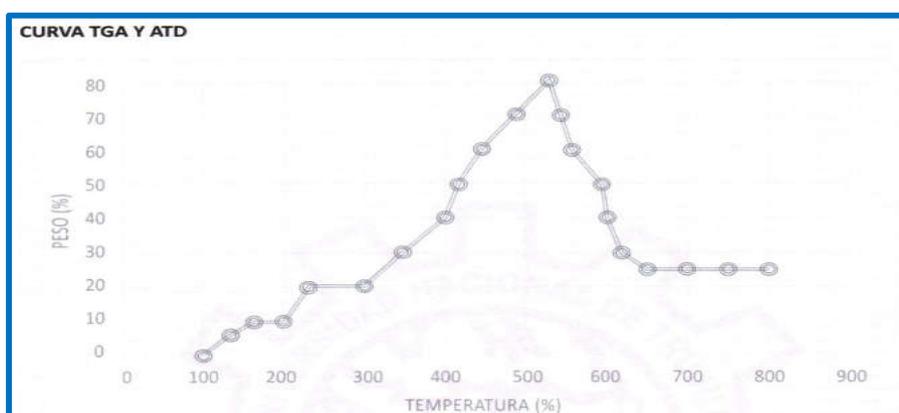
Fuente: Elaboración Propia



**Figura N° 15:** *Ceniza de Ichu, Tamizado, Ceniza Resultante tras el Tamizado*

Fuente: Elaboración Propia

El triturado de la cáscara de huevo se realiza para reducir el volumen, para realizar el pre quemado, el proceso del quemado se realizó a una muestra de 35 mg de ceniza de ichu a una temperatura de 530 C° por un tiempo de 3 horas aproximadamente, en el Laboratorio de Servicios a la Comunidad e Investigación (LASACI), Facultad de Ingeniería Química, de la Universidad Nacional de Trujillo.



**Figura N° 16:** *Curva Análisis Termo Diferencial DTA de la Ceniza de Cáscara de Huevo*

Fuente: Reporte de Medición del DTA - UNT

Para calcular el peso total de la cáscara de huevo a ser calcinado, se realizó una comparación para una muestra de 1000 gr, el cual corresponde a la muestra inicial de estudio.

**Tabla N° 21:** Comparativa de la Reducción Después de la Calcinación de la C. de Huevo

Características	C. Huevo	Ceniza Pre Quemada	Ceniza quemada	Ceniza Tamizada T. N° 200
Peso	1000 gr	430 gr	390 gr	350 gr
Porcentaje Restante	100 %	43 %	39 %	35 %
Color	Crema	Gris oscuro	Gris	Gris claro
Aspecto	De Paja	Partículas Gruesas	Polvo	Polvo Fino
Tamaño	40 – 50 cm	< 3 cm	< 1 mm	<75um

Fuente: Elaboración Propia

Peso total de la cáscara de Huevo para ser calcinado para las combinaciones de cenizas:

Combinación I = (1.5%CI + 3.5%CCH).

Combinación II = (2%CI + 5.5%CCH).

Combinación III = (3%CI + 7%CCH).

Peso total de ceniza de C. de Huevo requerida, se observa en la Tabla N° 22.

**Tabla N° 22:** Peso de la Ceniza de la Cáscara de Huevo por Combinación

Ceniza de C. H.	Combinación I	Combinación II	Combinación III
Porcentaje	3.5 %	5.5 %	7%
Peso	0.61 Kg	0.96 Kg	1.22 Kg
<b>Peso total</b>		<b>2.80 Kg</b>	

Fuente: Elaboración Propia

De la Tabla N° 21 y la Tabla N° 22 tenemos:

350 gr -----> 1000 gr

2.80 Kg -----> X

X = 8 Kg

Por tanto, la cantidad cáscara de Huevo requerida para este estudio es **8 Kg**.

La composición de Óxidos se determinó mediante el ensayo de Fluorescencia de Rayos X, con este estudio se determinó los porcentajes de óxidos presentes en la ceniza de cáscara de huevo, el ensayo se realizó en la Universidad Nacional de Trujillo, en el Laboratorio de Servicios a la Comunidad e Investigación (LASACI), Facultad de Ingeniería Química.

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos X marca BRUKER, modelo S2-PICOFOX. Fuente de rayos X: tubo de Mo. Tiempo de medida: 2000 segundos. Se analizó 25 mg de la muestra de ceniza de ichu, la cual fue tamizada previamente por la malla N° 200, el Método basado en la norma ASTM C25, Volumetría USAQ-ME06.

**Tabla N° 23:** *Análisis Químico de la Ceniza de Cáscara de Huevo. Porcentaje de Oxido*

Óxido	Unidades	Muestra
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	6.202
SiO <sub>2</sub>	%	2.712
SO <sub>2</sub>	%	0.436
cLO <sub>2</sub>	%	0.293
K <sub>2</sub> O	%	0.216
CaO	%	88.801
MnO	%	0.004
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.062
NiiO <sub>3</sub>	%	0.014
CuO	%	0.763
ZnO	%	0.381
AS <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0.005
SrO	%	0.093
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.001
ZrO <sub>2</sub>	%	0.007

Fuente: Reporte del ensayo de Fluorescencia de Rayos X - UNT

Para la determinación del PH de las cenizas obtenidas, y en combinación con el cemento Sol tipo I; para las combinaciones: Patron cemento al 100%; para la Combinación I (1.5%CI + 3.5%CCH) cemento al 95%; para la Combinación II (2%CI + 5.5%CCH) cemento al 92.5%; Combinación III (3%CI + 7%CCH) cemento al 90%; a continuación, se muestran los PH del cemento, las cenizas puras y en combinación.

**Tabla N° 24:** *Potencial de Hidrogeno del Cemento Sol*

<b>Muestra</b>	<b>PH</b>
Cemento Sol Tipo I	12.42

Fuente: Resultados de Laboratorio de Suelos y Aguas -UNASAM

**Tabla N° 25:** *Potencial de Hidrogeno de la Ceniza de Ichu (CI)*

<b>Muestra</b>	<b>PH</b>
Ceniza de Ichu	11.41

Fuente: Resultados de Laboratorio de Suelos y Aguas -UNASAM

**Tabla N° 26:** *Potencial de Hidrogeno de la Ceniza de Cáscara de Huevo (CCH)*

<b>Muestra</b>	<b>PH</b>
Ceniza de Cáscara de Huevo	10.48

Fuente: Resultados de Laboratorio de Suelos y Aguas -UNASAM

**Tabla N° 27:** *P.H. de la Combinación I (1.5%CI + 3.5%CCH) cemento al 95%*

<b>Muestra</b>	<b>PH</b>
Cemento al 95% + 5% de la Combinación (1.5% Ceniza de Ichu + 3.5 % de Ceniza de Cáscara de Huevo)	12.31

Fuente: Resultados de Laboratorio de Suelos y Aguas -UNASAM

**Tabla N° 28:** *P. H. de la Combinación II (2%CI + 5.5%CCH) cemento al 92.5%*

<b>Muestra</b>	<b>PH</b>
Cemento al 92.5% + 7.5% de la Combinación (2% Ceniza de Ichu + 5.5 % de Ceniza de Cáscara de Huevo)	12.25

Fuente: Resultados de Laboratorio de Suelos y Aguas -UNASAM

**Tabla N° 29:** *P. H. de la Combinación III (3%CI + 7%CCH) cemento al 90%*

<b>Muestra</b>	<b>PH</b>
Cemento al 90% + 10% de la Combinación (3% Ceniza de Ichu + 7 % de Ceniza de Cáscara de Huevo)	12.18

Fuente: Resultados de Laboratorio de Suelos y Aguas -UNASAM

De los resultados obtenidos se concluye que las muestras son fuertemente alcalinas y que, al realizar la mezcla de CI, CCH y Cemento, se obtiene un pH de similar alcalinidad al del Cemento. Por lo que tienen un pH adecuado para ser trabajados en la investigación.

Para la determinación Agua-Cemento del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , se tomó en cuenta los parámetros del diseño ACI, para el Factor de seguridad, para fines de laboratorio, no contempla el Factor de seguridad. Por lo que el  $f'cr = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , se trabajara con un Slump de 3 a 4", los agregados tienen las siguientes propiedades:

**Tabla N° 30:** *Propiedades de los Materiales para el Concreto Patron*

<b>CONDICIONES GENERALES</b>	
Resistencia a la compresión a los 28 Días Será	<b>210 Kg/cm<sup>2</sup></b>
Consistencia	Plástica
Factor de seguridad	No
<b>MATERIALES</b>	
<b>Cemento</b>	
Sol Tipo I	
Peso Específico del Cemento	3.15 gr/cm <sup>3</sup>
<b>Agua</b>	
	Agua Potable
<b>Agregado Fino</b>	
Peso específico de Masa	2.66 gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	1.42 %
Contenido de Humedad	4.58 %
Peso unitario suelto seco	1.62 gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario compactado seco	1.76 gr/cm <sup>3</sup>
Módulo de Fineza	2.9
<b>Agregado Grueso</b>	
Tamaño máximo Nominal	3/4"
Peso específico de Masa	2.75 gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	0.70 %
Contenido de Humedad	1.67 %
Peso unitario suelto seco	1.39 gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario compactado seco	1.51 gr/cm <sup>3</sup>

Fuente: Ver Apéndice

**Tabla N° 31:** Relación a/c por P. E. del Cemento y en Combinación con la Ceniza

<b>Material</b>	<b>Cemento (Patro)</b>	<b>combinación I Cemento + (1.5CI% + 3.5%CCH)</b>	<b>combinación II Cemento + (2CI% + 5.5%CCH)</b>	<b>combinación III Cemento + (3CI% + 7%CCH)</b>
Peso Especifico	3.15	3.09	3.05	3.00
Relación a/c	0.559	0.589	0.605	0.622

Fuente: Ver Apéndice

Del método Comité ACI se determinó los siguientes resultados para la relación de a/c; para la combinación I, Combinación II, Combinación III como se Observa en la Tabla N° 31.

**Tabla N° 32:** Proporción por Bolsa de Cemento para el Concreto Patron

<b>Mezcla</b>	<b>Cemento</b>	<b>Agr. Grueso</b>	<b>Agr. Fino</b>	<b>a/c</b>
Corregido por Humedad	1	3.125	3.153	0.559

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° 33:** Cantidad de los Materiales del Diseño de Mezcla Patron

<b>Cant. Moldes</b>	<b>1 m3 (Kg)</b>	<b>1 Prob. Patron (Kg)</b>	<b>3 Prob. Patron (Kg)</b>	<b>6 Prob. Patron (Kg)</b>	<b>9 Prob. Patron (Kg)</b>
Cemento	299.71	1.92	5.76	11.53	17.29
Agua	167.49	1.07	3.22	6.44	9.66
Agr. Grueso	936.50	6.00	18.01	36.02	54.03
Agr. Fino	945.03	6.06	18.17	36.35	54.52
<b>Total</b>	<b>2348.73</b>	<b>15.06</b>	<b>45.17</b>	<b>90.33</b>	<b>135.50</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° 34:** Cantidad de materiales para el diseño de mezcla (1.5%CI + 3.5%CCH)

<b>Cant. Moldes</b>	<b>1 m3 (Kg)</b>	<b>1 Probeta (Kg)</b>	<b>3 Probeta (Kg)</b>	<b>6 Probeta (Kg)</b>	<b>9 Probeta (Kg)</b>
Cemento	284.72	1.83	5.48	10.95	16.43
C. Ichu	4.50	0.03	0.09	0.17	0.26
C.C. Huevo	10.49	0.07	0.20	0.40	0.61
Agua	167.64	1.07	3.22	6.45	9.67
Agr. Grueso	936.50	6.00	18.01	36.02	54.03
Agr. Fino	939.97	6.03	18.08	36.15	54.23
<b>Total</b>	<b>2343.82</b>	<b>15.02</b>	<b>45.07</b>	<b>90.14</b>	<b>135.21</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° 35:** Cantidad de materiales para el diseño de mezcla (2%CI + 5.5%CCH)

<b>Cant. Moldes</b>	<b>1 m3 (Kg)</b>	<b>1 Probeta (Kg)</b>	<b>3 Probeta (Kg)</b>	<b>6 Probeta (Kg)</b>	<b>9 Probeta (Kg)</b>
Cemento	277.23	1.78	5.33	10.66	15.99
C. Ichu	5.99	0.04	0.12	0.23	0.35
C.C. Huevo	16.48	0.11	0.32	0.63	0.95
Agua	167.75	1.08	3.23	6.45	9.68
Agr. Grueso	936.50	6.00	18.01	36.02	54.03
Agr. Fino	936.49	6.00	18.01	36.02	54.03
<b>Total</b>	<b>2340.44</b>	<b>15.00</b>	<b>45.01</b>	<b>90.01</b>	<b>135.02</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° 36:** Cantidad de materiales para el diseño de mezcla (3%CI + 7%CCH)

<b>Cant. Moldes</b>	<b>1 m3 (Kg)</b>	<b>1 Probeta (Kg)</b>	<b>3 Probeta (Kg)</b>	<b>6 Probeta (Kg)</b>	<b>9 Probeta (Kg)</b>
Cemento	269.74	1.73	5.19	10.37	15.56
C. Ichu	8.99	0.06	0.17	0.35	0.52
C.C. Huevo	20.98	0.13	0.40	0.81	1.21
Agua	167.88	1.08	3.23	6.46	9.69
Agr. Grueso	936.50	6.00	18.01	36.02	54.03
Agr. Fino	932.00	5.97	17.92	35.84	53.77
<b>Total</b>	<b>2336.09</b>	<b>14.97</b>	<b>44.92</b>	<b>89.85</b>	<b>134.77</b>

Fuente: Elaboración Propia



**Figura N° 17:** Slump del diseño de mezcla patron y combinaciones

Fuente: Elaboración propia

El slump para el diseño patron y experimentales fueron de 3” que está en el rango de Comité ASI para un diseño  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  (3” – 4”).

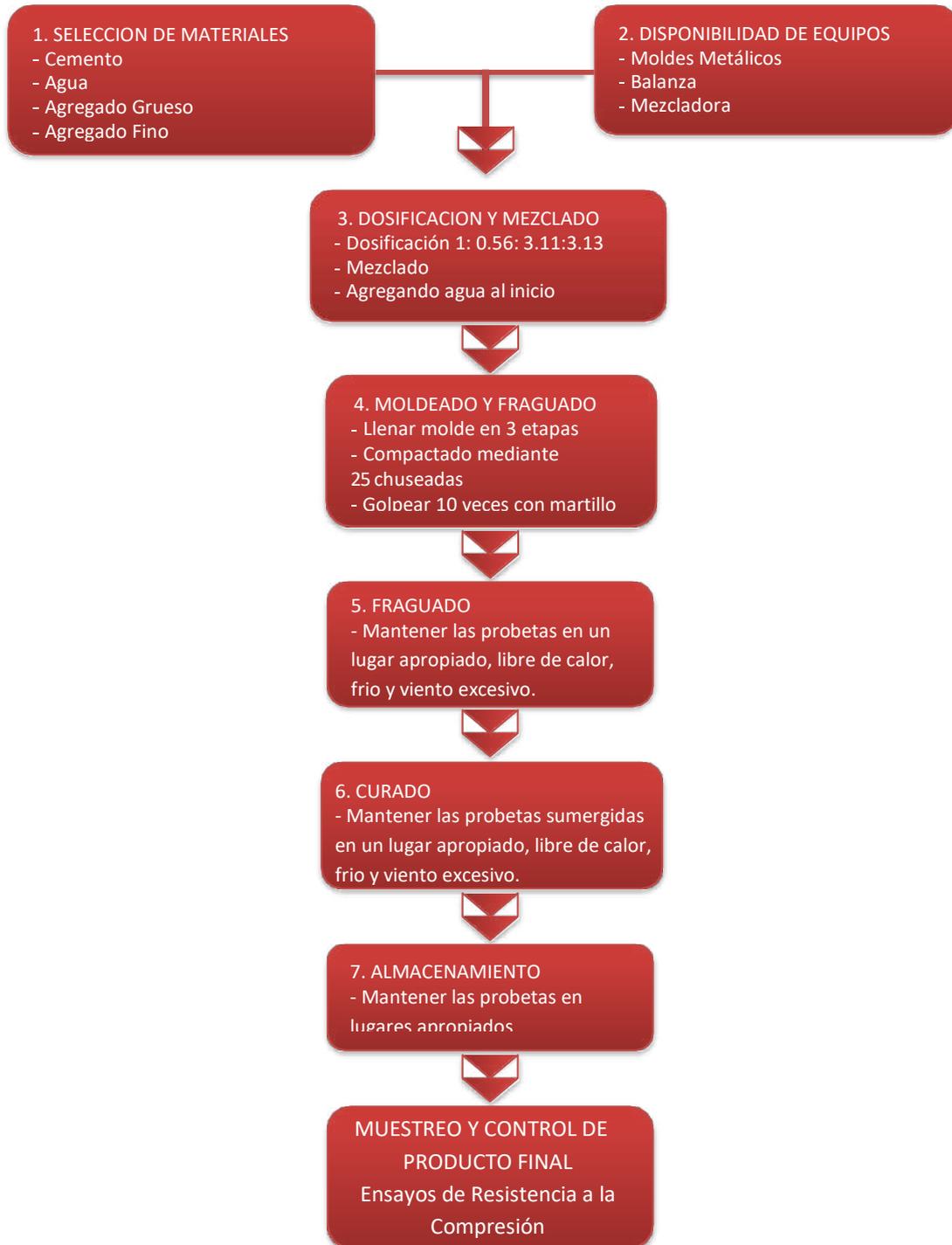
El Esquema para la elaboración de probetas patron, elaboración de probetas experimentales, resistencia a la compresión de los concretos patron y experimentales a los 7, 14 y 28 días, análisis y comparación de resultados es el siguiente:



