

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



**Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm²
sustituyendo al cemento por la combinación de la ceniza de
paja de trigo y cascara de huevo.**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Rosales Flores, Milagros Magaly

Asesor

Ing.Urrutia Vargas Segundo

Chimbote – Perú

2020

Palabra clave:

| | |
|----------------------|-------------------------|
| TEMA: | Resistencia de concreto |
| ESPECIALIDAD: | Tecnología del concreto |

Keyword

| | |
|-------------------|---------------------|
| TOPIC | Concrete Strength |
| SPECIALITY | concrete technology |

LINEA DE INVESTIGACIÓN

| | |
|--|---|
| Programa | Ingeniería Civil |
| Línea de Investigación | Construcción y Gestión de la Construcción |
| OCDE | 2. Ingeniería y Tecnología 2.1. Ingeniería Civil Ingeniería de la Construcción |
| Sub-Líneas o Campos de la Investigación | Material de la Construcción Tecnología de la construcción y Procesos constructivos |

Título:

**Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm²
sustituyendo al cemento por la combinación de la ceniza de
paja de trigo y cascara de huevo.**

Resumen

El fin de esta investigación fue encontrar la resistencia a compresión para un concreto de $f'c=210$ Kg/cm², que sustituye en 12% y 20% al cemento en las siguientes proporciones: 3% ceniza de paja de trigo + 9% cascara de huevo y 5% ceniza de paja de trigo + 15% cascara de huevo.

Se realizó la recolección de la Cáscara de Huevo para ser pulverizada, hasta conseguir polvo de la Cáscara de huevo (PCH), luego se recolecto la paja de trigo para ser activada de manera térmica teniendo como resultado Ceniza de Paja de Trigo (CPT), de este modo se consigue un material puzolánico; después se Halló el grado de alcalinidad el (pH) para las cenizas y la Cascara de Huevo puras y en combinación con el cremento, el diseño de mezcla se realizó con el método ACI, donde se obtuvo la relación a/c para el concreto experimental y patrón.

Con la calcinación se determinó 750°C que es grado de activación para la ceniza de Paja de Trigo, los óxidos de la ceniza de Paja de trigo son: SiO₂ 27.007%, K₂O 46.963%, Al₂O₃ 5.389% y otros, en la cáscara de huevo el rango de activación fue 910°C CaO₂ 97.611%, K₂O 0.463% entre otros. Se elaboraron probetas de concreto con $f'c=210$ kg/cm², en un número de 27 muestras: 9 del patrón, 9 experimentales al 12% (con sustitución de 3% PCH y 9% CPT) y 9 experimentales al 20% (con sustitución de 5% PCH y 15% CPT), las roturas se realizaron a los 7, 14 y 28 días examinando y relacionando las resistencias a compresión obtenidas experimental y Patrón.

El proyecto de investigación demostró: el concreto patrón a los 28 días alcanza una Resistencia de 213.4 kg/cm², y la resistencia con sustitución de la ceniza de paja y cáscara de huevo en 12% y 20% resulta una resistencia de 225 kg/cm² y 233.8 kg/cm² respectivamente.

Abstract

The purpose of this investigation was to find the compressive strength for a concrete of $f'c = 210 \text{ Kg / cm}^2$, which replaces cement in 12% and 20% in the following proportions: 3% wheat straw ash + 9% eggshell and 5% wheat straw ash + 15% eggshell.

The harvesting of the Eggshell was made to be pulverized, until obtaining powder from the Eggshell (CH), then the wheat straw was collected to be thermally activated, resulting in Wheat Straw Ash (PT), in this way a pozzolanic material is obtained; Afterwards, the alkalinity degree (pH) was found for the pure ashes and Eggshell and in combination with the growth, the mix design was carried out with the ACI method, where the a / c ratio was obtained for the experimental concrete and pattern.

With calcination, 750°C was determined, which is the activation degree for Wheat Straw ash, the oxides of Wheat Straw ash are: SiO_2 27.007%, K_2O 46.963%, Al_2O_3 5.389% and others, in the husk of egg the activation range was 910°C CaO_2 97.611%, K_2O 0.463% among others. Concrete specimens were prepared with $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, in a number of 27 samples: 9 of the standard, 9 experimental at 12% (with substitution of 3% PCH and 9% CPT) and 9 experimental at 20% (with substitution of 5% PCH and 15% CPT), the breaks were made at 7, 14 and 28 days, examining and relating the compression strengths obtained experimental and pattern.

The research project demonstrated: the standard pattern at 28 days reaches a resistance of 213.4 kg / cm^2 , and resistance with the substitution of 12% for the ash of the pija and eggshell and 20% resulting in a resistance of 225 kg / cm^2 and 233.8 kg / cm^2 respectively.