**Figura N° 18:** Esquema para Elaboración de Concreto Patron

Fuente: Elaboración Propia

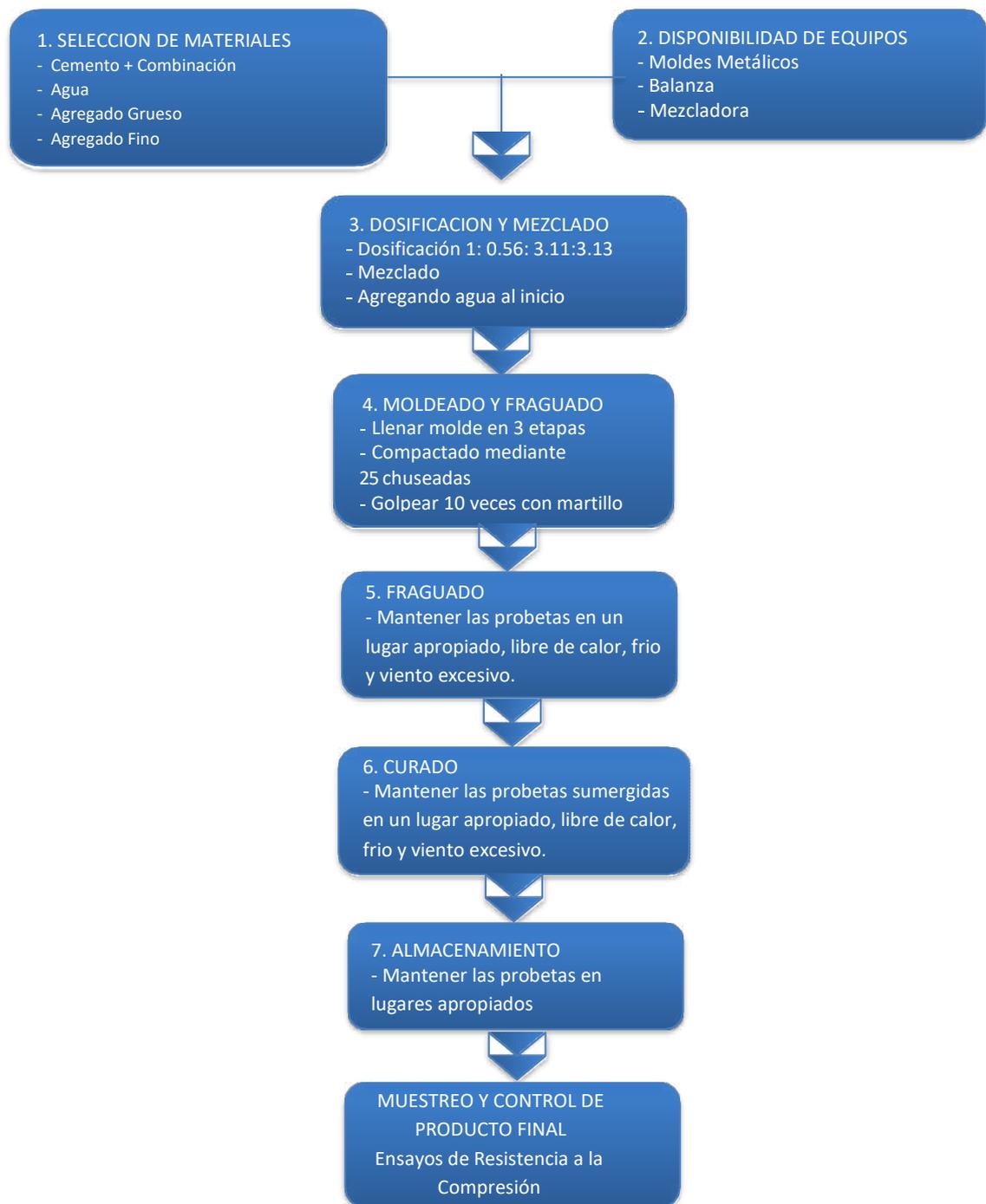
Para la elaboración del concreto patron y la resistencia a compresión se realizó el flujograma siguiente:



**Figura N° 19:** *Flujograma de Producción de Concreto  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$  Patron*

Fuente: Elaboración propia

Para la elaboración del concreto experimental para la resistencia a compresión se realizó el flujograma siguiente:



**Figura N° 20:** *flujograma de Producción de Concreto  $f=210\text{kg/cm}^2$  Experimental*

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° 37:** Resistencia a la Compresión de Concreto Patron

Muestra	Probeta (Código)	Curado (Días)	Fecha Moldeo		Peso (Kg)	Ø (Cm)	Area (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kgf)	Σ (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Σ Prom. (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Σ Minima (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Resistencia Obtenida
			Moldeo	Rotura								
Dosificación Patron con 100% de Cemento	P1 - P	7	16/04/2019	23/04/2019	13.10	15.00	176.71	31915	180.60	180.87	70%	86.10%
	P2 - P				13.25	15.15	180.27	32754	181.70		147	
	P3 - P				13.00	15.20	181.46	32717	180.30			
	P4 - P	14	16/04/2019	30/04/2019	13.00	15.20	181.46	33951	187.10	189.27	85%	90.10%
	P5 - P				13.20	15.15	180.27	33890	188.00		178.5	
	P6 - P				13.00	15.10	179.08	34508	192.70			
	P7 - P	28	16/04/2019	14/05/2019	13.10	15.20	181.46	39340	216.80	215.27	100%	102.50%
	P8 - P				13.10	15.20	181.46	38723	213.40		210	
	P9 - P				13.20	15.15	180.27	38865	215.60			

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos Concretos y Pavimentos – USP- Huaraz

**Tabla N° 38:** Dosificación Cemento 95% + 5% de la Combinación (1.5%CI + 3.5%CCH)

Muestra	Probeta (Código)	Curado (Días)	Fecha Moldeo		Peso (Kg)	Ø (Cm)	Area (Cm2)	Carga (Kgf)	Σ (Kg/Cm2)	Σ Prom. (Kg/Cm2)	Σ Mínima (Kg/Cm2)	Resistencia Obtenida
			Rotura									
			Moldeo	Rotura								
Dosificación Cemento 95% + 5% de la Combinación (1.5%CI + 3.5%CCH)	P1 - C I	7	16/04/2019	23/04/2019	13.10	15.10	179.08	35296	197.10	192.70	70%	91.80%
	P2 - C I				13.15	15.15	180.27	35404	196.40		147	
	P3 - C I				13.20	15.20	181.46	33497	184.60			
	P4 - C I	14	16/04/2019	30/04/2019	13.00	15.15	180.27	36107	200.30	197.70	85%	94.10%
	P5 - C I				13.10	15.10	179.08	35296	197.10		178.5	
	P6 - C I				13.10	15.20	181.46	35511	195.70			
	P7 - C I	28	16/04/2019	14/05/2019	13.20	15.10	179.08	38968	217.60	217.97	100%	103.80%
	P8 - C I				13.20	15.20	181.46	39467	217.50		210	
	P9 - C I				30.15	15.15	180.27	39442	218.80			

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos Concretos y Pavimentos – USP- Huaraz

**Tabla N° 39:** Dosificación Cemento 92.5% + 7.5% de la Combinación (2%CI +5.5%CCH)

Muestra	Probeta (Código)	Curado (Días)	Fecha Moldeo		Peso (Kg)	Ø (Cm)	Area (Cm2)	Carga (Kgf)	Σ (Kg/Cm2)	Σ Prom. (Kg/Cm2)	Σ Mínima (Kg/Cm2)	Resistencia Obtenida
			Moldeo	Rotura								
Dosificación Cemento 92.5% + 7.5% de la Combinación (2%CI + 5.5%CCH)	P1 - C II	7	16/04/2019	23/04/2019	13.00	15.15	180.27	35693	198.00	173.67	70%	82.70%
	P2 - C II				13.10	15.20	181.46	22682	125.00		147	
	P3 - C II				13.10	15.10	179.08	35458	198.00			
	P4 - C II	14	16/04/2019	30/04/2019	13.20	15.15	180.27	38902	215.80	218.97	85%	104.30%
	P5 - C II				13.00	15.20	181.46	39903	219.90		178.5	
	P6 - C II				13.10	15.15	180.27	39875	221.20			
	P7 - C II	28	16/04/2019	14/05/2019	13.10	15.20	181.46	40465	223.00	224.87	100%	107.10%
	P8 - C II				13.20	15.15	180.27	40506	224.70		210	
	P9 - C II				13.00	15.15	180.27	40902	226.90			

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos Concretos y Pavimentos – USP- Huaraz

**Tabla N° 40:** Dosificación Cemento 90% + 10% de la Combinación (3%CI + 7%CCH)

Muestra	Probeta (Código)	Curado (Días)	Fecha		Peso (Kg)	Ø (Cm)	Area (Cm2)	Carga (Kgf)	Σ (Kg/Cm2)	Σ Prom. (Kg/Cm2)	Σ Mínima (Kg/Cm2)	Resistencia Obtenida
			Moldeo	Rotura								
			Moldeo	Rotura								
Dosificación Cemento 90% + 10% de la Combinación III (3%CI + 7%CCH)	P1 - C III	7	16/04/2019	23/04/2019	13.15	15.20	181.46	34767	191.60	192.77	70%	91.80%
	P2 - C III				13.20	15.15	180.27	35422	196.50		147	
	P3 - C III				13.00	15.15	180.27	34287	190.20			
	P4 - C III	14	16/04/2019	30/04/2019	13.10	15.10	179.08	35869	200.30	198.60	85%	94.60%
	P5 - C III				13.10	15.10	179.08	36084	201.50		178.5	
	P6 - C III				13.20	15.15	180.27	34972	194.00			
	P7 - C III	28	16/04/2019	14/05/2019	13.20	15.20	181.46	40864	225.20	221.70	100%	105.60%
	P8 - C III				13.25	15.20	181.46	38923	214.50		210	
	P9 - C III				13.20	15.20	181.46	40901	225.40			

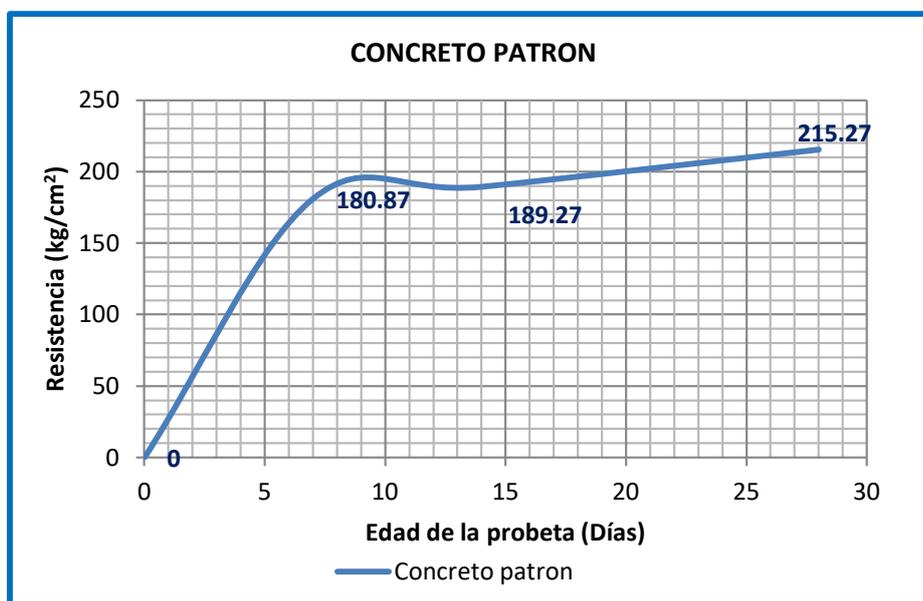
Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos Concretos y Pavimentos – USP- Huaraz

Resumen de la resistencia a compresión del concreto patron y en combinación, por los días de curado, como se observa en la Tabla 41 tenemos resultados favorables que superan al diseño patron.

**Tabla N° 41:** Resistencia a la compresión de  $f'c=210Kg/cm^2$  con una sustitución de 5%, 7.5% y 10% por la combinación de CI y CCH

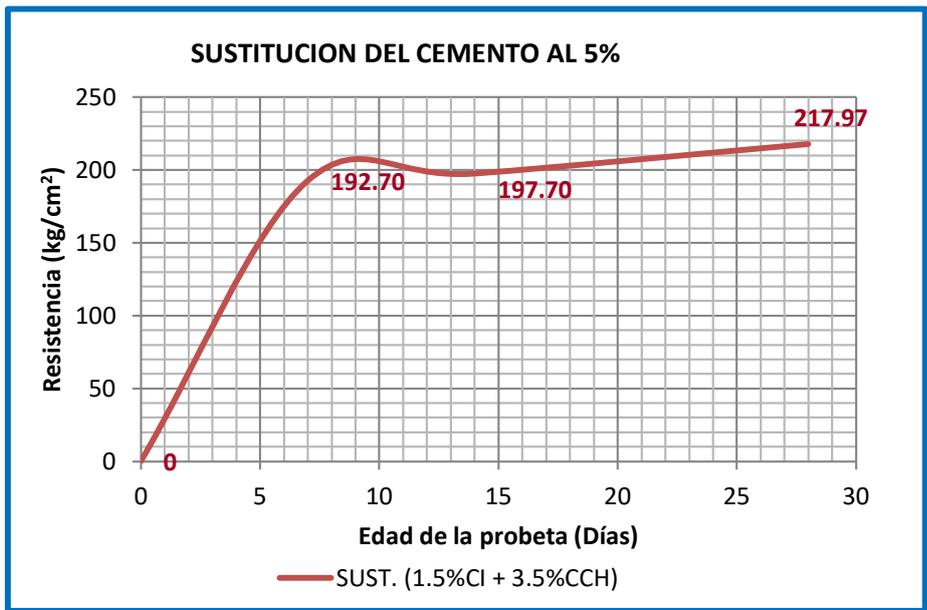
Días de Curado	Patron	Resistencia de Concreto con Sustitución		
		(1.5%CI + 3.5%CCH)	(2%CI + 5.5%CCH)	(3%CI + 7%CCH)
7	180.87	192.70	173.67	192.77
14	189.27	197.70	218.97	198.60
28	215.27	217.97	224.87	221.70

Fuente: Resultados de ensayos del laboratorio de la USP - Huaraz



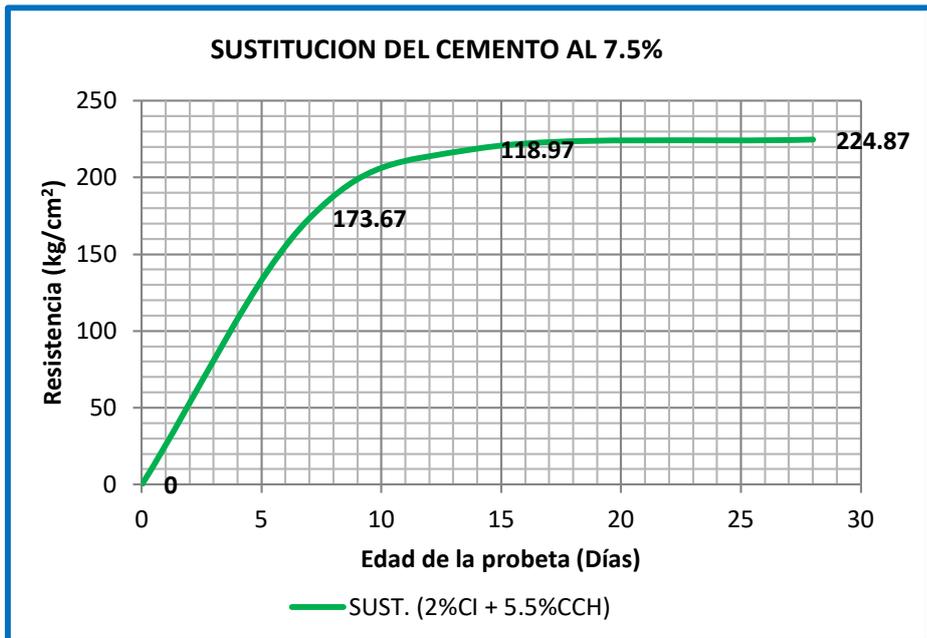
**Figura N° 21:** Tendencia de las Resistencias a la Compresión promedio a los 7, 14 y 28 días para el concreto Patron

Fuente: Tabla N° 41



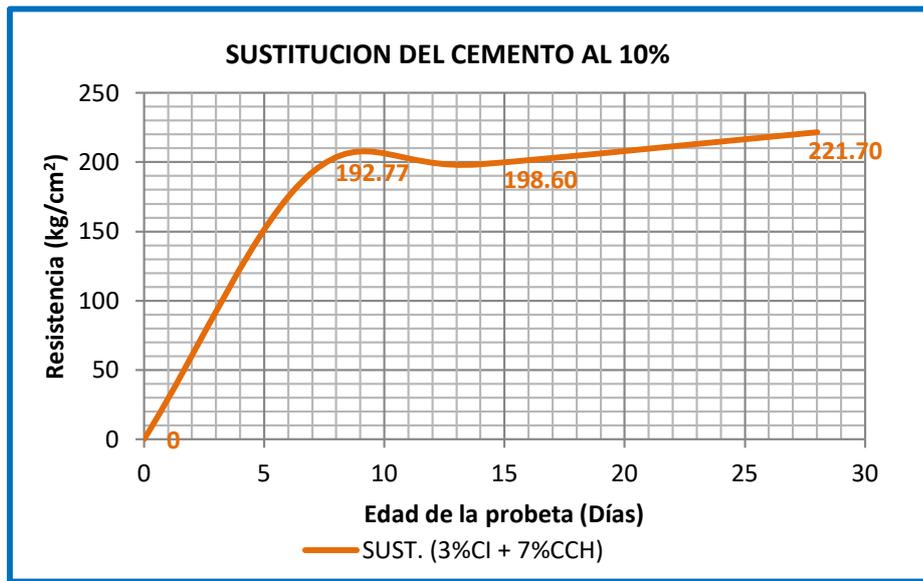
**Figura N° 22:** Tendencia de las Resistencias a la Compresión promedio a los 7, 14 y 28 días para el Concreto con Sustitución del Cemento en 5%