V. Índice general

| | |
|--------------------------------------|-----|
| Palabra clave:..... | i |
| Título:..... | ii |
| Resumen | iii |
| Abstract | iv |
| Índice..... | v |
| I. Introducción..... | 1 |
| II. Metodología..... | 25 |
| III. Resultados | 30 |
| IV. Análisis y discusión | 52 |
| V. Conclusiones | 56 |
| VI. Recomendaciones | 57 |
| VII. Agradecimiento | 58 |
| VIII. Referencia bibliográfica | 59 |
| IX. Anexos y apendices | 62 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Agregado grueso. | 8 |
| Figura 2: Agregado fino..... | 10 |
| Figura 3: Corte transversal del huevo y sus partes..... | 21 |
| Figura 4: Producción de huevo de gallina para consumo en el Perú | 22 |
| Figura 5: Recolección de la cascara de huevo | 23 |
| Figura 6: Análisis termo gravimétrico de la ceniza de paja de trigo. | 30 |
| Figura 7: Análisis curva calorimétrico de la ceniza de paja de trigo. | 31 |
| Figura 8: Análisis termo gravimétrico de la ceniza de cascara de huevo..... | 32 |
| Figura 9: Curva calorimétrica de la ceniza de cascara de huevo | 32 |
| Figura 10: Electrómetro de fluorescencia..... | 33 |
| Figura 11: pH del cemento. CPT, PCH y las combinaciones..... | 36 |
| Figura 12: pH del cemento y sustitución en 12% y 20 % por las combinaciones de CPT y PCH..... | 37 |
| Figura 13: Curva granulométrica de la arena..... | 39 |
| Figura 14: Curva granulométrica del agregado grueso..... | 40 |
| Figura 15: Esquema para la elaboración del concreto | 44 |
| Figura 16: Resistencia a la compresión patrón. | 45 |
| Figura 17: Porcentaje de resistencia patrón | 45 |
| Figura 18: Curva de grupo patrón. | 46 |
| Figura 19: Resistencia a la compresión 12% sustitución. | 47 |
| Figura 20: Porcentaje de resistencia sustitución 12 %..... | 47 |

| | |
|--|----|
| Figura 21: Curva de grupo de sustitución 12 % | 48 |
| Figura 22: Resistencia a la compresión de 20% de sustitución | 49 |
| Figura 23: Porcentaje de resistencia de sustitución 20 % | 49 |
| Figura 24: Curva de grupo de 20 % de sustitución..... | 50 |
| Figura 25: Grafico de las resistencias a la compresión promedio a las edades 7, 14 días comprobando las probetas patrón | 50 |
| Figura 26: Gráfica de tendencia de las Resistencias a la Compresión promedio a los 7 y 14 y 28 días, comprobando las probetas patrón y los experimentales. | 51 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Características químicas del cemento | 11 |
| Tabla 2: Porcentajes de compuestos químicos del cemento..... | 11 |
| Tabla 3: Cantidades máximas permitidas de elementos en el agua | 12 |
| Tabla 4: Requisitos granulométricos para agregado fino..... | 15 |
| Tabla 5: Requiritos químicos de la ceniza | 19 |
| Tabla 6: Propiedades físicas que obedecen los diferentes tipos de ceniza. | 20 |
| Tabla 7: Composición nutricional del polvo de la cáscara de huevo..... | 21 |
| Tabla 8: Variable dependiente..... | 23 |
| Tabla 9: Variable independiente..... | 23 |
| Tabla 10: Diseño en bloque de la probeta | 25 |
| Tabla 11: Técnica e instrumento usado. | 26 |
| Tabla 12: Análisis químico de la ceniza paja de trigo. | 33 |
| Tabla 13: Análisis químico de la ceniza de cascara de huevo. | 34 |
| Tabla 14: Potencial de Hidrogeno de CPT | 35 |
| Tabla 15: Potencial de Hidrogeno de PCH..... | 35 |
| Tabla 16: Potencial de Hidrogeno de cemento tipo I | 35 |
| Tabla 17: Potencial de hidrogeno de la combinación de 12 % de (CPT + PCH)..... | 36 |
| Tabla 18: Potencial de hidrógeno de la combinación de 20% de (CPT + PCH)..... | 36 |
| Tabla 19: Relación agua - cemento de patrón y experimental | 38 |
| Tabla 20: Porcentaje retenido y porcentajes de pasantes del agregado fino. | 38 |

| | |
|--|----|
| Tabla 21: Porcentaje retenido y porcentaje pasantes del agregado grueso..... | 39 |
| Tabla 22: Contenido de humedad de agregado fino | 40 |
| Tabla 23: Contenido de humedad agregado grueso..... | 40 |
| Tabla 24: Gravedad específica y absorción del agregado fino. | 41 |
| Tabla 25: Gravedad específica y absorción del agregado grueso. | 41 |
| Tabla 26: Peso unitario del agregado fino. | 41 |
| Tabla 27: Peso unitario del agregado grueso. | 42 |
| Tabla 28: Datos a usar para el diseño de concreto | 42 |
| Tabla 29: Cantidad de material para 9 probetas patrón | 42 |
| Tabla 30: Cantidad de material para 9 probetas con sustitución al 12% | 43 |
| Tabla 31: Cantidad de material para 9 probetas con sustitución al 20%. | 43 |
| Tabla 32: Resistencia a compresión probeta patrón | 44 |
| Tabla 33: Resistencia a compresión de 12% sustitución de cemento. | 46 |
| Tabla 34: Resistencia a compresión de 20 %sustitución de cemento. | 48 |

I. INTRODUCCIÓN

Este proyecto de investigación está fundamentado en una recopilación de antecedentes que demuestran la eficacia del uso del Polvo de Cáscara de Huevo (PCH) y la Ceniza de paja de trigo (CPT), las cuales, por su alto contenido en calcio y silicio, al ser activados térmicamente, se transforman en óxidos que al ser combinados pueden sustituir al cemento.