Fuente: Tabla N° 41



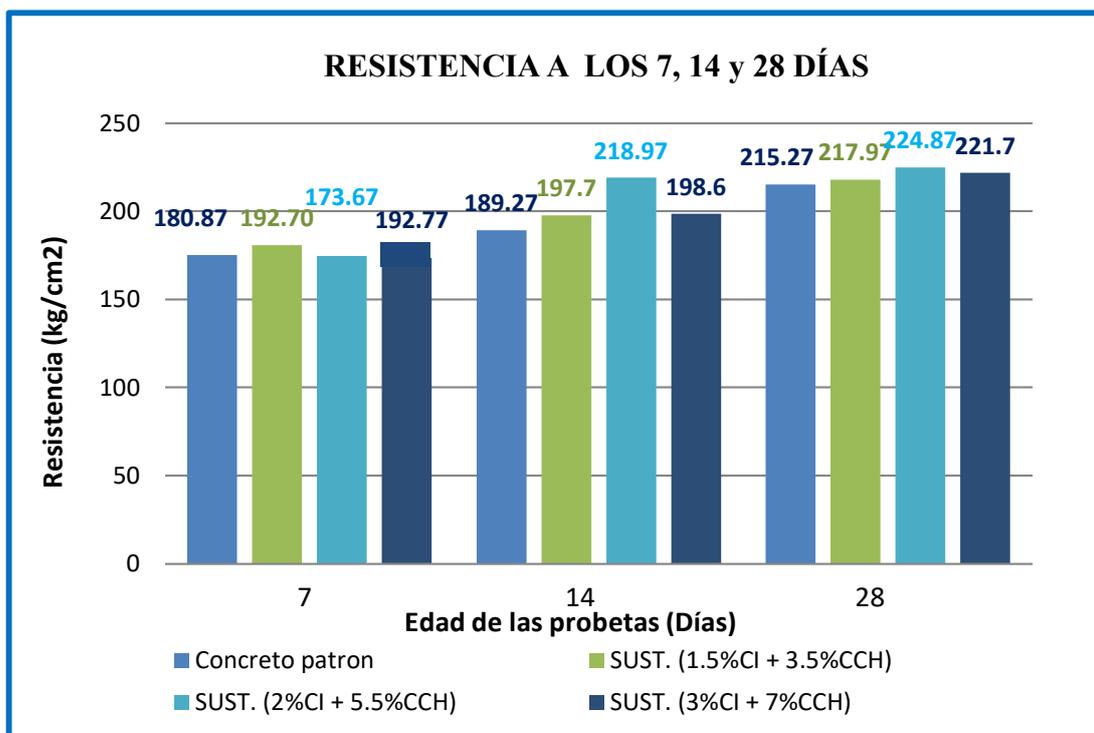
**Figura N° 23:** Tendencia de las Resistencias a la Compresión promedio a los 7, 14 y 28 días para el Concreto con Sustitución del Cemento en 7.5%

Fuente: Tabla N° 41



**Figura N° 24:** Tendencia de las Resistencias a la Compresión promedio a los 7, 14 y 28 días para el Concreto con Sustitución del Cemento en 10%

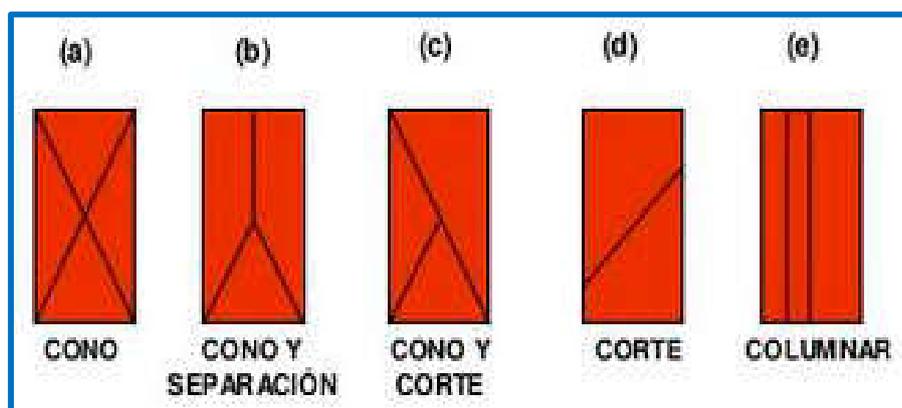
Fuente: Tabla N° 41



**Figura N° 25:** Tendencia de las Resistencias a la Compresión promedio a los 7, 14 y 28 días para el Concreto Patron, Sustitución del Cemento en 5%, 7.5% y 10%

Fuente: Elaboración Propia

Para una comparativa de fallas tenemos la imagen siguiente, donde encontramos los tipos de fallas para probetas sometidas a compresión para las diferentes edades de curado de concreto.



**Figura N° 26:** *Tipos de Fallas*

Fuente: (Matías, 2018; p.48)

La mayoría de las probetas presentaron las fallas que se muestran en la Figura N° 21, la falla que predominó en las roturas fue la falla columnar.



**Figura N° 27:** *Tipos de Fallas que presentaron en las Probetas de Corte y Columnar*

Fuente: Elaboración Propia

La Hipótesis se validó con el uso del Programa SPSS v25; el cual validó el tiempo de curado a los 7,14 y 28 días, considerando 4 diseños de concreto a ser evaluados. El concreto Patron, es el concreto con 100% de cemento, Concreto reemplazando al 5% del Cemento por una combinación de Ceniza de Ichu (CI) más la Ceniza de Cáscara de Huevo (CCH), Concreto reemplazando al 7.5% del Cemento por

una combinación de Ceniza de Ichu (CI) más Ceniza de Cáscara de Huevo (CCH) y Concreto reemplazando al 10% del Cemento por una combinación de Ceniza de Ichu (CI) más Ceniza de Cáscara de Huevo (CCH). Para el análisis de la varianza con el ANOVA se tomaron los siguientes factores como: Factores a la edad de rotura, Tipo de concreto y Resistencia a la compresión.

De lo mencionado anteriormente se tomó las siguientes Hipótesis:

**H0:** Las medias de las resistencias a la compresión del concreto son iguales para los diferentes tipos de concreto.

**H1:** Las medias de las resistencias a la compresión del concreto no son iguales para los diferentes tipos de concreto.

Se tomó en cuenta la Tabla N° 41, en la que se muestran las probetas promedio de acuerdo a la edad de curado para la Varianza ANOVA.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de Normalidad y Homogeneidad de varianzas de las resistencias medias obtenidas en las probetas de concreto para cada tratamiento (sustitución de dos porcentajes de cemento, por ceniza de Ichu y Ceniza de Cáscara de Huevo). Se realizó el cálculo para verificar las hipótesis de las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas, el nivel de confianza que se usó en el Programa SPSS es del 95 %.

**Tabla N° 42:** *Cálculo de la Prueba ANOVA para Verificar las Diferencias Entre las Medias de las Resistencias a la Compresión de las Probetas*

<b>Origen</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media Cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Sustitución	415.860	2	257.990	7.1349	0.44
Días de Curado	1039.366	2	565.338	13.861	0.13
Error	140.415	4	35.114		
<b>Total</b>	<b>1595.641</b>	<b>8</b>			

Fuente: Resultados de ensayos en laboratorio de la USP - Huaraz

De la Tabla N° 42 se visualizar que el  $p\text{-value} < \alpha$  ( $0.044 < 0.050$ ) entonces podemos decir que: se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ : Resistencias medias iguales) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ : Resistencias medias no son Iguales).

Del cual se concluye que grado de error de 5% de significancia, las resistencias medias en  $\text{kg/cm}^2$  logradas en las probetas de la muestra patrón (cemento 100% sin sustitución), la muestra con sustitución de cemento en 5% por la combinación de CI más CCH (1.5%CI + 3.5%CCH) – experimental, la muestra con sustitución de cemento en 7.5% por la combinación de CI más CCH (2%CI + 5.5%CCH ) - experimental y la muestra con sustitución de cemento en 10% por la combinación de CI más CCH (3%CI + 7%CCH) – experimental, no son iguales. Siendo mayor la resistencia a la compresión en las probetas experimentales con sustitución de 7.5% de cemento.

Para los días de curado se tiene que:  $p\text{-value} < \alpha$  ( $0.013 < 0.05$ ) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas de concreto son diferentes a consecuencias del día de curado. De las pruebas de hipótesis se puede indicar que, las medias son diferentes respecto al tiempo de curado, aumentando las resistencias de las probetas de concreto.

De acuerdo al tipo de concreto con sustitución y sin sustituciones, se obtuvo que las probetas de concreto con sustituciones logran las mayores resistencias a la compresión.

Para las resistencias mínimas de concreto de acuerdo a sus edades, en las probetas patrón y experimentales en las edades distintas se logró superar el mínimo esperado. Tomando como las más importantes las de los 28 días. Mediante la prueba ANOVA, a los 28 días indican la resistencia de las probetas de concreto aumenta si se reemplaza al cemento 5%, 7.5% y 10%. Lo cual comprueba que al usarlos en una sola sustitución se logran resultados esperados.

#### IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos en los capítulos anteriores podemos analizar lo siguiente:

Con respecto al ensayo de granulometría de los agregados se observa en la Figura N° 4 y la Figura N° 5 que, ambas gráficas se encuentran dentro de los límites, el módulo de finura de la arena tiene un valor aceptable de 2.9, puesto que, está en el límite de aceptación que es de 2.6 a 3.1, para un concreto, lográndose con esto el desarrollo de un concreto que tiene un incremento en su resistencia, cabe señalar además que este valor del MF de la arena, dificultó en la consolidación de la mezcla ya que al tener un módulo de finura superior a los 2.6 se originó un problema de segregación en los ensayos iniciales, dando a ello un incremento del agregado fino en todos los diseños para tener una buena cohesión.

Con la caracterización de la ceniza de Ichu se realizó el estudio de Análisis Termo Diferencial (DTA), con la cual se obtiene la temperatura de calcinación, ver Figura N° 10, que es de 303 °C por un periodo de 2 horas aproximadamente, con estos datos se procede a quemar el ichu hasta conseguir la ceniza necesaria para las combinaciones, el cual se muestra en la Tabla N° 19, se determinó el peso total requerido de ceniza de ichu es para las combinaciones es de 1.13kg.

La composición de Óxidos se determinó mediante el ensayo de Fluorescencia de Rayos X, ver Tabla N° 20, los porcentajes de óxidos que predominan en la ceniza de ichu son: SiO<sub>2</sub> (Dióxido de Silicio) con un porcentaje de 41.23%, el Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Trióxido de aluminio) con un porcentaje de 2.36%, el Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Trióxido de Hierro) con un porcentaje de 1.45% y CaO (óxido de calcio) con un 0.52%, según el ASTM los Óxidos mencionados son materiales cementantes.

Para la caracterización de la ceniza de cáscara de Huevo se realizó el mismo estudio de la ceniza de ichu, el Análisis Termo Diferencial (DTA), con la cual se obtuvo la temperatura de calcinación, ver Figura N° 16, que es de 530 °C por un periodo de 3 horas aproximadamente, con estos datos se procede a quemar la cáscara

de Huevo hasta conseguir la ceniza necesaria para las combinaciones, el cual se muestra en la Tabla N° 22, el peso total requerido de ceniza de ichu es de 2.80kg.

La composición de Óxidos para la ceniza de cáscara de Huevo se determinó mediante el ensayo de Fluorescencia de Rayos X, ver Tabla N° 23, los porcentajes de óxidos que predominan en la ceniza de cáscara de Huevo son: SiO<sub>2</sub> (Dióxido de Silicio) con un porcentaje de 2.712%, el Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Trióxido de aluminio) con un porcentaje de 6.202%, el Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Trióxido de Hierro) con un porcentaje de 0.062% y CaO (óxido de calcio) con un 88.801%. Según el ASTM los Óxidos mencionados son materiales cementantes.

En cuanto al ensayo del Slump de la Figura N° 17, obtenemos resultados constantes; para el caso del concretos patron y con sustitución, se obtuvo un asentamiento de 3” el cual se encuentra en el rango 3” a 4” como se obtuvo en el diseño de mezcla del método ACI. Adicionalmente, podemos afirmar que la diferencia entre cada uno de los diseños, con distinta cantidad de cemento, tanto patrón como con sustitución, se observó que presentaban la misma consistencia y trabajabilidad.

La relación de a/c para el diseño de concreto  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ , patron y con sustitución del cemento en 5%, 7.5% y 10%, se muestra en la Tabla N° 31, la variación de cada relación a/c son mínimos, y esto se debe a la mínima diferencia de los Pesos Específicos del diseño de mezcla patron y sustitución.

La resistencia a la compresión del concreto patron para las edades de 7, 14 y 28 días se muestran en la Tabla N° 37, en la cual se consigue a los 7 días una resistencia promedio de  $f'c=180.87\text{kg/cm}^2$  con una resistencia obtenida de 86.10%, a los 14 días se obtiene una resistencia promedio de  $f'c=189.27\text{kg/cm}^2$  con una resistencia obtenida de 90.10% y a los 28 días se obtiene una resistencia promedio de  $f'c=215.27\text{kg/cm}^2$  con una resistencia obtenida de 102.5%; de estos resultados vemos que las resistencias obtenidas cumplen con el diseño.

Los resultados de la resistencia a compresión del concreto con sustitución del cemento en 5% por la Combinación de cenizas para las edades de 7, 14 y 28 días se muestran en la Tabla N° 38, en la cual se consigue a los 7 días una resistencia promedio

de  $f'c=192.70\text{kg/cm}^2$  con una resistencia obtenida de 91.80%, a los 14 días se obtiene una resistencia promedio de  $f'c=197.70\text{kg/cm}^2$  con una resistencia obtenida de 94.10% y a los 28 días se obtiene una resistencia promedio de  $f'c=217.97\text{kg/cm}^2$  con una resistencia obtenida de 103.8%; de estos resultados vemos que las resistencias obtenidas superan al diseño patron.

La resistencia a compresión del concreto con sustitución del cemento en 7.5% por la Combinación de cenizas para las edades de 7, 14 y 28 días se muestran en la Tabla N° 39, en la cual se consigue a los 7 días una resistencia promedio de  $f'c=173.67\text{kg/cm}^2$  con una resistencia obtenida de 82.70%, a los 14 días se obtiene una resistencia promedio de  $f'c=218.97\text{kg/cm}^2$  con una resistencia obtenida de 104.30% y a los 28 días se obtiene una resistencia promedio de  $f'c=224.87\text{kg/cm}^2$  con una resistencia obtenida de 107.10%; de estos resultados vemos que las resistencias obtenidas superan al diseño.

Los resultados de la resistencia a compresión del concreto con sustitución del cemento en 10% por la Combinación de cenizas para las edades de 7, 14 y 28 días se muestran en la Tabla N° 40, en la cual se consigue a los 7 días una resistencia promedio de  $f'c=192.77\text{kg/cm}^2$  con una resistencia obtenida de 91.80%, a los 14 días se obtiene una resistencia promedio de  $f'c=198.60\text{kg/cm}^2$  con una resistencia obtenida de 94.60% y a los 28 días se obtiene una resistencia promedio de  $f'c=221.70\text{kg/cm}^2$  con una resistencia obtenida de 105.60%; de estos resultados vemos que las resistencias obtenidas son menores al diseño para la sustitución de cemento por la combinación de cenizas de 7.5%.

De los resultados obtenidos se puede concluir que: la combinación con mejores resultados de resistencia a la compresión es la combinación II con el 7.5% de sustitución del cemento por la combinación de CI + CCH; estos resultados se fundamentan al oxido de  $\text{SiO}_2$  que actúa como catalizador estabilizante al contacto con el agua aumentando la resistencia en el concreto, el  $\text{CaO}$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$  también son cataliza que mejoran importamente el aspecto de la durabilidad del concreto ver Tabla N° 20 Y Tabla N° 23.

En la combinación del 7.5% (2% CCH + 5.5% CI) se obtiene un nuevo material cementante con propiedades químicas semejantes al del cemento, este nuevo material posee óxidos catalizadores y las combinaciones de las cenizas poseen un alto grado de alcalinidad que mejoran la resistencia del concreto.

Se valida las resistencias del concreto obtenidas de acuerdo a sus edades, para las probetas patrón y experimentales para las edades distintas, se logró superar el mínimo esperado, tomando como las más importantes los días de curado a los 28 días. Mediante la prueba ANOVA, los resultados indican la resistencia de las probetas de concreto aumenta si se reemplaza al cemento 5% (1.5% CI + 3.5% CCH), 7.5% (2% CI + 5.5% CCH) y 10% (3% CI + 7% CCH). Lo cual comprueba que al usar las combinaciones de las cenizas para sustituir parcialmente el cemento se logran resultados esperados ver Tabla N° 42.

## V. CONCLUSIONES

Con el Análisis Termo Diferencial se obtienen las diferentes temperaturas de calcinación; la temperatura de calcinación de la ceniza de Ichu es de 303°C, la temperatura de calcinación de la ceniza de cáscara de Huevo es 530°C.

Mediante el Método de Fluorescencia de rayos X, se determina la composición de óxidos por cada ceniza, el óxido que predomina en la ceniza de Ichu es el Dióxido de Silicio (SiO<sub>2</sub>) con un 41.23% ver Tabla N° 20, el óxido que predomina en la ceniza de cáscara de Huevo es el Trióxido de Calcio (CaO) con 88.801% ver Tabla N° 23; con la combinación de estas puzolanas podemos obtener un material con propiedades semejantes al del cemento.

La ceniza con mayor PH es la ceniza de Ichu con 11.41, el PH de la ceniza de cáscara de Huevo es 10.48; el PH para las diferentes combinaciones son:

Combinación I, Cemento al 95% + 5% de la Combinación (1.5% Ceniza de Ichu + 3.5 % de Ceniza de Cáscara de Huevo) PH = 12.31.

Combinación II, Cemento al 92.5% + 7.5% de la Combinación (2% Ceniza de Ichu + 5.5 % de Ceniza de Cáscara de Huevo) PH = 12.25.

Combinación III, Cemento al 95% + 10% de la Combinación (3% Ceniza de Ichu + 7 % de Ceniza de Cáscara de Huevo) PH = 12.18.

Con los PH obtenidos se concluye que las muestras son altamente alcalinas y el uso de estas aumenta la resistencia del concreto.

El peso específico para cada ceniza y su respectiva combinación son: Pe.CI = 1.80, Pe. CCH = 1.89, Pe. Para la combinación I Cemento + (1.5%CI +3.5%CCH) = 3.09, Pe. Para la combinación II Cemento + (2%CI +5.5%CCH) = 3.05 y Pe. Para la combinación III Cemento + (3%CI +7%CCH) = 3.00.

La relación agua cemento se calcula de acuerdo al comité ACI ver Tabla N° 31, para el patron la relación a/c = 0.559, para la Combinación I la relación a/c = 0.589, para la Combinación II la relación a/c = 0.605 y para la Combinación III la relación a/c = 0.622.