Teniendo en cuenta los antecedentes, se han escogido ciertas investigaciones que han sido utilizadas en este estudio, por ejemplo, Ríos (2017), en su trabajo de investigación "evaluación de la resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de cascara de huevo" para alcanzar el grado de ingeniero civil con el título se realizó para calcular la resistencia a compresión del hormigón $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, cuando se agrega un porcentaje de cáscara de huevo en polvo, reemplazando el cemento en un porcentaje de 5.00% y 10.00% en el diseño. los datos de la prueba de resistencia a la compresión del mortero indican que la muestra de concreto con incorporación de cáscara de huevo tenía mayor resistencia a la compresión en comparación con el concreto tradicional (patrón) e incluso al poseer los resultados de la prueba de resistencia a la compresión del concreto con la adición de cáscara de huevo, se determinó un concreto de alta resistencia a la edad de 7 días de curado, es decir, la cáscara de huevo en polvo En la mezcla de concreto con un aditivo acelerante, que adicione la cáscara de huevo en un porcentaje del 5% que resultó un concreto de alta resistencia de $F'c = 230.12 \text{ kg / cm}^2$ a la edad temprana de curado de 7 días, a 28 días del curado, una resistencia porcentual de $F'c = 277.20 \text{ kg / cm}^2$. En la mezcla de concreto con la adición de 10% de cáscara de huevo, muestra una resistencia alta de $F'c = 348.28 \text{ kg / cm}^2$ a la edad de endurecimiento de 28 días.

En el caso de Navia, Quiceno, Montes y Soto (2013) efectuó la investigación del concreto con la integración de cascara del huevo, donde intentaron implementar cascara del huevo como un suplemento de calcio para el concreto, también para hacer concreto reforzado con la adición de cascara y de esta manera se busca que el producto posea mejor propiedades mecánicas, funcionales y físicas que ayudan con el reciclaje y logran su implementación en la manufactura de la construcción, y concluyen que cascara de huevo como añadido es viable, porque merece un proceso más grande y mejorado, el concreto elaborado con cascara de huevo posee mayor resistencia y dureza.

Por otro lado, Reibán (2017), Evaluó las propiedades mecánicas de bases cementicias con adición de Cáscara de huevo pulverizado, sustituyendo el cemento en 10, 20 y 30% en el diseño, usaron la dosificación 1:2.75 según la ASTM C.

las conclusiones de la prueba de resistencia a la compresión del concreto expresan que el espécimen de concreto con la adición de 10% de cáscara de huevo mostró resistencias mayores al patrón.

Al mezclar concreto con la incorporación de cáscara de huevo en un porcentaje de 10.00% para reemplazar el cemento, se calculó una resistencia de $F'c = 233.31 \text{ kg/cm}^2$ después de 28 días de curado. En relación al estándar, mejoró 19.29%.

Reyes (2018) en su proyecto "Resistencia a compresión de un hormigón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituyendo al cemento en 4%, 6% y 8% por cascara de huevo tuvo como objetivo Determinar la resistencia a la compresión del concreto al sustituir el cemento en 4%, 6% y 8% por ceniza de la cascara de huevo". La resistencia alcanzada del concreto experimental sustituyendo al 8% con la ceniza de cascara de huevo es de $f'c = 214.96 \text{ kg/cm}^2$ y el concreto patrón es de $f'c = 212.24 \text{ kg/cm}^2$ superando en 2.72% respecto al concreto patrón.

Asimismo, Lencinas & Incahuanaco (2017), obtuvieron datos de resistencia a compresión superiores en 0.54% (2.5% en sustitución de ceniza de paja de trigo (CPT)) e inferiores en 0.85% (5% de sustitución), respecto a un concreto patrón a los 28 días, hay un (slump) inferior al estimado que son: 2.6" y 2.1" respectivamente que muestran la pérdida de trabajabilidad del concreto.

Usaron CPT calcinada en calderas de ladrillo manual, que es regido por los requisitos químicos de la ASTM C 618-3, con respecto a la incorporación de puzolanas procedentes de cenizas, de este modo, el uso de la CPT en combinación del concreto es más rentable que un concreto tradicional. Para el análisis de costos, en sustituciones de 2.5% y 5%, tuvo un ahorro de S/. 2.60 y S/. 5.60 soles respectivamente. Asimismo, se comprobó que La quema de paja de trigo no genera contaminación en la naturaleza, debido a la mínima inclusión de gases contaminantes, que podrían afectar el medio ambiente y el ser humano. Así mismo Silio (2017) en la investigación Resistencia de bloques de concreto que reemplaza el agregado grueso natural con 70% de grava aprovechado y cemento con 10% de máscara de paja de trigo - 2017 se efectuó el siguiente estudio para encontrar la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto ($f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$) funcionó, reemplazando el AG natural el agregado con 70% de AG aprovechado y el cemento con 10% de máscara de paja de trigo, es más grande que para los adoquines convencionales. Los bloques de concreto se hicieron con $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$, las dimensiones $6 \times 10 \times 20 \text{ cm}^3$, para peatones, en una cantidad de 18 especímenes, 9 del patrón y 9 en el experimento (con reemplazo de AGR y CPT), y los descansos se hicieron a los 7, 14 y 28 días, analice