Se establece que la resistencia a compresión máximas dadas, con la sustitución del cemento por la combinación de cenizas de Ichu (CI) + ceniza de cáscara de Huevo (CCH) fue la Combinación II 7.5% = (2%CI + 5.5%CCH): a los 7 días fue 173.67Kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días fue 218.97Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días fue 224.87Kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia mínima se dio con la Combinación I 5% = (1.5%CI + 3.5%CCH)

La tesis desarrollada pone en manifiesto el fundamento tanto teórico como práctico necesario para garantizar el uso de concreto con adición de puzolana a base de ceniza producida por la calcinación. Estas cenizas es un material válido en la sustitución parcial del cemento portland.

Los resultados son validados por el método ANOVA, siendo estos resultados los esperados para un concreto  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$  de acuerdo al diseño de mezcla.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Nuestra investigación invita a realizar nuevas investigaciones relacionadas con las puzolanas artificiales provenientes de la calcinación. Procuramos el desarrollo de nuevos materiales alternativos de construcción que logren disminuir la contaminación que produce la elaboración del cemento.

Se recomienda que la mezcla de cualquier tipo de ceniza se realice con un cemento Tipo I, debido a que la adición de una puzolana a un cemento Tipo IP que ya contiene puzolanas altera los resultados tornándolos inciertos.

Se recomienda moler las cenizas extraídas del interior del horno ya que salen con escombros y partes no quemadas del material a utilizar, tamizar por el tamiz número 200 después de que esté bien molido y completamente seco, ya que es el tamiz más fino que se encuentra en el laboratorio, y lo que pasa el tamiz # 200 tiene el mismo estado limoso que el cemento.

Se recomienda analizar el comportamiento de las mezclas con sustitución de cenizas a edades superiores a los 28 días, pues la actividad puzolánica típicamente requiere mayor tiempo de curado para su desarrollo.

## **VII. AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizaje, experiencias y sobre todo felicidad.

A mi asesor. Rigoberto Cerna Chávez, por la orientación y ayuda que me brindo para la realización de esta tesis, por su apoyo y amistad que me permitieron aprender mucho más que lo estudiado en el proyecto.

A mis padres que son la base de mi formación, por la confianza puesta en mí, impulsándome a seguir siempre adelante, cada uno de ellos han aportado grandes cosas a mi vida y soy muy orgulloso de tener la clase de padres que tengo.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarca, L., & Baltazar, L. (2016). *Resistencia del Concreto F'C 210 Kg/Cm2 con Adicion de Ceniza de Ichu*. Universidad San Pedro, Ingeniería civil, Huaraz, Ancash.
- Aguilar, D. (2016). *Sustitución del Cemento con Cenizas Provenientes de la Incineración del Cuesco de la Palma Africana Para la Elaboracion del Hormigón*. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática, Quito, Ecuador.
- B., A. (2009). *Uso de la cascarilla de arroz como material alternativo en la construcción*. Inventum. Obtenido de <http://biblioteca.uniminuto.edu/ojs/index.php/Inventum/article/viewFile/47/46>
- Cadena, G. (2013). *Mejoramiento de las propiedades mecánicas de concretos puzolánicos para incrementar su resistencia ante ataques de sulfatos*. Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ingeniería, Querétaro, México.
- Cardona, C. (2013). *Caracterización de la Ceniza de Hojas de Bambú y su Influencia Como Material Puzolánico en el Concreto*. Universidad EAFIT, Escuela de Ingeniería, Medellín, Colombia.
- Cordeiro, G. (2009). *Use of sugar cane bagasse ash and rice husk ashes as mineral admixture in concrete*. Universidad Federal, Facultad de Ingeniería, Rio de Janeiro, Brasil.
- Coyasamin, O. (2016). *Análisis Comparativo de la Resistencia a Compresión del Hormigón Tradicional, con Hormigón Adicionado con Cenizas de Cáscara de Arroz (Cca) y Hormigón Adicionado con Cenizas de Bagazo de Caña de Azúcar (CBC)*. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Ambato, Ecuador.

- Durán, N., & Velásquez, N. (2016). *Evaluación de la aptitud de concretos, reemplazando parcialmente el cemento portland por cenizas volantes y cenizas de bagazo de caña de azúcar*. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, de Ingeniería, Ocaña, Colombia.
- Galicia, M., & Velásquez, M. (2016). *Análisis Comparativo de la Resistencia a la Compresión de un Concreto Adicionado con Ceniza de Rastrojo de Maíz Elaborado con Agregados de las Canteras de Cunyac y Vicho con Respecto a un Concreto Patrón de Calidad  $F'C=210$  Kg/Cm<sup>2</sup>*. Universidad Andina del Cusco, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Cusco, Perú.
- Galicia, M., & Velásquez, M. (2017). *Incremento de Resistencia a la Compresión del Concreto Obtenido a Través de Adición de Ceniza de Rastrojo de Maíz*. Universidad Andina del Cusco, Facultad de Ingeniería civil, Cusco, Perú.
- Hernández, z. (2012). *Sustitución parcial del cemento pórtland en morteros mediante el uso de ceniza*. Universidad Veracruzana, Facultad de Ingeniería, Veracruz, México.
- Juárez, E. (2005). *Mecánica de suelos I - Fundamentación de la Mecánica de suelos*.
- Melanie. (2013). *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 como Material Puzolánico*. Universidad Central de Venezuela, Venezuela.
- Mindiola, C. (2011). *Cemento portland puzolanico-influencia del tipo de cemento en la cantidad de agua de mezclado*. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Montero, D. (2018). *Uso de la ceniza de cascarilla de arroz como reemplazo parcial del cemento en la fabricación de hormigones convencionales en el Ecuador*. Universidad san Francisco de Quito USFQ, Colegio de Ciencias e Ingenierías, Quito, Ecuador.

- Navia , Quiceno, Montes, & Soto. (2013). *Concreto con adición de cáscara de huevo*.  
Obtenido de <https://prezi.com/j-tbc4ddx1ms/concreto-con-adicion-de-cáscara-de-huevo/>
- Orrala, F., & Gómez, F. (2015). *Estudio de la Resistencia a la Compresión del Hormigón con Adición de Puzolana Obtenida de la Calcinación de Residuos del Cultivo de Maíz Producido en la Provincia de Santa Elena*. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, La Libertad, Ecuador.
- Proaño, M. (2013). *Fundamentos del Hormigón Simple ESPE*. Obtenido de <http://publiespe.espe.edu.ec/librosvirtuales/hormigon/temas-dehormigon->
- Ríos. (2017). *Evaluación de la resistencia del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición de cáscara de huevo*.
- S, & Rukzon, C. (2011). *Utilization of bagasse ash in high-strength concrete*. Materials and Design.
- Soto, N., & Argumedo, A. (s.f.). Caracterización fisicoquímica de la cáscara de huevo. Facultad de ingeniería Química. Obtenido de <https://prezi.com/jtccm-mpwyeo/caracterizacion-fisicoquimica-de-la-cáscara-de-huevo/>
- V, & Sata, J. (2007). *Influence of pozzolan from various by-product materials on. Construction and building materials*.
- Villegas. (2012). *Utilización de puzolanas naturales en la elaboración de prefabricados con base cementicia destinados a la construcción de viviendas de bajo costo*. Universidad Nacional de Ingeniería, Programa Cybertesis PERÚ.

## IX. ANEXOS

### 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES
<p><b>GENERAL:</b></p> <p>¿Cuál es la resistencia a la compresión de un concreto con sustitución del cemento en 5%, 7.5% y 10% por la combinación de ceniza de ichu y ceniza de cáscara de huevo, con respecto a un concreto patrón de <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math>?</p>	<p><b>GENERAL:</b></p> <p>La sustitución del cemento en 5%, 7.5% y 10% por la combinación de ceniza de ichu y ceniza de cáscara de huevo, aumentara la resistencia a la compresión del concreto <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math>.</p>	<p><b>GENERAL:</b></p> <p>Determinar la resistencia a la compresión de un concreto <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> cuando se sustituye el cemento en 5%, 7.5% y 10% por la combinación de ceniza de ichu y ceniza de cáscara de huevo.</p>	<p><b>V. I.</b></p> <p>Sustitución por la combinación de ceniza de ichu y cáscara de huevo.</p>
		<p><b>ESPECIFICO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar el Análisis Termo Diferencial (DTA) y la temperatura de calcinación del ichu y la cáscara de huevo.</li> <li>• Determinar la composición química por el Método de Fluorescencia de Rayos X de la ceniza de ichu y la ceniza de cáscara de huevo.</li> <li>• Determinar el PH de las cenizas obtenidas y cenizas en mezcla.</li> <li>• Determinar el peso específico de la muestra patrón y experimental.</li> <li>• Determinar la relación de agua-cemento por el método ACI para un <math>f'c= 210\text{kg/cm}^2</math>.</li> <li>• Determinar y comparar la resistencia a la compresión de probetas de concreto con cemento sustituidos en 5%, 7.5% y 10% por la combinación de ceniza de ichu y cáscara de huevo a los 7,14,28 días de curado.</li> <li>• Comparación de resultados</li> </ul>	<p><b>V. D.</b></p> <p>Resistencia del concreto a la compresión.</p>

## 2. Ensayos de Laboratorio de los Pesos Específicos



### PESO ESPECIFICO

(CENIZA )

**SOLICITA:** Bach. Vidal Tarazona, Percy Edinson  
**TESIS:** "Resistencia de Concreto con Sustitucion del Cemento en 5%, 7,5% y 10%  
la Combinacion de Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**CANTERA :** -----  
**MATERIAL :** CENIZA DE ICHU  
**FECHA:** 11/06/2019

PESO DE MATERIAL	50	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	27,8	gramos Cm3

PESO ESPECIFICO	$D = P/V = 50/27,8$
-----------------	---------------------

PESO ESPECIFICO ARCILLA	1,80
-------------------------	------

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



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
HUARAZ - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
CIENCIAS DE MATERIALES  
*[Signature]*  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE

**RECTORADO:** Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320  
**CAMPUS UNIVERSITARIA:** Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810  
**Nuevo Chimbote** Av. Pacifico y Anchoqueta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826  
**OFICINA DE ADMISIÓN:** Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

## PESO ESPECIFICO

(CASCARA DE HUEVO )

**SOLICITA:** Bach. Vidal Tarazona, Percy Edinson  
**TESIS:** "Resistencia de Concreto con Sustitucion del Cemento en 5%, 7,5% y 10%  
 la Combinacion de Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**CANTERA :** -----  
**MATERIAL :** CENIZA DE CASCARA DE HUEVO  
**FECHA:** 11/06/2019

PESO DE MATERIAL	50	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	26,5	gramos Cm3

PESO ESPECIFICO	$D = P/V = 50/26,5$
-----------------	---------------------

PESO ESPECIFICO ARCILLA	1,89
-------------------------	------

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



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 HUANCA - HUACAY  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 CENTRO DE INVESTIGACION DE BUELOS Y  
 TIENDAS SAN PEDRO  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CUI: 116544  
 JEFE

## PESO ESPECIFICO

(COMBINACION 5% )

**SOLICITA:** Bach. Vidal Tarazona, Percy Edinson  
**TESIS:** "Resistencia de Concreto con Sustitucion del Cemento en 5%, 7,5% y 10%  
 la Combinacion de Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**CANTERA :** -----  
**MATERIAL :** 1,5% CENIZA ICHU + 3,5% CENIZA DE CASCARA DE HUEVO  
**FECHA:** 11/06/2019

PESO DE MATERIAL	60	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	19,4	gramos Cm3

PESO ESPECIFICO	$D= P/V = 60/19,4$
-----------------	--------------------

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

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



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

## PESO ESPECIFICO

(COMBINACION 7,5%)

**SOLICITA:** Bach. Vidal Tarazona, Percy Edinson  
**TESIS:** "Resistencia de Concreto con Sustitucion del Cemento en 5%, 7,5% y 10%  
 la Combinacion de Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"  
**LUGAR:** HUARAZ  
**CANTERA:** -----  
**MATERIAL:** 2% CENIZA DE ICHU + 5,5% CENIZA DE CASCARA DE HUEVO  
**FECHA:** 11/06/2019

PESO DE MATERIAL	60	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	19,7	gramos Cm <sup>3</sup>

PESO ESPECIFICO	$D = P/V = 60/19,7$
-----------------	---------------------

PESO ESPECIFICO ARCILLA	3,05
-------------------------	------

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



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LA ESPECIALIDAD DE MECANICA DE SUELOS Y  
 FUNDACIONES  
 Ing. Elizabeth M. Maza Ambrosio  
 DNI: 7103-44  
 JEFE

## PESO ESPECIFICO

(COMBINACION DE 10% )

**SOLICITA:** Bach. Vidal Tarazona, Percy Edinson  
**TESIS:** "Resistencia de Concreto con Sustitución del Cemento en 5%, 7,5% y 10%  
 la Combinacion de Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**CANTERA :** -----  
**MATERIAL :** 3% CENIZA DE ICHU + 7% CENIZA DE CASCARA DE HUEVO  
**FECHA:** 11/06/2019

PESO DE MATERIAL	60	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	20	gramos Cm3

PESO ESPECIFICO	$D = P/V = 60/20$
-----------------	-------------------

PESO ESPECIFICO ARCILLA	3,00
-------------------------	------

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



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 PISCAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MATERIALES DE SUELOS Y  
 GEOTECNICAS  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 SPT: 116544  
 JEFE

### 3. Ensayos de Laboratorio de los Agregados



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

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
<b>TESIS</b> : "Resistencia de Concreto con Sustitucion del Cemento en 5%, 7,5% y 10% por la Combinacion de Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"					
<b>SOLICITA</b> : <b>Bach. Vidal Tarazona, Percy Edinson</b>					
<b>DISTRITO</b> : HUARAZ			<b>HECHO EN</b> : USP -HUARAZ		
<b>PROVINCIA</b> : HUARAZ			<b>FECHA</b> 11/06/2019		
<b>PROG (KM.)</b> :			<b>ASESOR</b>		
DATOS DE LA MUESTRA					
<b>CALICATA</b> :					
<b>MUESTRA</b> : AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO					
<b>PROF. (m)</b> :					
AGREGADO GRUESO					
N° TARRO		35	16	44	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1000,0	1000,0	1000,0	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	986,7	986,1	986,4	
PESO DE AGUA	(g)	13,30	13,90	13,65	
PESO DEL TARRO	(g)	163,70	167,5	169,8	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	823,00	818,6	816,6	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	1,62	1,70	1,67	
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	1,66			
AGREGADO FINO					
N° TARRO		1	15	44	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1000,0	1000,0	1000,0	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	959,7	966,1	964,4	
PESO DE AGUA	(g)	40,30	33,90	35,65	
PESO DEL TARRO	(g)	163,70	164,5	164,8	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	796,00	801,6	799,6	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	5,06	4,23	4,46	
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	4,58			



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN SUELOS Y  
 PAVIMENTOS  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 116544  
 JEFE

**RECTORADO:** Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320  
**CAMPUS UNIVERSITARIA:** Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810  
**Nuevo Chimbote:** Av. Pacífico y Anchoyeta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826  
**OFICINA DE ADMISIÓN:** Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

**ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA**

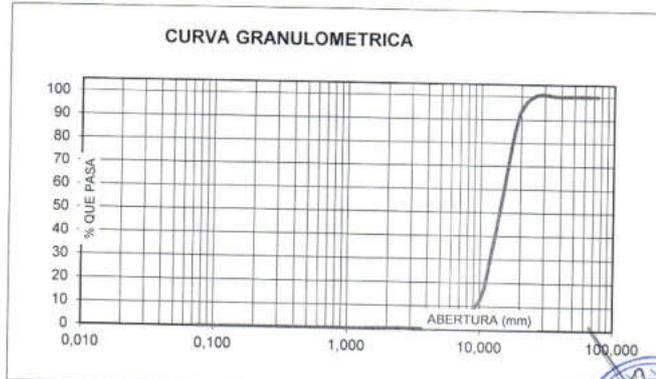
SOLICITA : **Bach. Vidal Tarazona, Percy Edinson**  
 TESIS : "Resistencia de Concreto con Sustitucion del Cemento en 5%, 7,5% y 10% por la Combinacion de Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"  
 LUGAR : HUARAZ  
 FECHA : 11/06/2019 CANTERA : TACLLAN MATERIAL : AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	11028,7
PESO SECO LAVADO	11028,70
PESO PERDIDO POR LAVADO	0,00

TAMIZ No	ABERT. (mm.)	PESO RETEN (gr)	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
3"	75,000				
2 1/2"	63,000				
2"	50,000				
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	1064,60	9,65	9,65	90,35
1/2"	12,500	5991,80	54,33	63,98	36,02
3/8"	9,500	2810,70	25,49	89,47	10,53
N° 4	4,750	1043,80	9,46	98,93	1,07
N° 8	2,360	69,40	0,63	99,56	0,44
N° 16	1,180	48,40	0,44	100,00	0,00
N° 30	0,600	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 50	0,300	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 100	0,150	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 200	0,075	0,00	0,00	100,00	0,00
PLATO		0,00	0,00	100,00	0,00
TOTAL		11028,70	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"

HUMEDAD : 1,66%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 C.E. ESPECIALIDAD DE MECANICA DE SUELOS Y  
 GEOTECNIA  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 116544  
 JEFE

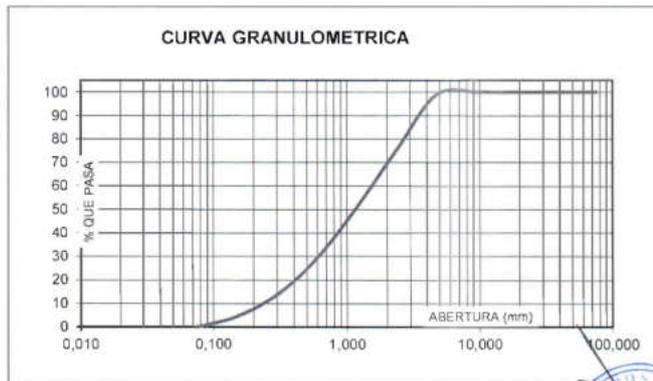
**ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA**