y compare la resistencia a la compresión para muestras estándar y experimentales. Esto se confirmó mediante pruebas de que la resistencia a la compresión de los bloques muestrales a los 7, 4 y 28 días es superior que la de los bloques convencionales que confirman la hipótesis de la investigación se realiza, a los 28 días respectivamente los bloques de concreto estándar alcanzó el 105% y bloques de experimento tienen una resistencia del 112%, más alta que esperado, demostrando que cuando usan los remplazos de CPT y AGR y juntas, tienen un refuerzo de sus características y aumentan la resistencia de los bloques de concreto.

Por otro punto, en la investigación Castillejo (2017) titulada “Sustitución de 4% de cemento por la combinación de arcilla y cenizas de paja de trigo para un concreto $f'c$ 210 kg/cm²”, el método de investigación es aplicable y el diseño es experimental, cuyo objetivo es calcular el impacto de reemplazar 4% de cemento con la incorporación de arcilla (2%) y cenizas de paja de trigo (2%) sobre la resistencia de un hormigón $f'c = 210$ kg / cm².

El presente estudio estableció que después de 28 días el hormigón estándar alcanza una resistencia de 225.74 kg / cm², por tanto, que la resistencia a la compresión para el reemplazo del 4% de cenizas por paja y arcilla de trigo alcanza 225.37 kg / cm² y es inferior al 0.18%, que confirma la hipótesis.

La justificación científica es la motivación de este proyecto es y la contribución teórica es que pretende calcular el efecto de la sustitución de 3% de ceniza de paja de trigo y 9% de cáscara de huevo y 5% de ceniza de paja de trigo y 15% de cáscara de cemento de ceniza a través de la combinación de cáscara de huevo y trigo. cenizas de paja en la resistencia del hormigón, para encontrar materiales alternativos para su uso en la rama de la Ingeniería Civil y la construcción.

La envergadura del hormigón en la rama de la construcción., la demanda creciente dentro de la tecnología del concreto y la ausencia de nuevos materiales adecuadas dentro de nuestra provincia originan que se indague nuevos materiales que posean cualidades que mejoren las propiedades mecánicas del concreto, también se busca que el ecosistema no esté tan afectado por esta demanda.

En el planteamiento del problema comenzamos nuestro proyecto de investigación, buscamos innovar el concepto de autoconstrucción para las zonas de bajo recursos. La utilización de paja de trigo y la cascara de huevo, busca verificar que estos productos puedan suplir al cemento de forma parcial en un diseño de concreto.

Para la presente investigación, **se plantea el problema** siguiente:

¿En qué medida la sustitución al cemento por la combinación por la ceniza de paja y cascará de huevo permitirá obtener una resistencia mayor del convencional?

Concreto

Abanto (2000) argumenta que el concreto para mezcla con cemento Portland, agregado grueso, A. Fino, aire y agua en cantidades correctas para encontrar ciertas características predeterminadas, especialmente resistencia. Las aguas con el cemento reaccionan químicamente y combinan las partículas en los agregados y reemplazan un producto heterogéneo. En ciertas ocasiones se agregan ciertas composiciones, llamadas aditivos, que modifican su estructura cambiando ciertas propiedades del concreto.

Según Sotil, Z. (2015), el hormigón es un producto homogéneo que consta de dos componentes: pasta y agregado. La pasta es una mezcla de cemento y agua que une los A. finos y A. gruesos (arena y piedra) y, por lo tanto, forma un material sólido igual a una piedra (solo en apariencia, pero no en características). Esto se debe al curado de la pasta, que ocurre a través de una respuesta química entre las moléculas de agua y cemento.

El concreto consiste en varios materiales como cemento, agua, aire, A. grueso, A. fino y aditivos. Cada uno de ellos contiene un papel muy primordial en la interacción del comportamiento en sus diferentes estados y proporciona diferentes propiedades para su resistencia. De esta manera, se deben realizar pruebas para verificar que se cumplen los requisitos para obtener un concreto de calidad y comportamiento suficientes para la especificación deseada. Sotil, Z. (2015)

propiedades del concreto

En estado fresco

Trabajabilidad y consistencia: se entiende por trabajabilidad a la fluidez que Presenta un concreto recién elaborado o concreto fresco, que permite el fácil colocado mejor terminado sin secreciones en el proceso de endurecimiento. Este concepto comprende los términos como: facilidad de modelado, fluidez, el ser plástico, igualdad en toda la mezcla, adecuada agrupación de los agregados (cohesividad). La trabajabilidad es alterada por la finura del cemento y la diferente gradación de los agregados, propiedades físicas también la adición de aire de acuerdo al diseño del concreto (Lezama, 1996).

En estado endurecido

Resistencia: En el concreto la resistencia está regida en la agrupación (cohesión) de los materiales y masa que se forma con el cemento, la adherencia de las partículas de todos los elementos del concreto como los agregados y los materiales cementantes permite obtener una mayor resistencia. la resistencia también depende de un adecuado diseño de mezcla, tomando muestras para ser puesta a ensayos de compresión (Lezama 1996).