SOLICITA : **Bach. Vidal Tarazona, Percy Edinson**  
 TESIS : "Resistencia de Concreto con Sustitucion del Cemento en 5%, 7,5% y 10% por la Combinacion de Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"  
 LUGAR : HUARAZ  
 FECHA : 11/06/2019 CANTERA : TACLAN MATERIAL : AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	2114
PESO SECO LAVADO	2114,00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0,00

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75,000				
2 1/2"	63,000				
2"	50,000				
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
N° 4	4,750	21,50	1,02	1,02	98,98
N° 8	2,360	501,00	23,70	24,72	75,28
N° 16	1,180	519,20	24,56	49,28	50,72
N° 30	0,600	451,30	21,35	70,62	29,38
N° 50	0,300	327,50	15,49	86,12	13,88
N° 100	0,150	197,10	9,32	95,44	4,56
N° 200	0,075	96,40	4,56	100,00	0,00
PLATO		0,00	0,00	100,00	0,00
TOTAL		2114,00	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : # 4"  
 MODULO DE FINEZA : 2,9  
 HUMEDAD : 4,58%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION  
 Ing. Elizabeth Miliza Ambrosio  
 CUI: 116544  
 JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : **Bach. Vidal Tarazona, Percy Edinson**  
 TESIS : "Resistencia de Concreto con Sustitucion del Cemento en 5%, 7,5% y 10% por la Combinacion de Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"  
 LUGAR : HUARAZ  
 CANTERA : TACLLAN  
 MATERIAL : **AGREGADO GRUESO**  
 FECHA : **11/06/2019**

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

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

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

1067,5	957,0	1037,0
667,5	601,0	652,0
400,0	356,0	385,0
1058,5	948,0	1029,5
391,0	347,0	377,5
0,85	0,95	0,73
0,84		

**PROMEDIO**

2,65	2,66	2,67
2,67	2,69	2,69
2,71	2,73	2,73

**PROMEDIO**

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

2,65
2,68
2,72



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 PIELAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MATERIA DE CONCRETO  
 HUARAZ  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 116944  
 JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
DEL AGREGADO FINO**

**SOLICITA** : Bach. Vidal Tarazona, Percy Edinson  
**TESIS** : "Resistencia de Concreto con Sustitucion del Cemento en 5%, 7,5% y 10% por la Combinacion de Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"  
**LUGAR** : HUARAZ  
**CANTERA** : TACLLAN  
**MATERIAL** : AGREGADO FINO  
**FECHA** : 11/06/2019

**A** : Peso de material saturado superficialmente seco (aire) **300,0**  
**B** : Peso de frasco+ agua **678,3**  
**C = A + B** : Peso frasco + agua +material **978,3**  
**D** : Peso de material+agua en el frasco **865,5**  
**E = C - D** : Volumen de masa+volumen de vacio **112,8**  
**F** : Peso Material seco en horno **295,8**  
**G= E- (A - F)** : Volumen de masa **108,6**

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

300,0		
678,3		
978,3		
865,5		
112,8		
295,8		
108,6		
1,42		
1,42		

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

**PROMEDIO**

2,62		
2,66		
2,72		

**PROMEDIO**

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

2,62		
2,66		
2,72		



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

### PESOS UNITARIOS

**SOLICITA :** Bach. Vidal Tarazona, Percy Edinson  
**TESIS :** "Resistencia de Concreto con Sustitucion del Cemento en 5%, 7,5% y 10% por la Combinacion de Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**CANTERA :** TACLLAN  
**MATERIAL :** AGREGADO GRUESO  
**FECHA :** 11/06/2019

#### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18240	18245	18265
Peso de molde	5220	5220	5220
Peso de muestra	13020	13025	13045
Volumen de molde	9342	9342	9342
Peso unitario	1394	1394	1396
<b>Peso unitario prom.</b>	1395 Kg/m3		

#### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19355	19300	19325
Peso de molde	5220	5220	5220
Peso de muestra	14135	14080	14105
Volumen de molde	9342	9342	9342
Peso unitario	1513	1507	1510
<b>Peso unitario prom.</b>	1510 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE CALIDAD DE SUELOS Y  
 MATERIALES  
 Ing. Enz. *[Signature]* Ambrosio  
 N.º 172544  
 JEFE

### PESOS UNITARIOS

**SOLICITA :** Bach. Vidal Tarazona, Percy Edinson  
**TESIS :** "Resistencia de Concreto con Sustitucion del Cemento en 5%, 7,5% y 10% por la Combinacion de Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**CANTERA :** TACLLAN  
**MATERIAL :** AGREGADO FINO  
**FECHA :** 11/06/2019

#### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7935	7949	7906
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4515	4529	4486
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1626	1631	1616
<b>Peso unitario prom.</b>	1625 Kg/m3		

#### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8310	8324	8315
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4890	4904	4895
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1762	1767	1763
<b>Peso unitario prom.</b>	1764 Kg/m3		



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

#### 4. Ensayos de Laboratorio de las Cenizas de Ichu y Cáscara de Huevo



### REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL

SOLICITANTE	PERCY EDINSON VIDAL TARAZONA
TESIS	"Resistencia de concreto con sustitución del cemento en 5%, 7.5% y 10% por la combinación de ceniza de Ichu y cascara de Huevo"
MUESTRA	CENIZA DE ICHU
FECHA	11-03-2019
INSTITUCION	UNIVERSIDAD SAN PEDRO
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

#### 1. MUESTRA: CENIZA DE ICHU (1. GR)

Nº DE MUESTRAS	CANTIDAD DE MUESTRAS ENSAYADA	PROCEDENCIA
1	35 MG	HUARAZ-CP

#### 2. ENSAYOS A APLICAR

- ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL ATD
- ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO TGA

#### 3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- ANALIZADOR TERMICO SIMULTANEO TG\_DTA\_DSC CAP. MAX 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: NITROGENO, 10 ML/MIN
- RANGO DE TRABAJO 25 - 920°C
- MASA DE MUESTRA ANALIZADA: 35 MG

JEFE DE LABORATORIO  
ANALISTA RESPONSABLE

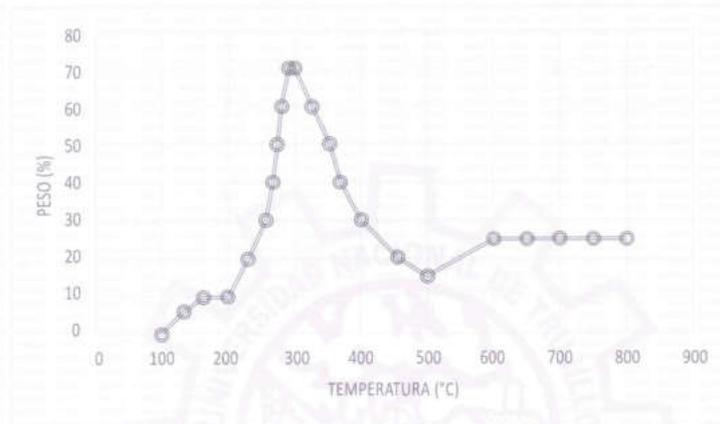
  
ING. CARLOS VALQUI MENDOZA  
ING. CARLOS VALQUI MENDOZA



**LASACI**

**4. RESULTADOS**

**CURVA TGA Y ATD**



**5. CONCLUSION**

- Para la presente investigación de la ceniza de Ichu, el porcentaje de ceniza de acuerdo al análisis de emisión de quemado es de 0.25%.
- El análisis termo gravimétrico de la ceniza de Ichu indica un pico de temperatura máxima de 303°C por un periodo de tiempo de 2hr. entre 270 y 360°C.

Trujillo, 22 de marzo del 2019

  
Ing. Msc. Carlos A. Valqui Mendoza  
DIRECTOR LASACI



## LASACI

### REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL

SOLICITANTE	PERCY EDINSON VIDAL TARAZONA
TESIS	"Resistencia de concreto con sustitución del cemento en 5%, 7.5% y 10% por la combinación de ceniza de Ichu y cascara de Huevo"
MUESTRA	CENIZA DE CASCARA DE HUEVO
FECHA	11-03-2019
INSTITUCION	UNIVERSIDAD SAN PEDRO
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

#### 1. MUESTRA: CENIZA DE CASCARA DE HUEVO (1. GR)

Nº DE MUESTRAS	CANTIDAD DE MUESTRAS ENSAYADA	PROCEDENCIA
1	35 MG	HUARAZ

#### 2. ENSAYOS A APLICAR

- ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL ATD
- ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO TGA

#### 3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- ANALIZADOR TERMICO SIMULTANEO TG\_DTA\_DSC CAP. MAX 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: NITROGENO, 10 ML/MIN
- RANGO DE TRABAJO 25 - 920°C
- MASA DE MUESTRA ANALIZADA: 35 MG

JEFE DE LABORATORIO  
ANALISTA RESPONSABLE



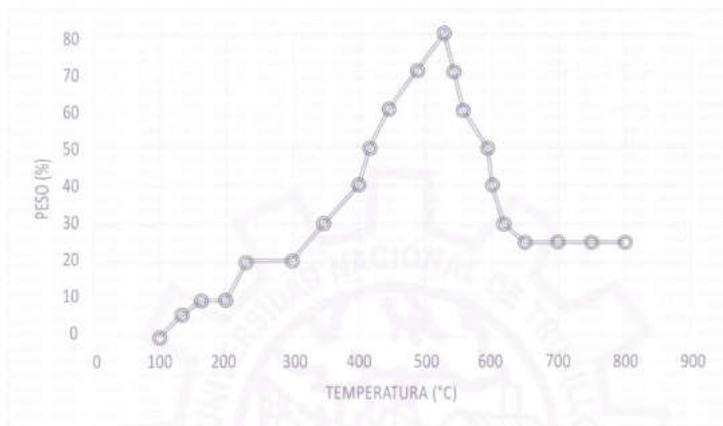
ING. CARLOS VALQUI MENDOZA  
ING. CARLOS VALQUI MENDOZA



LASACI

4. RESULTADOS

CURVA TGA Y ATD



5. CONCLUSION

- Para la presente investigación de la ceniza de cáscara de Huevo, el porcentaje de ceniza de acuerdo al análisis de emisión de quemado es de 0.20%.
- El análisis termo gravimétrico de la ceniza de cáscara de Huevo indica un pico de temperatura máxima de 530°C por un periodo de tiempo de 3hr. entre 500 y 560°C.

Trujillo, 22 de marzo del 2019

Ing. MSc. Carlos A. Valqui Mendoza  
DIRECTOR LASACI



## LASACI

### REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

SOLICITANTE	PERCY EDINSON VIDAL TARAZONA
TESIS	"Resistencia de concreto con sustitución del cemento en 5%, 7.5% y 10% por la combinación de ceniza de Ichu y cascara de Huevo"
MUESTRA	CENIZA DE ICHU
FECHA	11-03-2019
INSTITUCION	UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

## 1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES

## CONDICIONES DE LA MEDICION:

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca

BRUKER, MODELO S2-PICOFOX.

Fuente de rayos x: tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

ESTANDAR INTERNACIONAL PARA

CUANTIFICACION: Elemento: Galio ( Ga)

Concentración: 1g/l.

## 2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Se analizó 25 mg de la muestra de ceniza de de Ichu, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

## 3. METODO

- BASADO EN LA NORMA : ASTM C25
- VOLUMETRIA : USAQ-ME06

JEFE DE LABORATORIO  
ANALISTA RESPONSABLE

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA  
ING. CARLOS VALQUI MENDOZA





**LASACI**

**4. RESULTADOS**

Parametros	Unidades	Muestra
SiO <sub>2</sub>	%	41.23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	2.36
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	1.45
CaO	%	0.52
MgO	%	0.23
K <sub>2</sub> O	%	0.07
Na <sub>2</sub> O	%	0.04
TiO <sub>2</sub>	%	<0.01

**5. CONCLUSION**

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontraron principalmente Sílice (Si) con un alto porcentaje y en menores porcentajes se encontró, Aluminio (Al), Hierro (Fe), Potasio (K), Sodio (Na) y otros.

Ing. Carlos A. Valqui Mendoza  
DIRECTOR LASACI

Trujillo, 22 de marzo del 2019



**LASACI**

**REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE  
MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X**

SOLICITANTE	PERCY EDINSON VIDAL TARAZONA
TESIS	"Resistencia de concreto con sustitución del cemento en 5%, 7.5% y 10% por la combinación de ceniza de Ichu y cascara de Huevo"
MUESTRA	CENIZA DE CASCARA DE HUEVO
FECHA	11-03-2019
INSTITUCION	UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO**

**1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES**

**CONDICIONES DE LA MEDICION:**

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca

**BRUKER, MODELO S2-PICOFOX.**

**Fuente de rayos x:** tubo de Mo.

**Tiempo de medida:** 2000 segundos.

**ESTANDAR INTERNACIONAL PARA**

**CUANTIFICACION:** Elemento: Galio ( Ga)

**Concentración:**  $\mu\text{g/l}$ .

**2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA**

Se analizó 25 mg de la muestra de ceniza de cáscara de Huevo, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

**3. METODO**

- **BASADO EN LA NORMA** : ASTM C25
- **VOLUMETRIA** : USAQ-ME06

JEFE DE LABORATORIO  
ANALISTA RESPONSABLE

  
ING. CARLOS VALQUI MENDOZA  
ING. CARLOS VALQUI MENDOZA



## LASACI

### 4. RESULTADOS

Parametros	Unidades	Muestra
AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	6.202
SiO <sub>2</sub>	%	2.712
SO <sub>2</sub>	%	0.436
ClO <sub>2</sub>	%	0.293
K <sub>2</sub> O	%	0.216
CaO	%	88.801
MnO	%	0.004
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.062
NiiO <sub>3</sub>	%	0.014
CuO	%	0.763
ZnO	%	0.381
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0.005
SrO	%	0.093
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.001
ZrO <sub>2</sub>	%	0.007

### 5. CONCLUSION

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica, se encontraron principalmente Calcio (Ca) con un alto porcentaje y en menores porcentajes se encontró, Aluminio (Al), Silicio (Si), Potasio (K), Azufre (S), Cobre (Cu) y otros.

Ing. MSc. Carlos A. Valqui Mendoza  
DIRECTOR LASACI

Trujillo, 22 de marzo del 2019

## 5. Ensayos de Laboratorio Incineración del Ichu y la Cáscara de Huevo



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



### RESULTADOS DE INCINERACIÓN

**TITULO DE TESIS:** "Resistencia de Concreto con Sustitución del Cemento en 5%, 7.5% y 10% por la Combinación de la Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"

**TESISTA** : Vidal Tarazona Percy Edinson - Tesista

**MUESTRA** : Ceniza de Ichu

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 08-04-19

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 11-04-19

**FECHA DE TÉRMINO DE ANALISI:** 12-04-19

Muestra	Cantidad Kg.
Ceniza de Ichu	1.13

#### ENSAYOS

1.- Determinación de Ceniza

#### OBSERVACIONES:

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

#### CONCLUSIONES

- Se ha obtenido ceniza propiamente dicha en el Horno Mufia a una temperatura de 303 °C por 2 hora en promedio.

Huaraz, 12 de Abril del 2019.

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



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



### RESULTADOS DE INCINERACIÓN

**TITULO DE TESIS:** "Resistencia de Concreto con Sustitución del Cemento en 5%, 7.5% y 10% por la Combinación de la Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"

**TESISTA** : Vidal Tarazona Percy Edinson - Tesista

**MUESTRA** : Ceniza cáscara de Huevo

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 08-04-19

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 11-04-19

**FECHA DE TÉRMINO DE ANALISI:** 12-04-19

Muestra	Cantidad Kg.
Ceniza cáscara de Huevo	2.80

#### ENSAYOS

1.- Determinación de Ceniza

#### OBSERVACIONES:

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

#### CONCLUSIONES

- Se ha obtenido ceniza propiamente dicha en el Horno Mufla a una temperatura de 530 °C por 3 hora en promedio.

Huaraz, 12 de Abril del 2019.



## 6. Ensayos de Laboratorio PH del Cemento, Cenizas y Combinaciones



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



### RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

**TITULO DE TESIS:** "Resistencia de Concreto con Sustitución del Cemento en 5%, 7.5% y 10% por la Combinación de la Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"

**TESISTA** : Vidal Tarazona Percy Edinson - Tesista

**MUESTRA** : Cemento

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 12-04-19

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 15-04-19

**FECHA DE TÉRMINO DE ANALISI:** 15-04-19

Muestra	pH
Cemento	12.42

#### ENSAYOS

1.- Determinación de pH

#### OBSERVACIONES:

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

#### CONCLUSIONES

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 15 de Abril del 2019.



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



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



### RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

**TITULO DE TESIS:** "Resistencia de Concreto con Sustitución del Cemento en 5%, 7.5% y 10% por la Combinación de la Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"

**TESISTA** : Vidal Tarazona Percy Edinson - Tesista

**MUESTRA** : Ceniza de Ichu

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 12-04-19

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 15-04-19

**FECHA DE TÉRMINO DE ANALISI:** 15-04-19

Muestra	pH
Ceniza de Ichu	11.41

#### ENSAYOS

1.- Determinación de pH

#### OBSERVACIONES:

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

#### CONCLUSIONES

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 15 de Abril del 2019.





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



### RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

**TÍTULO DE TESIS:** "Resistencia de Concreto con Sustitución del Cemento en 5%, 7.5% y 10% por la Combinación de la Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"

**TESISTA** : Vidal Tarazona Percy Edinson - Tesista

**MUESTRA** : Ceniza de cáscara de Huevo

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 12-04-19

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 15-04-19

**FECHA DE TÉRMINO DE ANALISI:** 15-04-19

Muestra	pH
Ceniza de cáscara de Huevo	10.48

#### ENSAYOS

1.- Determinación de pH

#### OBSERVACIONES:

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

#### CONCLUSIONES

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 15 de Abril del 2019.



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



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



### RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

**TITULO DE TESIS:** "Resistencia de Concreto con Sustitución del Cemento en 5%, 7.5% y 10% por la Combinación de la Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"

**TESISTA** : Vidal Tarazona Percy Edinson - Tesista  
**MUESTRA** : Cemento al 95% + 5% (1.5%CI + 3.5%CCH)  
**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 12-04-19  
**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 15-04-19  
**FECHA DE TÉRMINO DE ANALISIS:** 15-04-19

Muestra	pH
Cemento al 95% + 5% (1.5%CI + 3.5%CCH)	12.31

#### ENSAYOS

1.- Determinación de pH

#### OBSERVACIONES:

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

#### CONCLUSIONES

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 15 de Abril del 2019.