Pruebas y mediciones de resistencia del concreto.

Las probetas de concreto sujetas a pruebas de conformidad e inspección de calidad se diseñan para determinadas resistencias requeridas y son curadas acompañado de procedimientos estrictos de una forma estándar de acuerdo a la norma ASTM C31 es un Método Estándar para Fabricar y Curar Cilindros de concreto en Pruebas de Concreto en Campo. en la evaluación de la resistencia del concreto en campo (in situ), la norma ASTM C31 plantea métodos para la verificación de curado in situ de las probetas de concreto. Las probetas de concreto son sujetas a pruebas que la norma ASTM C39 establece, Técnica Estándar de Ensayo de Resistencia a Compresión y flexión de Probetas de Concreto 996 (National Ready Mixed Concrete Association, s/f).

La Resistencia de los concretos se obtiene con una división simple, la mayor carga que soporta la probeta de concreto para originar la fractura (\div) la sección promedio de la sección, la C 39 muestra las causas de correcciones en cuestión la razón longitud-diámetro de las probetas se encuentre entre 1.75 y 1.00, lo cual es poco inusual. Se ponen a ensayo por lo mínimo 2 probetas de concreto de la misma elaboración y tiempo de curado y se informa la resistencia a compresión promedio como el producto de las pruebas, como intervalos más colindantes de 10 psi (0.1 MPa) (Nacional Ready Mixed Concrete Asociación, s/f).

Tiempo de fraguado del concreto

Se llama fragua a la propiedad que tiene el cemento de endurecerse mediante una reacción química, perdiendo la capacidad plástica del mortero o concreto, es un poseso de endurecimiento debido a la segregación, catalización de los hidróxidos metálicos, que resultan con la reacción química del cemento debido al agua de mezclado, este entra en contacto con los óxidos que presenta el Clinker que es el compuesto o materia prima del cemento.

Con este procedimiento de ensayo se puede determinar los tiempos de fragua de la mezcla de concretos hidráulicos, con este método se puede medir mediante el instrumento Vicat, con este ensayo puede ser aplicable a diferentes tipos de Cementos Pórtland que sean usados en la elaboración de concretos. (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción, 2006).

La fragua del concreto se identifica por el tiempo que toma en fraguar, asimismo es conocido como comienzo de fragua y finalización de fragua. se puede definir también al comienzo de la fragua como el instante en que la pasta de concreto pierde la plasticidad y viscosidad y empieza el endurecimiento mostrando diminutas resistencias; es indicar, a ese instante donde la mezcla de concreto deja de ser trabajable. El objetivo de la fragua del concreto es endurecer al cemento. Con el fraguado el cemento reacciona con el agua produciendo calor.

Factores que afectan el tiempo de fraguado del concreto.

Los factores más relevantes según (Gabalec, 2008) son:

Temperatura - clima: con el incremento del calor reduce el curso del fraguado, con la baja de las temperaturas se incrementa el tiempo de fragua, la hidratación disminuye con las bajas temperaturas o menores a los 0°C. Cuando el concreto está expuesto a los rayos solares y condiciones de friage igualmente influyen en la fragua, particularmente expuestos al aire libre, esto es debido al frío y el calor o la evaporación.

La relación agua - material cementante (a/mc): es la relación a/c más baja disminuye el tiempo de la fragua.

Curado del concreto

Según, Hamsem (2005), en su manual “Diseño de estructuras de concreto”, asegura que mediante el curado se pretende mantener húmedo todos los espacios huecos del concreto para así llenar esos espacios con cemento mediante la hidratación del material cementante que es el cemento en algunos casos se usan también aditivos que favorecen dicha Hidratación. Con el curado se desea intervenir la inclinación de la temperatura y humedad por fuera e internamente de los concretos. se pretende minimizar las fisuras que pueden resultar si no se cura el concreto adecuadamente, la falta de curado de los concretos puede resultar perjudicial en la resistencia a flexión y compresión.

El curado es la forma inicial para empezar la hidratación del concreto, este método consiste en conservar un control del corriente de temperatura y humedad hacia adentro del concreto en proceso de endurecimiento y mejorar la resistencia de la misma. Posee como objetivo conservar húmedo o saturado al concreto, la mejor manera de hidratar el concreto es cubrir la superficie del concreto con abundante agua, evitando la evaporación, con el curado no solo se pretende saturar el concreto sino también mantener la temperatura, debido a que la hidratación es más pausada a temperaturas bajas y más acelerado a elevadas temperaturas (100 °C.).

Métodos de curado

curado a base de agua, este método es el más económico y el más usado para curar concretos, curado con productos sellantes, este método de curado se puede usar para impermeabilizar el concreto, curado al vapor entre otros. El curado con agua se puede clasificar de la siguiente manera: por sumersión, el empleo de roseadores, empleo de cubiertas húmedas o cobertura estas pueden ser fibras, lonas, tierra, arena u otro material, el curado se realiza justo después del vaciado del concreto.

Agregados

son productos provenientes de la acción del triturado de rocas o estas pueden ser naturales procedentes de diversas rocas, estas rocas trituradas o naturales parten a partir de partículas de menos a mayor tamaño en otros casos llegan a ser invisibles incluso grandes tamaños de roca. Unido con el agua y los materiales cementantes, forman parte de los elementos necesarios para la elaboración del concreto.

Los agregados habitualmente se clasifican en 2 grupos: agregados gruesos y agregados finos. los A. gruesos son aquellos cuyos granos se quedan en el tamiz No. 16, estos elementos pueden llegar a ser de tamaño 152 mm. el máximo tamaño de agregado que se utiliza normalmente es el de 19 mm a 25 mm. Los A. finos pueden ser naturales o artificiales que son extraídos generalmente de canteras de rio, las partículas de las arenas pueden llegar a ser hasta 10mm.

El agregado en relación al diseño de los concretos obedece una serie de normas o procedimientos técnicos y estas son:

En cuanto no se disponga normas peruanas con respecto a los agregados ligeros para mezclas de concreto, se toma como referencia la norma ASTM C330 o en su defecto la que recomienda el comité ACI 211.



Figura 1: Agregado grueso.

Granulometría

Neville (1999), en su libro “Tecnología del Concreto”, señala que la granulometría es la acción de separar o dividir el agregado en fracciones, de este modo el agregado se puede separar en partículas del mismo tamaño, estas son regidas por las ranuras de las mallas de los tamices que se usa en la gradación de los agregados para la correcta elaboración del diseño de mezcla.

Según Céspedes (2003), En su libro “Resistencia a la comprensión del concreto a partir de la Velocidad de pulsos de Ultrasonido”, la granulometría se entiende como la organización según el tamaño del grano o granulometría de los agregados es una característica merecida para poder calcular los requisitos necesario para conseguir una buena pasta de concreto, porque el ingrediente más costoso en el concreto es el cemento por lo que se busca minimizar los costos de la elaboración del concreto, esto se consigue con una adecuada separación de los agregados en partículas iguales, de este modo se mejora también la resistencia del concreto que va de la mano con la durabilidad.

los factores que gobiernan la granulometría de los agregados: es la superficie o el área de los agregados, también rige la cantidad de agua que se usara en la mezcla de concreto; los volúmenes ocupados por los agregados dependen de los pesos específicos, la flexibilidad de la mezcla, y su inclinación a la separación de los materiales (segregación).

Para Neville (1999), El tamaño de partícula es un factor primordial en la trabajabilidad del concreto. También afecta su trabajabilidad, afecta la cantidad cemento y agua, regula la segregación, tiene cierto efecto sobre el sangrado y afecta la puesta y el tratamiento de la superficie del concreto. Estos factores representan las propiedades esenciales del concreto fresco, además afectan sus propiedades cuando ya están establecidas: resistencia y la durabilidad.

Tamaño máximo: (NTP 400.037)

Corresponde al tamiz más pequeña a través de la cual pasa la totalidad del agregado.

Tamaño máximo nominal: (NTP 400.037)

Corresponde al tamiz con abertura más pequeña a través de la cual se retiene en primer lugar.

Clasificación de los agregados**Agregado grueso:**

Para Rivva (2007), en su libro "Tecnología del Concreto. Diseño de mezclas", los agregados gruesos, son los que quedan retenidos en la malla N ° 4 y provienen de la descomposición de la roca y que obedece con el estándar NTP 400.037; a su vez se puede clasificar en piedra triturada o agregado grueso. Esta grava o puede ser grava triturada o natural o piedra rota o agregado de metal natural o artificial.

Rivva (2007), en su libro "Tecnología del Concreto. Proyecto de mezcla", el agregado grueso, es lo que se retiene en el tamiz No. 4 y proviene de la descomposición de la piedra y está de acuerdo con el estándar NTP 400.037; a su vez, se puede clasificar en piedra triturada y grava. El agregado grueso consiste en partículas puras, libres de impurezas, suciedad, polvo, lodo, tierra, material orgánico, otras sustancias como pueden ser sales o con pH elevados, y preferiblemente puede ser angular o semi-angular, duro, compacto, resistente y preferiblemente texturizado áspero (Neville, 1999).

Agregado fino

Un agregado fino se define como aquel que pasa a través del tamiz de 3/8" y se retiene en el tamiz No. 200, la más utilizada es la arena, que desintegra la piedra; no obstante, debe de cumplir el estándar NTP - 400.037 y requiere un tamaño de grano homogéneo. El agregado fino debe contener una cantidad suficiente de material que pase a través de la malla No. 50, si desea obtener la capacidad de trabajo adecuada en la mezcla (Neville, 1999).

Agregado de abrasión artificial o natural, que pasa a través del tamiz de 9.51 mm (3/8 \") y cumple con los parámetros establecidos en NTP 400.037 (estándar E.060).



Figura 2: Agregado fino

Clasificación de los agregados según su densidad.

Agregados Livianos: Estos son agregados cuya consistencia (densidad) está en los límites 500 - 1000 Kg / m³. Se utiliza en relleno de hormigón o mampostería, hormigón para aislamiento.