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



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



### RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

**TITULO DE TESIS:** "Resistencia de Concreto con Sustitución del Cemento en 5%, 7.5% y 10% por la Combinación de la Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"

**TESISTA** : Vidal Tarazona Percy Edinson - Tesista

**MUESTRA** : Cemento al 92.5% + 7.5% (2%CI + 5.5%CCH)

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 12-04-19

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 15-04-19

**FECHA DE TÉRMINO DE ANALISIS:** 15-04-19

Muestra	pH
Cemento al 92.5% + 7.5% (2%CI + 5.5%CCH)	12.25

#### ENSAYOS

1.- Determinación de pH

#### OBSERVACIONES:

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

#### CONCLUSIONES

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 15 de Abril del 2019.



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



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



### RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

**TITULO DE TESIS:** "Resistencia de Concreto con Sustitución del Cemento en 5%, 7.5% y 10% por la Combinación de la Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"

**TESISTA** : Vidal Tarazona Percy Edinson - Tesista  
**MUESTRA** : Cemento al 90% + 10% (3%CI + 7%CCH)  
**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 12-04-19  
**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 15-04-19  
**FECHA DE TÉRMINO DE ANALISI:** 15-04-19

Muestra	pH
Cemento al 90% + 10% (3%CI + 7%CCH)	12.18

#### ENSAYOS

1.- Determinación de pH

#### OBSERVACIONES:

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

#### CONCLUSIONES

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 15 de Abril del 2019.



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

## 7. Diseño de Mezcla

### 7.1. DISEÑO DE MEZCLA SEGÚN EL COMITÉ DEL ACI - (PATRON)

---

#### I. CONDICIONES GENERALES

Resistencia a la compresión a los 28 Días Será	<b>210 Kg/cm<sup>2</sup></b>
Consistencia	Plástica
Factor de seguridad	No

---

#### II. MATERIALES

##### Cemento

Sol Tipo I

Peso Específico del Cemento 3.15 gr/cm<sup>3</sup>

Agua Agua Potable

##### Agregado Fino

Peso específico de Masa 2.66 gr/cm<sup>3</sup>

Absorción 1.42 %

Contenido de Humedad 4.58 %

Peso unitario suelto seco 1.62 gr/cm<sup>3</sup>

Peso unitario compactado seco 1.76 gr/cm<sup>3</sup>

Módulo de Fineza 2.9

##### Agregado Grueso

Tamaño máximo Nominal 3/4"

Peso específico de Masa 2.75 gr/cm<sup>3</sup>

Absorción 0.84 %

Contenido de Humedad 1.67 %

Peso unitario suelto seco 1.39 gr/cm<sup>3</sup>

Peso unitario compactado seco 1.51 gr/cm<sup>3</sup>

---

#### 1. Determinación de la Resistencia Promedio

No se usa el factor de seguridad: =>  $f'_{cr}$  = **210 Kg/cm<sup>2</sup>**

---

#### 2. Selección del Tamaño Máximo Nominal del Agregado

De la Granulometría el Tamaño Máximo Nominal **3/4"**

---

#### 3. Selección del Asentamiento

Tipo de Estructura	Vigas y Columnas
Consistencia	Plástica
Slump	<b>3 - 4 pulg</b>

---

#### 4. Volumen Unitario de Agua

Slump	3 – 4 pulg.
Tamaño Máximo Nominal	3/4 pulga
Volumen Unitario de Agua	<b>205 Lt/m<sup>3</sup></b>

---

---

**5. Relación a/c por Resistencia**

<b>Kg/cm2</b>	<b>Concreto sin Aire Incorporado</b>	<b>Concreto sin Aire Incorporado</b>
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
Interpolando Tenemos la Relación de a/c		<b>0.684</b>

---

**6. Factor Cemento**

Factor Cemento =	$\frac{205}{0.684} =$	299.71 Kg/m3
Factor Cemento =	$\frac{299.71}{42.5} =$	<b>7.05 Bolsas/m3</b>

---

**7. Contenido de Aire Atrapado**

TMN Agregado Grueso 3/4"	Aire Atrapado <b>2.0 %</b>
-----------------------------	-------------------------------

---

**8. Calculo del Peso del Agregado Grueso**

<b>TMN A.G.</b>	<b>Módulo de Fineza del Agregado Fino = 2.90</b>			
	<b>2.40</b>	<b>2.60</b>	<b>2.80</b>	<b>3.00</b>
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60

Interpolando Tenemos el Contenido de Agregado Grueso	<b>0.610</b>
Entonces el Peso del A.G. =	0.61 x 1510 Kg/m3 <b>921.12 Kg</b>

---

**9. Calculo del Peso del Agregado Fino**

<b>Material</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>P.E.</b>	<b>Vol. Absoluto</b>
Cemento	299.71	3150	0.0951
Agua	205	1000	0.2050
Aire	0.02	-	0.0200
A. Grueso	921.12	2750	0.3350
<b>Total</b>			<b>0.6551</b>

Volumen del Agregado Fino = 1 -	0.6551 =	0.3449
Peso Seco del Agr. Fino =	0.3449 x 2620 =	<b>903.65 Kg</b>

---

**10. Pesos Secos de Materiales por m3**

<b>Materiales</b>	<b>Pesos Secos (Kg)</b>
Cemento	299.71
Agua	205.00
Agr. Grueso	921.12
Agr. Fino	903.65
Aire	2%
<b>Total</b>	<b>2329.47</b>

---

---

**11. Corrección por Humedad de los Agregados****Agregado Fino**

$$\begin{aligned} \text{Peso Húmedo A.F.} &= \text{P. Seco A.F} \quad (1+\%C.H.A.F/100) \\ \text{Peso Húmedo A.F.} &= 903.65 \left( 1+ \frac{4.58}{100.0} \right) \quad \mathbf{954.03 \text{ Kg}} \end{aligned}$$

**Agregado Grueso**

$$\begin{aligned} \text{Peso Húmedo A.G.} &= \text{P. Seco A.G} \quad (1+\%C.H.A.G/100) \\ \text{Peso Húmedo A.G.} &= 921.12 \left( 1+ \frac{1.67}{100.0} \right) \quad \mathbf{936.50 \text{ Kg}} \end{aligned}$$

---

**12. Aporte de Agua de los Agregados****Agregado Fino**

$$\begin{aligned} \text{Aporte agua A.F.} &= \text{Peso Seco A.F.}(\%C.H.-\%Abs.)/100 \\ \text{Aporte agua A.F.} &= 903.65 \left( \frac{4.58 - 1.42}{100} \right) \quad \mathbf{28.56 \text{ Lt}} \end{aligned}$$

**Agregado Grueso**

$$\begin{aligned} \text{Aporte agua A.G.} &= \text{Peso Seco A.G.}(\%C.H.-\%Abs.)/100 \\ \text{Aporte agua A.G.} &= 921.12 \left( \frac{1.67 - 0.70}{100} \right) \quad \mathbf{8.96 \text{ Lt}} \end{aligned}$$

El Aporte de agua en los Agregados Será **37.51 Lt**

---

**13. Calculo de Agua Efectiva**

$$\begin{aligned} \text{Agua Efectiva} &= \text{Agua de Diseño} - \text{Aporte de Agua} \\ \text{Agua Efectiva} &= 205 - 37.51 \quad \mathbf{167.49 \text{ Lt}} \end{aligned}$$

---

**14. Pesos Corregidos por Humedad**

Cemento	299.71 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	167.49 Lt/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	936.50 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	945.03 Kg/m <sup>3</sup>

---

**15. Proporción en Peso por Bolsa de Cemento**

Cemento	299.71 Kg/m <sup>3</sup>	301.47 Kg/m <sup>3</sup>	<b>1</b>
Agua	167.49 Lt/m <sup>3</sup>	301.47 Kg/m <sup>3</sup>	<b>0.559</b>
Agregado Grueso	936.50 Kg/m <sup>3</sup>	301.47 Kg/m <sup>3</sup>	<b>3.125</b>
Agregado Fino	945.03 Kg/m <sup>3</sup>	301.47 Kg/m <sup>3</sup>	<b>3.153</b>

Relación a/c	Por Diseño	Por Corrección
	0.684	0.559

**7.2. DISEÑO DE MEZCLA SEGÚN EL COMITÉ DEL ACI  
(95% CEMENTO + 5% CENIZAS)**

---

**I. CONDICIONES GENERALES**

Resistencia a la compresión a los 28 Días Será	<b>210 Kg/cm<sup>2</sup></b>
Consistencia	Plástica
Factor de seguridad	No

---

**II. MATERIALES**

**Cemento + (1.5%CI + 3.5%CCH)**

Sol Tipo I	
Peso Específico del Cemento + (1.5%CI + 3.5%CCH)	3.09 gr/cm <sup>3</sup>
<b>Agua</b>	Agua Potable

**Agregado Fino**

Peso específico de Masa	2.66 gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	1.42 %
Contenido de Humedad	4.58 %
Peso unitario suelto seco	1.62 gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario compactado seco	1.76 gr/cm <sup>3</sup>
Módulo de Fineza	2.9

**Agregado Grueso**

Tamaño máximo Nominal	3/4"
Peso específico de Masa	2.75 gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	0.84 %
Contenido de Humedad	1.67 %
Peso unitario suelto seco	1.39 gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario compactado seco	1.51 gr/cm <sup>3</sup>

---

**1. Determinación de la Resistencia Promedio**

No se usa el factor de seguridad: => f'cr =	<b>210 Kg/cm<sup>2</sup></b>
---	------------------------------

---

**2. Selección del Tamaño Máximo Nominal del Agregado**

De la Granulometría el Tamaño Máximo Nominal	<b>3/4"</b>
--	-------------

---

**3. Selección del Asentamiento**

Tipo de Estructura	Columnas	Vigas y
Consistencia		Plástica
Slump		<b>3 - 4 pulg</b>

---

**4. Volumen Unitario de Agua**

Slump	3 - 4 pulg.
Tamaño Máximo Nominal	3/4 pulga
Volumen Unitario de Agua	<b>205 Lt/m<sup>3</sup></b>

---

---

**5. Relación a/c por Resistencia**

<b>Kg/cm2</b>	<b>Concreto sin Aire Incorporado</b>	<b>Concreto sin Aire Incorporado</b>
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
Interpolando Tenemos la Relación de a/c		<b>0.684</b>

---

**6. Factor Cemento**

Factor Cemento =	$\frac{205}{0.684} =$	299.71 Kg/m3
Factor Cemento =	$\frac{299.71}{42.5} =$	<b>7.05 Bolsas/m3</b>

---

**7. Contenido de Aire Atrapado**

TMN Agregado Grueso 3/4"	<b>Aire Atrapado 2.0 %</b>
-----------------------------	--------------------------------

---

**8. Calculo del Peso del Agregado Grueso**

<b>TMN A.G.</b>	<b>Módulo de Fineza del Agregado Fino = 2.90</b>			
	<b>2.40</b>	<b>2.60</b>	<b>2.80</b>	<b>3.00</b>
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60

Interpolando Tenemos el Contenido de Agregado Grueso	<b>0.610</b>
Entonces el Peso del A.G. =	0.61 x 1510 Kg/m3 <b>921.12 Kg</b>

---

**9. Calculo del Peso del Agregado Fino**

<b>Material</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>P.E.</b>	<b>Vol. Absoluto</b>
Cemento + (1.5%CI + 3.5%CCH)	299.71	3090	0.0970
Agua	205	1000	0.2050
Aire	0.02	-	0.0200
A. Grueso	921.12	2750	0.3350
<b>Total</b>			<b>0.6569</b>

Volumen del Agregado Fino = 1 -	0.6569 =	0.3431
Peso Seco del Agr. Fino =	0.3431 x 2620 =	<b>898.81 Kg</b>

---

**10. Pesos Secos de Materiales por m3**

<b>Materiales</b>	<b>Pesos Secos (Kg)</b>
Cemento + (1.5%CI + 3.5%CCH)	299.71
Agua	205.00
Agr. Grueso	921.12
Agr. Fino	898.81
Aire	2%
<b>Total</b>	<b>2324.63</b>

---

---

**11. Corrección por Humedad de los Agregados****Agregado Fino**

$$\begin{aligned} \text{Peso Húmedo A.F.} &= \text{P. Seco A.F.} (1+\%C.H.A.F/100) \\ \text{Peso Húmedo A.F.} &= 898.81 ( 1+ 4.58 / 100.0 ) \quad \mathbf{939.97 \text{ Kg}} \end{aligned}$$

**Agregado Grueso**

$$\begin{aligned} \text{Peso Húmedo A.G.} &= \text{P. Seco A.G.} (1+\%C.H.A.G/100) \\ \text{Peso Húmedo A.G.} &= 921.12 ( 1+ 1.67 / 100.0 ) \quad \mathbf{936.50 \text{ Kg}} \end{aligned}$$

---

**12. Aporte de Agua de los Agregados****Agregado Fino**

$$\begin{aligned} \text{Aporte agua A.F.} &= \text{Peso Seco A.F.}(\%C.H.-\%Abs.)/100 \\ \text{Aporte agua A.F.} &= 898.81 ( 4.58 - 1.42 ) / 100 \quad \mathbf{28.40 \text{ Lt}} \end{aligned}$$

**Agregado Grueso**

$$\begin{aligned} \text{Aporte agua A.G.} &= \text{Peso Seco A.G.}(\%C.H.-\%Abs.)/100 \\ \text{Aporte agua A.G.} &= 921.12 ( 1.67 - 0.70 ) / 100 \quad \mathbf{8.96 \text{ Lt}} \end{aligned}$$

El Aporte de agua en los Agregados Será **37.36 Lt**

---

**13. Calculo de Agua Efectiva**

$$\begin{aligned} \text{Agua Efectiva} &= \text{Agua de Diseño} - \text{Aporte de Agua} \\ \text{Agua Efectiva} &= 205 - 37.36 \quad \mathbf{167.64 \text{ Lt}} \end{aligned}$$

---

**14. Pesos Corregidos por Humedad**

Cemento + (1.5%CI + 3.5%CCH)	299.71 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	167.64 Lt/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	936.50 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	939.97 Kg/m <sup>3</sup>

---

**15. Proporción en Peso por Bolsa de Cemento**

Cemento	284.72 Kg/m <sup>3</sup>	301.47 Kg/m <sup>3</sup>	<b>1</b>
C. Ichu	4.50 Kg/m <sup>3</sup>	301.47 Kg/m <sup>3</sup>	<b>0.015</b>
C.C. Huevo	10.49 Kg/m <sup>3</sup>	301.47 Kg/m <sup>3</sup>	<b>0.036</b>
Agua	167.64 Lt/m <sup>3</sup>	301.47 Kg/m <sup>3</sup>	<b>0.589</b>
Agregado Grueso	936.50 Kg/m <sup>3</sup>	301.47 Kg/m <sup>3</sup>	<b>3.289</b>
Agregado Fino	939.97 Kg/m <sup>3</sup>	301.47 Kg/m <sup>3</sup>	<b>3.301</b>

Relación a/c	Por Diseño	Por Corrección
	0.684	0.589

**7.3. DISEÑO DE MEZCLA SEGÚN EL COMITÉ DEL ACI  
(92.5% CEMENTO + 7.5% CENIZAS)**

---

**I. CONDICIONES GENERALES**

Resistencia a la compresión a los 28 Días Será	<b>210 Kg/cm<sup>2</sup></b>
Consistencia	Plástica
Factor de seguridad	No

---

**II. MATERIALES**

**Cemento + (2%CI + 5.5%CCH)**

Sol Tipo I	
Peso Específico del Cemento + (2%CI + 5.5%CCH)	3.05 gr/cm <sup>3</sup>
<b>Agua</b>	Agua Potable

**Agregado Fino**

Peso específico de Masa	2.66 gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	1.42 %
Contenido de Humedad	4.58 %
Peso unitario suelto seco	1.62 gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario compactado seco	1.76 gr/cm <sup>3</sup>
Módulo de Fineza	2.9

**Agregado Grueso**

Tamaño máximo Nominal	3/4"
Peso específico de Masa	2.75 gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	0.84 %
Contenido de Humedad	1.67 %
Peso unitario suelto seco	1.39 gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario compactado seco	1.51 gr/cm <sup>3</sup>

---

**1. Determinación de la Resistencia Promedio**

No se usa el factor de seguridad: => $f'_{cr}$ =	<b>210 Kg/cm<sup>2</sup></b>
--	------------------------------

---

**2. Selección del Tamaño Máximo Nominal del Agregado**

De la Granulometría el Tamaño Máximo Nominal	<b>3/4"</b>
--	-------------

---

**3. Selección del Asentamiento**

Tipo de Estructura	Columnas	Vigas y
Consistencia		Plástica
Slump		<b>3 - 4 pulg</b>

---

**4. Volumen Unitario de Agua**

Slump	3 - 4 pulg.
Tamaño Máximo Nominal	3/4 pulga
Volumen Unitario de Agua	<b>205 Lt/m<sup>3</sup></b>

---

---

**5. Relación a/c por Resistencia**

<b>Kg/cm2</b>	<b>Concreto sin Aire Incorporado</b>	<b>Concreto sin Aire Incorporado</b>
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
Interpolando Tenemos la Relación de a/c		<b>0.684</b>

---

**6. Factor Cemento**

Factor Cemento =	$\frac{205}{0.684} =$	299.71 Kg/m3
Factor Cemento =	$\frac{299.71}{42.5} =$	<b>7.05 Bolsas/m3</b>

---

**7. Contenido de Aire Atrapado**

TMN Agregado Grueso 3/4"	Aire Atrapado <b>2.0 %</b>
-----------------------------	-------------------------------

---

**8. Calculo del Peso del Agregado Grueso**

<b>TMN A.G.</b>	<b>Módulo de Fineza del Agregado Fino = 2.90</b>			
3/4"	<b>2.40</b>	<b>2.60</b>	<b>2.80</b>	<b>3.00</b>
	0.66	0.64	0.62	0.60

Interpolando Tenemos el Contenido de Agregado Grueso	<b>0.610</b>
Entonces el Peso del A.G. =	0.61 x 1510 Kg/m3 <b>921.12 Kg</b>