Agregado Normal: Estos son agregados donde la densidad está en los límites de 1300 - 1600 Kg / m³. Se utiliza en hormigón de todo tipo, es decir, hormigón estructural y no estructural.

Agregados Pesado: Estos son agregados tienen la densidad entre 3000 - 7000 kg/m³. Se usan en concreto especial que estará expuesto a los rayos ultravioleta y la radiación.

Cemento

Gonzales (1987), argumenta sobre los cementos Portland que es materia que se obtiene obtenido pulverizando el Clinker más la adición de sulfatos de calcio. Permitiendo la incorporación de otros elementos que no sobrepase el 1% del total del peso, siempre que la regulación correspondiente establezca su integración no altera las propiedades del cemento final.

Composición Química:

Tacilla, Araujo y Cardozo (2004), afirman que las materias primas más importantes para la producción de cementos y sus características generales en las que intervienen son:

Tabla 1:
Características químicas del cemento

| % | COMPONENTE QUIMICO | PROCEDENCIA USUAL |
|----------|---|------------------------------|
| 95% | Oxido de sílice (SiO ₂) | Rocas Calizas |
| < | Oxido de calcio (CaO) | Areniscas |
| | Oxido de fierro (Fe ₂ O ₃) | Arcillas |
| | Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃) | Arcillas, mineral, de hierro |
| 5% | Oxido de magnesio, sodio, | Minerales varios |
| < | , titanio, azufre, potasio, fosforo y magnesio | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2:
Porcentajes de compuestos químicos del cemento

| COMPONENTES | PORCENTAJES |
|--------------------------------------|--------------------|
| CaO | 61% - 67% |
| SiO ₂ | 20 % - 27% |
| Al ₂ O ₃ | 4% - 7% |
| Fe ₂ O ₃ | 2% - 4% |
| SO ₃ | 1% - 3% |
| MgO | 1% - 5% |
| K ₂ O y Na ₂ O | 0.25% - 1.5% |

Fuente: Elaboración propia.

Agua

El ICG (2013) hace mención con respecto al agua para mezclas cumplen 3 funciones primordiales que son las siguientes:

- La hidratación es una de las funciones principales del cemento.
- Permite e interactúa como lubricante para a ser la mezcla más trabajable.
- Con la hidratación se reducen los espacios vacíos que poseen la pasta de concreto.

En el caso del agua natural que no sea agua potable, se puede implementar si cumple con:

a) están limpios y libres del contenido nocivo como ácido, aceites, elementos alcalinos, sales minerales;

material orgánico y otros elementos dañinos para el hormigón y el acero de refuerzo.

b) La proporción se basa en pruebas de resistencia a la compresión y es

Muestras similares de agua potable.

c) para la utilización el agua de mezcla debe de cumplir con estos estándares:

Tabla 3:
Cantidades máximas permitidas de elementos en el agua

| SUSTENCIAS DISUELTAS | VALOR MAXIMO ADMISIBLE (ppm) |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| Cloruros | 300 |
| Sulfatos | 300 |
| Sales minerales | 150 |
| Sales solubles | 150 |
| PH | > 7 |
| Sólidos en suspensión | 1500 |
| Materia orgánica | 10 |

Fuente: NTP 339.088

El agua de mezcla usada en la preparación de hormigón y la pasta del mortero deben ser adecuada y libres de impurezas, libre de sustancias alcalina, aceites, ácidos y materiales orgánicos (ICG, 2013).

Si tiene que usarse en dosificación del Hormigón, agua no potable o agua de calidad no probada, se debe realizar bloques de mortero que debe tener 7 y 28 días el 90.00% de las resistencias de los morteros preparados con agua potable según él, (ICG, 2013).

El ICG (2013) hace mención de sustancias más comúnmente encontradas en el agua y que afectan la resistencia del hormigón, así como:

- Agua que contiene menos de 2000 p.m. los sólidos disueltos son usualmente adecuados para hacer concreto; Si tiene mayor a estas cantidades, deben ser probados para testear sus efectos negativos con respecto a su resistencia del hormigón.
- Si hay presentan elementos como los bicarbonatos de sodio, carbonatos o potasio en el agua de mezcla, reaccionara el cemento, lo que proporciona un ajuste rápido; a altas concentraciones también reducen la resistencia del hormigón.

- Si en el agua se presentan altas concentraciones de cloruros en la mezcla puede causar óxidos en los aceros de refuerzo o tensión en un concreto pretensado.
- Si el agua presenta aceites minerales como el (petróleo) en concentraciones mayores al 2%, se reduce la resistencia del hormigón en un 20%.
- Si el agua de mar presenta una salinidad inferior al 3.5%, se puede usar en concreto sin procesar y su resistencia se reduce en un 12%, no obstante, si la salinidad incrementa al 5%, la reducción en la resistencia del hormigón es del 30%.
- El agua tiene un propósito que es el curado, mantener al hormigón saturado logrando mantener la hidratación casi total del cemento, lo que permite una mayor resistencia.

Ensayos de laboratorio para los agregados.