---

**9. Calculo del Peso del Agregado Fino**

<b>Material</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>P.E.</b>	<b>Vol. Absoluto</b>
Cemento + (2%CI + 5.5%CCH)	299.71	3050	0.0983
Agua	205	1000	0.2050
Aire	0.02	-	0.0200
A. Grueso	921.12	2750	0.3350
<b>Total</b>			<b>0.6582</b>

Volumen del Agregado Fino = 1 -	0.6582 =	0.3418
Peso Seco del Agr. Fino =	0.3418 x 2620 =	<b>895.47 Kg</b>

---

**10. Pesos Secos de Materiales por m3**

<b>Materiales</b>	<b>Pesos Secos (Kg)</b>
Cemento + (2%CI + 5.5%CCH)	299.71
Agua	205.00
Agr. Grueso	921.12
Agr. Fino	895.47
Aire	2%
<b>Total</b>	<b>232130</b>

---

---

**11. Corrección por Humedad de los Agregados****Agregado Fino**

$$\begin{aligned} \text{Peso Húmedo A.F.} &= \text{P. Seco A.F.} (1+\%C.H.A.F/100) \\ \text{Peso Húmedo A.F.} &= 895.47 ( 1+ 4.58 / 100.0 ) \quad \mathbf{936.49 \text{ Kg}} \end{aligned}$$

**Agregado Grueso**

$$\begin{aligned} \text{Peso Húmedo A.G.} &= \text{P. Seco A.G.} (1+\%C.H.A.G/100) \\ \text{Peso Húmedo A.G.} &= 921.12 ( 1+ 1.67 / 100.0 ) \quad \mathbf{936.50 \text{ Kg}} \end{aligned}$$

---

**12. Aporte de Agua de los Agregados****Agregado Fino**

$$\begin{aligned} \text{Aporte agua A.F.} &= \text{Peso Seco A.F.}(\%C.H.-\%Abs.)/100 \\ \text{Aporte agua A.F.} &= 895.47 ( 4.58 - 1.42 )/ 100 \quad \mathbf{28.30 \text{ Lt}} \end{aligned}$$

**Agregado Grueso**

$$\begin{aligned} \text{Aporte agua A.G.} &= \text{Peso Seco A.G.}(\%C.H.-\%Abs.)/100 \\ \text{Aporte agua A.G.} &= 921.12 ( 1.67 - 0.70 )/ 100 \quad \mathbf{8.96 \text{ Lt}} \end{aligned}$$

El Aporte de agua en los Agregados Será **37.25 Lt**

---

**13. Calculo de Agua Efectiva**

$$\begin{aligned} \text{Agua Efectiva} &= \text{Agua de Diseño} - \text{Aporte de Agua} \\ \text{Agua Efectiva} &= 205 - 37.36 \quad \mathbf{167.75 \text{ Lt}} \end{aligned}$$

---

**14. Pesos Corregidos por Humedad**

Cemento + (2%CI + 5.5%CCH)	299.71 Kg/m3
Agua	167.75 Lt/m3
Agregado Grueso	936.50 Kg/m3
Agregado Fino	936.49 Kg/m3

---

**15. Proporción en Peso por Bolsa de Cemento**

Cemento	277.23 Kg/m3	301.47 Kg/m3	<b>1</b>
C. Ichu	5.99 Kg/m3	301.47 Kg/m3	<b>0.021</b>
C.C. Huevo	16.48 K/m3	301.47 Kg/m3	<b>0.059</b>
Agua	167.75 Lt/m3	301.47 Kg/m3	<b>0.605</b>
Agregado Grueso	936.50 Kg/m3	301.47 Kg/m3	<b>3.378</b>
Agregado Fino	936.49 Kg/m3	301.47 Kg/m3	<b>3.378</b>

Relación a/c	Por Diseño	Por Corrección
	0.684	0.605

**7.4. DISEÑO DE MEZCLA SEGÚN EL COMITÉ DEL ACI  
(90% CEMENTO + 10% CENIZAS)**

---

**I. CONDICIONES GENERALES**

Resistencia a la compresión a los 28 Días Será	<b>210 Kg/cm<sup>2</sup></b>
Consistencia	Plástica
Factor de seguridad	No

---

**II. MATERIALES**

**Cemento + (3%CI + 7%CCH)**

Sol Tipo I

Peso Específico del Cemento + (3%CI + 7%CCH) 3.00 gr/cm<sup>3</sup>

**Agua**

Agua Potable

**Agregado Fino**

Peso específico de Masa 2.66 gr/cm<sup>3</sup>

Absorción 1.42 %

Contenido de Humedad 4.58 %

Peso unitario suelto seco 1.62 gr/cm<sup>3</sup>

Peso unitario compactado seco 1.76 gr/cm<sup>3</sup>

Módulo de Fineza 2.9

**Agregado Grueso**

Tamaño máximo Nominal 3/4"

Peso específico de Masa 2.75 gr/cm<sup>3</sup>

Absorción 0.84 %

Contenido de Humedad 1.67 %

Peso unitario suelto seco 1.39 gr/cm<sup>3</sup>

Peso unitario compactado seco 1.51 gr/cm<sup>3</sup>

---

**1. Determinación de la Resistencia Promedio**

No se usa el factor de seguridad: =>  $f'_{cr} =$  **210 Kg/cm<sup>2</sup>**

---

**2. Selección del Tamaño Máximo Nominal del Agregado**

De la Granulometría el Tamaño Máximo Nominal **3/4"**

---

**3. Selección del Asentamiento**

Tipo de Estructura	Columnas	Vigas y
Consistencia		Plástica
Slump		<b>3 - 4 pulg</b>

---

**4. Volumen Unitario de Agua**

Slump 3 - 4 pulg.

Tamaño Máximo Nominal 3/4 pulga

Volumen Unitario de Agua **205 Lt/m<sup>3</sup>**

---

---

**5. Relación a/c por Resistencia**

<b>Kg/cm2</b>	<b>Concreto sin Aire Incorporado</b>	<b>Concreto sin Aire Incorporado</b>
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
Interpolando Tenemos la Relación de a/c		<b>0.684</b>

---

**6. Factor Cemento**

Factor Cemento =	$\frac{205}{0.684} =$	299.71 Kg/m3	
Factor Cemento =	$\frac{299.71}{42.5} =$		<b>7.05 Bolsas/m3</b>

---

**7. Contenido de Aire Atrapado**

TMN Agregado Grueso 3/4"	Aire Atrapado <b>2.0 %</b>
-----------------------------	-------------------------------

---

**8. Calculo del Peso del Agregado Grueso**

<b>TMN A.G.</b>	<b>Módulo de Fineza del Agregado Fino = 2.90</b>			
	<b>2.40</b>	<b>2.60</b>	<b>2.80</b>	<b>3.00</b>
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60

Interpolando Tenemos el Contenido de Agregado Grueso	<b>0.610</b>
Entonces el Peso del A.G. =	0.61 x 1510 Kg/m3 <b>921.12 Kg</b>

---

**9. Calculo del Peso del Agregado Fino**

<b>Material</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>P.E.</b>	<b>Vol. Absoluto</b>
Cemento + (3%CI + 10%CCH)	299.71	3000	0.0999
Agua	205	1000	0.2050
Aire	0.02	-	0.0200
A. Grueso	921.12	2750	0.3350
<b>Total</b>			<b>0.6599</b>

Volumen del Agregado Fino = 1 -	0.6599 =	0.3401
Peso Seco del Agr. Fino =	0.3401 x 2620 =	<b>891.18 Kg</b>

---

**10. Pesos Secos de Materiales por m3**

<b>Materiales</b>	<b>Pesos Secos (Kg)</b>
Cemento + (3%CI + 10%CCH)	299.71
Agua	205.00
Agr. Grueso	921.12
Agr. Fino	891.18
Aire	2%
<b>Total</b>	<b>2317.01</b>

---

---

**11. Corrección por Humedad de los Agregados****Agregado Fino**

$$\begin{aligned} \text{Peso Húmedo A.F.} &= \text{P. Seco A.F.} (1+\%C.H.A.F/100) \\ \text{Peso Húmedo A.F.} &= 891.18 ( 1+ 4.58 / 100.0 ) \quad \mathbf{932.00 \text{ Kg}} \end{aligned}$$

**Agregado Grueso**

$$\begin{aligned} \text{Peso Húmedo A.G.} &= \text{P. Seco A.G.} (1+\%C.H.A.G/100) \\ \text{Peso Húmedo A.G.} &= 921.12 ( 1+ 1.67 / 100.0 ) \quad \mathbf{936.50 \text{ Kg}} \end{aligned}$$

---

**12. Aporte de Agua de los Agregados****Agregado Fino**

$$\begin{aligned} \text{Aporte agua A.F.} &= \text{Peso Seco A.F.}(\%C.H.-\%Abs.)/100 \\ \text{Aporte agua A.F.} &= 891.18 ( 4.58 - 1.42 )/ 100 \quad \mathbf{28.16 \text{ Lt}} \end{aligned}$$

**Agregado Grueso**

$$\begin{aligned} \text{Aporte agua A.G.} &= \text{Peso Seco A.G.}(\%C.H.-\%Abs.)/100 \\ \text{Aporte agua A.G.} &= 921.12 ( 1.67 - 0.70 )/ 100 \quad \mathbf{8.96 \text{ Lt}} \end{aligned}$$

El Aporte de agua en los Agregados Será **37.12 Lt**

---

**13. Calculo de Agua Efectiva**

$$\begin{aligned} \text{Agua Efectiva} &= \text{Agua de Diseño} - \text{Aporte de Agua} \\ \text{Agua Efectiva} &= 205 - 37.36 \quad \mathbf{167.88 \text{ Lt}} \end{aligned}$$

---

**14. Pesos Corregidos por Humedad**

Cemento + (3%CI + 7%CCH)	299.71 Kg/m3
Agua	167.88 Lt/m3
Agregado Grueso	936.50 Kg/m3
Agregado Fino	932.00 Kg/m3

---

**15. Proporción en Peso por Bolsa de Cemento**

Cemento	269.74 Kg/m3	301.47 Kg/m3	<b>1</b>
C. Ichu	8.99 Kg/m3	301.47 Kg/m3	<b>0.033</b>
C.C. Huevo	20.98 K/m3	301.47 Kg/m3	<b>0.077</b>
Agua	167.88 Lt/m3	301.47 Kg/m3	<b>0.622</b>
Agregado Grueso	936.50 Kg/m3	301.47 Kg/m3	<b>3.471</b>
Agregado Fino	932.00 Kg/m3	301.47 Kg/m3	<b>3.455</b>

Relación a/c	Por Diseño	Por Corrección
	0.684	0.622

## 8. Ensayos de Laboratorio Diseño de Mezcla



### DISEÑO DE MEZCLA

(PATRON)

**SOLICITA** : BACH. VIDAL TARAZONA PERCY EDINSON  
**TESIS** : "RESISTENCIA DE CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO EN 5%, 7.5%  
Y 10% POR LA COMBINACIÓN DE CENIZA DE ICHU Y CASCARA DE HUEVO"  
**LUGAR** : HUARAZ – PROVINCIA HUARAZ – ANCASH  
**FECHA** : 16/08/2019

### ESPECIFICACIONES

Resistencia a la compresión a los 28 Días Será	<b>210 Kg/cm<sup>2</sup></b>
Consistencia	<b>Plástica</b>
Factor de seguridad	<b>No</b>

### MATERIALES

<b>Cemento</b>	
Sol Tipo I	
Peso Especifico del Cemento	<b>3.15 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Agua</b>	<b>Potable</b>
<b>Agregado Fino - Cantera: Tacllan - Huaraz</b>	
Peso específico de Masa	<b>2.66 gr/cm<sup>3</sup></b>
Absorción	<b>1.42 %</b>
Contenido de Humedad	<b>4.58 %</b>
Peso unitario suelto seco	<b>1.62 gr/cm<sup>3</sup></b>
Peso unitario compactado seco	<b>1.76 gr/cm<sup>3</sup></b>
Módulo de Fineza	<b>2.9</b>
<b>Agregado Grueso - Cantera: Tacllan - Huaraz</b>	
Tamaño máximo Nominal	<b>3/4"</b>
Peso específico de Masa	<b>2.75 gr/cm<sup>3</sup></b>
Absorción	<b>0.70 %</b>
Contenido de Humedad	<b>1.67 %</b>
Peso unitario suelto seco	<b>1.39 gr/cm<sup>3</sup></b>
Peso unitario compactado seco	<b>1.51 gr/cm<sup>3</sup></b>

### 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 máximo nominal de 3/4" el volumen unitario de agua es de **205 lt/m<sup>3</sup>**

### RELACIÓN A/C POR RESISTENCIA

Para una resistencia promedio correspondiente a 210 kg/cm<sup>2</sup>, interpolando obtenemos que la relación agua-cemento por resistencia es de **0.684**



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

**RECTORADO:** Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320  
**CAMPUS UNIVERSITARIA:** Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810  
**Nuevo Chimbote** Av. Pacifico y Anchoqueta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826  
**OFICINA DE ADMISIÓN:** Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono.: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

**FACTOR CEMENTO**

El factor cemento se determina dividiendo el volumen de agua entre la relación agua-cemento, el factor cemento es de **299.71 Kg/m<sup>3</sup>**

**CALCULO DEL PESO DEL AGREGADO GRUESO**

Interpolando Tenemos el Contenido de Agregado Grueso **0.610**  
Entonces el Peso del A.G. es igual a 0.610 por el Peso seco compactado del A.G. = **921.12 Kg**

**CALCULO DEL PESO DEL AGREGADO FINO**

Suma de volúmenes conocidos es igual a 0.6551 m<sup>3</sup>, el Volumen del Agregado Fino es 1 - 0.6551 = 0.3449 m<sup>3</sup>,  
Peso Seco del Agr. Fino es 0.3449 x 2620 = **903.65 Kg**

**VOLUMENES ABSOLUTOS EN M<sup>3</sup>**

Cemento.....	0.0951 m <sup>3</sup>
Agua.....	0.2050 m <sup>3</sup>
Agr. Grueso.....	0.3350 m <sup>3</sup>
Agr. Fino.....	0.3449 m <sup>3</sup>
Aire.....	0.0200
<b>Total .....</b>	<b>1 m<sup>3</sup></b>

**PESOS SECOS**

Cemento.....	299.71 Kg/m <sup>3</sup>
Agua.....	205.00 Lt/m <sup>3</sup>
Agr. Grueso.....	921.12 Kg/m <sup>3</sup>
Agr. Fino.....	903.65 Kg/m <sup>3</sup>

**PESOS DE LOS MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento.....	299.71 Kg/m <sup>3</sup>
Agua.....	167.49 Kg/m <sup>3</sup>
Agr. Grueso.....	936.50 Kg/m <sup>3</sup>
Agr. Fino.....	945.03 Kg/m <sup>3</sup>

**PROPORCIÓN EN PESO POR BOLSA DE CEMENTO**

	<u>299.71</u>	<u>167.49</u>	<u>936.50</u>	<u>945.03</u>
	299.71	299.71	299.71	299.71
Cemento	1	0.559	3.125	3.153

RELACIÓN a/c	Por Diseño	Por Corrección
	0.684	0.559



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

**DISEÑO DE MEZCLA**

(95% CEMENTO + 5% CENIZAS)

**SOLICITA** : BACH. VIDAL TARAZONA PERCY EDINSON  
**TESIS** : "RESISTENCIA DE CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO EN 5%, 7.5% Y 10% POR LA COMBINACIÓN DE CENIZA DE ICHU Y CASCARA DE HUEVO"  
**LUGAR** : HUARAZ – PROVINCIA HUARAZ – ANCASH  
**FECHA** : 16/08/2019

**ESPECIFICACIONES**

Resistencia a la compresión a los 28 Días Será	<b>210 Kg/cm<sup>2</sup></b>
Consistencia	<b>Plástica</b>
Factor de seguridad	<b>No</b>

**MATERIALES**

<b>Cemento + (1.5%CI + 3.5%CCH)</b>	
Sol Tipo I	
Peso Especifico del Cemento + (1.5%CI + 3.5%CCH)	<b>3.09 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Agua</b>	<b>Potable</b>
<b>Agregado Fino - Cantera: Tacllan - Huaraz</b>	
Peso específico de Masa	<b>2.66 gr/cm<sup>3</sup></b>
Absorción	<b>1.42 %</b>
Contenido de Humedad	<b>4.58 %</b>
Peso unitario suelto seco	<b>1.62 gr/cm<sup>3</sup></b>
Peso unitario compactado seco	<b>1.76 gr/cm<sup>3</sup></b>
Módulo de Fineza	<b>2.9</b>
<b>Agregado Grueso - Cantera: Tacllan - Huaraz</b>	
Tamaño máximo Nominal	<b>3/4"</b>
Peso específico de Masa	<b>2.75 gr/cm<sup>3</sup></b>
Absorción	<b>0.70 %</b>
Contenido de Humedad	<b>1.67 %</b>
Peso unitario suelto seco	<b>1.39 gr/cm<sup>3</sup></b>
Peso unitario compactado seco	<b>1.51 gr/cm<sup>3</sup></b>

**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 máximo nominal de 3/4" el volumen unitario de agua es de **205 lt/m<sup>3</sup>**

**RELACIÓN A/C POR RESISTENCIA**

Para una resistencia promedio correspondiente a 210 kg/cm<sup>2</sup>, interpolando obtenemos que la relación agua-cemento por resistencia es de **0.684**



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

**FACTOR CEMENTO**

El factor cemento se determina dividiendo el volumen de agua entre la relación agua-cemento, el factor cemento es de **299.71 Kg/m<sup>3</sup>**

**CALCULO DEL PESO DEL AGREGADO GRUESO**

Interpolando Tenemos el Contenido de Agregado Grueso **0.610**  
Entonces el Peso del A.G. es igual a 0.610 por el Peso seco compactado del A.G. = **921.12 Kg**

**CALCULO DEL PESO DEL AGREGADO FINO**

Suma de volúmenes conocidos es igual a 0.6551 m<sup>3</sup>, el Volumen del Agregado Fino es  $1 - 0.6569 = 0.3431$  m<sup>3</sup>,  
Peso Seco del Agr. Fino es  $0.3431 \times 2620 =$  **898.81 Kg**

**VOLÚMENES ABSOLUTOS EN M3**

Cemento + (1.5%Cl + 3.5%CCH).....	0.0970 m3
Agua.....	0.2050 m3
Agr. Grueso.....	0.3350 m3
Agr. Fino.....	0.3431 m3
Aire.....	0.0200
<b>Total .....</b>	<b>1 m3</b>

**PESOS SECOS**

Cemento + (1.5%Cl + 3.5%CCH).....	299.71 Kg/m3
Agua.....	205.00 Lt/m3
Agr. Grueso.....	921.12 Kg/m3
Agr. Fino.....	898.81 Kg/m3

**PESOS DE LOS MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento.....	284.72 Kg/m3
C. Ichu.....	4.50 Kg/m3
C. C. Huevo.....	10.49 Kg/m3
Agua.....	167.64 Kg/m3
Agr. Grueso.....	936.50 Kg/m3
Agr. Fino.....	939.97 Kg/m3

**PROPORCIÓN EN PESO POR BOLSA DE CEMENTO**

<u>284.72</u>	<u>4.50</u>	<u>10.49</u>	<u>167.64</u>	<u>936.50</u>	<u>939.97</u>
284.72	284.72	284.72	284.72	284.72	284.72
Cemento	C. Ichu	C. C. Huevo	Agua	Agr. Grueso	Agr. Fino
1	0.015	0.036	0.589	3.289	3.301

RELACIÓN a/c	Por Diseño	Por Corrección
		0.684



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

**DISEÑO DE MEZCLA**

(92.5% CEMENTO + 7.5% CENIZAS)

**SOLICITA** : BACH. VIDAL TARAZONA PERCY EDINSON  
**TESIS** : "RESISTENCIA DE CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO EN 5%, 7.5% Y 10% POR LA COMBINACIÓN DE CENIZA DE ICHU Y CASCARA DE HUEVO"  
**LUGAR** : HUARAZ – PROVINCIA HUARAZ – ANCASH  
**FECHA** : 16/08/2019

**ESPECIFICACIONES**

Resistencia a la compresión a los 28 Días Será	<b>210 Kg/cm<sup>2</sup></b>
Consistencia	<b>Plástica</b>
Factor de seguridad	<b>No</b>

**MATERIALES**

<b>Cemento + (2%CI + 5.5%CCH)</b>	
Sol Tipo I	
Peso Especifico del Cemento + (2%CI + 5.5%CCH)	<b>3.05 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Agua</b>	<b>Potable</b>
<b>Agregado Fino - Cantera: Tacllan - Huaraz</b>	
Peso específico de Masa	<b>2.66 gr/cm<sup>3</sup></b>
Absorción	<b>1.42 %</b>
Contenido de Humedad	<b>4.58 %</b>
Peso unitario suelto seco	<b>1.62 gr/cm<sup>3</sup></b>
Peso unitario compactado seco	<b>1.76 gr/cm<sup>3</sup></b>
Módulo de Fineza	<b>2.9</b>
<b>Agregado Grueso - Cantera: Tacllan - Huaraz</b>	
Tamaño máximo Nominal	<b>3/4"</b>
Peso específico de Masa	<b>2.75 gr/cm<sup>3</sup></b>
Absorción	<b>0.70 %</b>
Contenido de Humedad	<b>1.67 %</b>
Peso unitario suelto seco	<b>1.39 gr/cm<sup>3</sup></b>
Peso unitario compactado seco	<b>1.51 gr/cm<sup>3</sup></b>

**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 máximo nominal de 3/4" el volumen unitario de agua es de **205 lit/m<sup>3</sup>**

**RELACIÓN A/C POR RESISTENCIA**

Para una resistencia promedio correspondiente a 210 kg/cm<sup>2</sup>, interpolando obtenemos que la relación agua-cemento por resistencia es de **0.684**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS #  
 ENSAYO DE MORTAJES  
  
**Ing. Elizabeth Maza Androsio**  
 CIP: 116544  
 JEFE

**FACTOR CEMENTO**

El factor cemento se determina dividiendo el volumen de agua entre la relación agua-cemento, el factor cemento es de **299.71 Kg/m<sup>3</sup>**

**CALCULO DEL PESO DEL AGREGADO GRUESO**

Interpolando Tenemos el Contenido de Agregado Grueso **0.610**  
Entonces el Peso del A.G. es igual a 0.610 por el Peso seco compactado del A.G. = **921.12 Kg**

**CALCULO DEL PESO DEL AGREGADO FINO**

Suma de volúmenes conocidos es igual a 0.6551 m<sup>3</sup>, el Volumen del Agregado Fino es 1 - 0.6582 = 0.3418 m<sup>3</sup>,  
Peso Seco del Agr. Fino es 0.3418 x 2620 = **895.47 Kg**

**VOLUMENES ABSOLUTOS EN M3**

Cemento + (2%CI + 5.5%CCH).....	0.0983 m <sup>3</sup>
Agua.....	0.2050 m <sup>3</sup>
Agr. Grueso.....	0.3350 m <sup>3</sup>
Agr. Fino.....	0.3418 m <sup>3</sup>
Aire.....	0.0200
<b>Total .....</b>	<b>1 m<sup>3</sup></b>

**PESOS SECOS**

Cemento + (2%CI + 5.5%CCH).....	299.71 Kg/m <sup>3</sup>
Agua.....	205.00 Lt/m <sup>3</sup>
Agr. Grueso.....	921.12 Kg/m <sup>3</sup>
Agr. Fino.....	895.47 Kg/m <sup>3</sup>

**PESOS DE LOS MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento.....	277.23 Kg/m <sup>3</sup>
C. Ichu.....	5.99 Kg/m <sup>3</sup>
C. C. Huevo.....	16.48 Kg/m <sup>3</sup>
Agua.....	167.75 Kg/m <sup>3</sup>
Agr. Grueso.....	936.50 Kg/m <sup>3</sup>
Agr. Fino.....	936.49 Kg/m <sup>3</sup>

**PROPORCIÓN EN PESO POR BOLSA DE CEMENTO**

$\frac{277.23}{277.23}$	$\frac{5.99}{277.23}$	$\frac{16.48}{277.23}$	$\frac{167.75}{277.23}$	$\frac{936.50}{277.23}$	$\frac{936.49}{277.23}$
Cemento	C. Ichu	C. C. Huevo	Agua	Agr. Grueso	Agr. Fino
1	0.021	0.059	0.605	3.378	3.378

RELACIÓN a/c	Por Diseño	Por Corrección
	0.684	0.605



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
LINEA DE MATERIALES  
*Elizabeth Maiza Ambrosio*  
Ing. Elizabeth Maiza Ambrosio  
CIP: 118544  
JEFE

**DISEÑO DE MEZCLA**

(90% CEMENTO + 10% CENIZAS)

**SOLICITA** : BACH. VIDAL TARAZONA PERCY EDINSON  
**TESIS** : "RESISTENCIA DE CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO EN 5%, 7.5% Y 10% POR LA COMBINACIÓN DE CENIZA DE ICHU Y CASCARA DE HUEVO"  
**LUGAR** : HUARAZ – PROVINCIA HUARAZ – ANCASH  
**FECHA** : 16/08/2019

**ESPECIFICACIONES**

Resistencia a la compresión a los 28 Días Será	<b>210 Kg/cm<sup>2</sup></b>
Consistencia	<b>Plástica</b>
Factor de seguridad	<b>No</b>

**MATERIALES**

<b>Cemento + (3%CI + 7%CCH)</b>	
Sol Tipo I	
Peso Especifico del Cemento + (3%CI + 7%CCH)	<b>3.00 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Agua</b>	<b>Potable</b>
<b>Agregado Fino - Cantera: Tacllan - Huaraz</b>	
Peso específico de Masa	<b>2.66 gr/cm<sup>3</sup></b>
Absorción	<b>1.42 %</b>
Contenido de Humedad	<b>4.58 %</b>
Peso unitario suelto seco	<b>1.62 gr/cm<sup>3</sup></b>
Peso unitario compactado seco	<b>1.76 gr/cm<sup>3</sup></b>
Módulo de Fineza	<b>2.9</b>
<b>Agregado Grueso - Cantera: Tacllan - Huaraz</b>	
Tamaño máximo Nominal	<b>3/4"</b>
Peso específico de Masa	<b>2.75 gr/cm<sup>3</sup></b>
Absorción	<b>0.70 %</b>
Contenido de Humedad	<b>1.67 %</b>
Peso unitario suelto seco	<b>1.39 gr/cm<sup>3</sup></b>
Peso unitario compactado seco	<b>1.51 gr/cm<sup>3</sup></b>

**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 máximo nominal de 3/4" el volumen unitario de agua es de **205 lt/m<sup>3</sup>**

**RELACIÓN A/C POR RESISTENCIA**

Para una resistencia promedio correspondiente a 210 kg/cm<sup>2</sup>, interpolando obtenemos que la relación agua-cemento por resistencia es de **0.684**



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

**FACTOR CEMENTO**

El factor cemento se determina dividiendo el volumen de agua entre la relación agua-cemento, el factor cemento es de **299.71 Kg/m<sup>3</sup>**

**CALCULO DEL PESO DEL AGREGADO GRUESO**

Interpolando Tenemos el Contenido de Agregado Grueso **0.610**  
Entonces el Peso del A.G. es igual a 0.610 por el Peso seco compactado del A.G. = **921.12 Kg**

**CALCULO DEL PESO DEL AGREGADO FINO**

Suma de volúmenes conocidos es igual a 0.6551 m<sup>3</sup>, el Volumen del Agregado Fino es 1 - 0.6599 = 0.3401 m<sup>3</sup>,  
Peso Seco del Agr. Fino es 0.3401 x 2620 = **891.18 Kg**

**VOLUMENES ABSOLUTOS EN M3**

Cemento + (3%CI + 7%CCH).....	0.0999 m3
Agua.....	0.2050 m3
Agr. Grueso.....	0.3350 m3
Agr. Fino.....	0.3401 m3
Aire.....	0.0200
<b>Total .....</b>	<b>1 m3</b>

**PESOS SECOS**

Cemento + (3%CI + 7%CCH).....	299.71 Kg/m3
Agua.....	205.00 Lt/m3
Agr. Grueso.....	921.12 Kg/m3
Agr. Fino.....	891.18 Kg/m3

**PESOS DE LOS MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento.....	269.74 Kg/m3
C. Ichu.....	8.99 Kg/m3
C. C. Huevo.....	20.98 Kg/m3
Agua.....	167.88 Kg/m3
Agr. Grueso.....	936.50 Kg/m3
Agr. Fino.....	932.00 Kg/m3

**PROPORCIÓN EN PESO POR BOLSA DE CEMENTO**

<u>277.23</u>	<u>8.99</u>	<u>20.98</u>	<u>167.88</u>	<u>936.50</u>	<u>932.00</u>
277.23	277.23	277.23	277.23	277.23	277.23
Cemento	C. Ichu	C. C. Huevo	Agua	Agr. Grueso	Agr. Fino
1	0.033	0.077	0.622	3.471	3.455

RELACIÓN a/c	Por Diseño	Por Corrección
		0.684



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
UNIFORME DE MATERIALES  
*Elizabeth Maza*  
Ing. Elizabeth Maza Amador  
CIP: 11654#  
-HPE

## 9. Ensayos de Laboratorio Resistencia a Compresión



### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : **Bach. Vidal Tarazona, Percy Edinson**

TESIS : "Resistencia de Concreto con Sustitucion del Cemento en 5%, 7,5% y 10% por la Combinacion de Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"

FECHA: **12/06/2019**

MUESTRA	PROBETA (Codigo)	SLUMP	CURADO (Dias)	FECHA		PESO (Kg)	Ø (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kgf)	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	σ Prom. (Kg/cm <sup>2</sup> )	σ MINIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA OBTENIDA
				MOLDEO	ROTURA								
Dosificación Patron con 100% de Cemento	P1 - P	3"	7	16/04/2019	23/04/2019	13,10	15,00	176,71	31915	180,60	180,87	70%	86,10%
	P2 - P					13,25	15,15	180,27	32754	181,70		147	
	P3 - P					13,00	15,20	181,46	32717	180,30			
	P4 - P	3"	14	16/04/2019	30/04/2019	13,00	15,20	181,46	33951	187,10	189,27	85%	90,10%
	P5 - P					13,20	15,15	180,27	33890	188,00		178,5	
	P6 - P					13,00	15,10	179,08	34508	192,70			
	P7 - P	3"	28	16/04/2019	14/05/2019	13,10	15,20	181,46	39340	216,80	215,27	100%	102,50%
	P8 - P					13,10	15,20	181,46	38723	213,40		210	
	P9 - P					13,20	15,15	180,27	38865	215,60			



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

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

**SOLICITA :** Bach. Vidal Tarazona, Percy Edinson

**TESIS :** "Resistencia de Concreto con Sustitucion del Cemento en 5%, 7,5% y 10% por la Combinacion de Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"

**FECHA:** 12/06/2019

MUESTRA	PROBETA (Código)	SLUMP	CURADO (Dias)	FECHA		PESO (Kg)	Ø (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kgf)	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	σ Prom. (Kg/cm <sup>2</sup> )	σ MINIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA OBTENIDA
				MOLDEO	ROTURA								
				Moldeo	Rotura								
Dosificación Cemento 95% + 5% de la Combinación (1.5%CI + 3.5%CCH)	P1 - C1	3"	7	16/04/2019	23/04/2019	13,10	15,10	179,08	35296	197,10	192,70	70%	91,80%
	P2 - C1					13,15	15,15	180,27	35404	196,40		147	
	P3 - C1					13,20	15,20	181,46	33497	184,60			
	P4 - C1	3"	14	16/04/2019	30/04/2019	13,00	15,15	180,27	36107	200,30	197,70	85%	94,10%
	P5 - C1					13,10	15,10	179,08	35296	197,10		178,5	
	P6 - C1					13,10	15,20	181,46	35511	195,70			
	P7 - C1	3"	28	16/04/2019	14/05/2019	13,20	15,10	179,08	38968	217,60	217,97	100%	103,80%
	P8 - C1					13,20	15,20	181,46	39467	217,50		210	
	P9 - C1					30,15	15,15	180,27	39442	218,80			



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FISAL - HUAFIZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
MATERIALES  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116944  
JEFE

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

**SOLICITA:** Bach. Vidal Tarazona, Percy Edinson

**TESIS :** "Resistencia de Concreto con Sustitucion del Cemento en 5%, 7,5% y 10% por la Combinación de Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"

**FECHA:** 12/06/2019

MUESTRA	PROBETA (Código)	SLUMP	CURADO (Días)	FECHA		PESO (Kg)	Ø (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kgf)	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	σ Prom. (Kg/cm <sup>2</sup> )	σ MINIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA OBTENIDA
				MOLDEO	ROTURA								
				Moldeo	Rotura								
Dosificación Cemento 92,5% + 7,5% de la Combinación (2%ICI + 5,5%CCCH)	P1 - C II	3"	7	16/04/2019	23/04/2019	13,00	15,15	180,27	35693	198,00	173,67	70%	82,70%
	P2 - C II					13,10	15,20	181,46	22682	125,00		147	
	P3 - C II					13,10	15,10	179,08	35458	198,00			
	P4 - C II	3"	14	16/04/2019	30/04/2019	13,20	15,15	180,27	38902	215,80	218,97	85%	104,30%
	P5 - C II					13,00	15,20	181,46	39903	219,90		178,5	
	P6 - C II					13,10	15,15	180,27	39875	221,20			
	P7 - C II	3"	28	16/04/2019	14/05/2019	13,10	15,20	181,46	40465	223,00	224,87	100%	107,10%
	P8 - C II					13,20	15,15	180,27	40506	224,70		210	
	P9 - C II					13,00	15,15	180,27	40902	226,90			



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUANCAYO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
LIEVRES Y TERMINALES  
*[Signature]*  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 118544  
JEFE

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

SOLICITA : **Bach. Vidal Tarazona, Percy Edinson**

TESIS : "Resistencia de Concreto con Sustitucion del Cemento en 5%, 7,5% y 10% por la Combinacion de Ceniza de Ichu y Cascara de Huevo"

FECHA: **12/06/2019**

	PROBETA (Código)	SLUMP	CURADO (Días)	FECHA		PESO (Kg)	Ø (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kgf)	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	σ Prom. (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA MINIMA	RESISTENCIA OBTENIDA
				MOLDEO	ROTURA								
Dosificación Cemento 90% + 10% de la Combinación (3%CI + 7%CCH)	P1 - C III	3"	7	16/04/2019	23/04/2019	13.15	15.20	181.46	34767	191.60	192.77	70%	91.80%
	P2 - C III					13.20	15.15	180.27	35422	196.50		147	
	P3 - C III					13.00	15.15	180.27	34287	190.20			
	P4 - C III	3"	14	16/04/2019	30/04/2019	13.10	15.10	179.08	35869	200.30	198.60	85%	94.60%
	P5 - C III					13.10	15.10	179.08	36084	201.50		178.5	
	P6 - C III					13.20	15.15	180.27	34972	194.00			
	P7 - C III	3"	28	16/04/2019	14/05/2019	13.20	15.20	181.46	40864	225.20	221.70	100%	105.60%
	P8 - C III					13.25	15.20	181.46	38923	214.50		210	
	P9 - C III					13.20	15.20	181.46	40901	225.40			



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUATIL  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
MATERIALES  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116944  
JEFE

## 10. Panel Fotográfico



**Foto 1:** Recolección del Ichu

**Fuente:** Elaboración propia



**Foto 2:** Recolección de la Cáscara de Huevo

**Fuente:** Elaboración propia



**Foto 3:** Calcinación de Ichu y la Cáscara de Huevo – Horno Mufla a 360°C y 530°C  
**Fuente:** Elaboración propia



**Foto 4:** Contenido de Humedad  
**Fuente:** Elaboración propia



**Foto 5:** Granulometría  
**Fuente:** Elaboración propia



**Foto 6:** Peso Específico y Absorción  
**Fuente:** Elaboración propia



**Foto 7:** Peso Unitario  
**Fuente:** Elaboración propia



**Foto 8:** Peso de los Agregados Para el Diseño de Mezcla  
**Fuente:** Elaboración propia



**Foto 9:** Mezclado de los Materiales  
**Fuente:** Elaboración propia



**Foto 10:** Slump  
**Fuente:** Elaboración propia



**Foto 11:** Resistencia de las Probetas de Concreto  
**Fuente:** Elaboración propia