• **Peso específico de masa saturada superficialmente seca:** La misma definición que peso específico de masa, excepto que la masa incluye el agua en los poros (NTP 400.021). Es el peso específico que más se utiliza por su fácil determinación para calcular el rendimiento del concreto o la cantidad necesaria de agregado para un volumen dado de concreto; es aquel que está referido a la condición de saturado con superficie seca del agregado (Lezama 1996). Para el agregado fino, el peso específico en base al peso del agregado saturado con superficie seca, se calcula como sigue (NTP 400.022):

$$p. e. s. s. s = \frac{500}{V-V_a} \dots (1)$$

Dónde:

P.e.s.s.s.= Peso específico de masa del material saturado con superficie seca.

V= Volumen del recipiente en cm³.

V_a= Peso en (gr) o volumen del recipiente en cm³ del frasco con agua.

El peso específico del agregado grueso o grava se calcula en función del peso del específico más la superficie seca saturada de la siguiente manera (NTP 400.021):

$$P. e. s. s. s = \frac{B}{B-C} \dots (2)$$

Dónde:

P.e.s.s.s.= Peso específico de masa del material saturado con superficie seca.

B = peso de muestra saturada con superficie seca.

C = peso de la muestra sumergida en agua.

• **Absorción:** Es el exceso de agua absorbida por el agregado después de sumergirlo durante 24 horas, expresado como un porcentaje de masa, (NTP 400.021 y NTP 400.022).

Para el A. fino, los porcentajes de absorción se determinan de la manera siguiente, (NTP 400.022):

$$Ab = \frac{500 - W_0}{W_0} * 10 \dots (3)$$

Dónde:

Ab = % de absorción.

W₀ = Peso al aire de la muestra seca en gramos.

Para el agregado grueso, el porcentaje de absorción se calcula de la siguiente manera (NTP 400.021).

$$Ab = \frac{B - A}{A} * 100 \dots (4)$$

Dónde:

B = Peso en el aire en gramos

Ab = % de absorción.

A = Peso al aire en gramos de la muestra seca al horno.

de la muestra saturada con superficie seca.

• **Análisis granulométrico:** El entendimiento de la distribución granulométrica de los agregados nos dan la información necesaria para entender la organización de tamaños con relación de sus volúmenes, pero representada en esta prueba en función de sus pesos retenidos en el tamiz, cuyas aberturas difieren consecutivamente a la mitad de la anterior. (NTP 400012).

Módulo de Finura: se da con la adición de los porcentajes retenidos recopilados en la gradación estándar hasta la malla N° 100 y a esto se le divide por 100 (NTP 400.011).

$$M.F. = \frac{\sum \% \text{Acum.ret.}(1\ 1/2",\ 3/4,\ 3/8,\ N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16,\ N^{\circ}30,\ N^{\circ}50\ Y\ N^{\circ}100)}{100} \dots (5)$$

Tabla 4:

Requisitos granulométricos para agregado fino.

| MALLAS | | PORCENTAJE QUE PASA |
|---------|----------|---------------------|
| 9.5 MM | 3/8 pulg | 100 |
| 4.75mm | N° 4 | 95 a 100 |
| 2.36 mm | N° 8 | 80 a 100 |
| 1.18mm | N° 16 | 50 a 85 |
| 600 um | N° 30 | 25 a 60 |
| 300 um | N° 50 | 05 a 30 |
| 150 um | N° 100 | 0 a 10 |

Fuente: norma técnica peruana 400.037. (2002)

Peso Unitario: El peso de los materiales secos requerido para llenar un contenedor particular con un volumen unitario. igualmente se llama volumen de peso y se utiliza para convertir la proporción en peso o las cantidades por volumen y viceversa. Los pesos unitarios están en función de la proporción de los tamaños, la forma y la distribución de las partículas y el grado de compresión (flojo o comprimido) (Lezama 1996).

esta metodología siempre se usa para calcular el valor de peso unitario usando por algunas técnicas de mezcla del hormigón, (NTP 400.017). Los pesos unitarios, comprimido o suelto se halla de la siguiente forma, (NPT 400.017):

$$M = (G - T) * f \dots (6)$$

Dónde:

M =Peso unitario del agregado.

G =Peso del recipiente de medida + el agregado.

T = Peso del recipiente de medida.

f =Factor de medición. Recipiente calibrado.

El contenedor se calibrará calculando la con precisión el peso del agua solicitada para ser llenado hasta 16.7 ° C. Para distintas unidades, el factor (/) se obtiene con la división del peso unitario de la unidad a 16.7 ° C (1000 kg / m³) con el peso del agua a 16.7° C necesario. completar la acción (Lezama 1996).

$$f = \frac{1000 \text{ kg/m}^3}{W_a(16.7^\circ\text{C})} \dots (7)$$

Dónde:

f =Factor de la medida.

W_a =Peso del agua con una temperatura de 16.7 °C.

Contenido de humedad: se denomina humedad a la cuando el cuerpo posee agua en su estructura, la unidad en un instante dado. Cuando cierta cantidad se precisa como un porcentaje de la muestra de hongos (en la estufa) puede ser menor o mayor que los porcentajes de absorción. Las unidades generalmente parecen estar húmedas y cambian con el clima, por lo que el contenido de humedad debe determinarse con frecuencia y después se realiza la corrección de las cantidades de una mezcla de concreto (Lezama 1996).

Es la porción de agua que tiene el material en su estado natural; Es importante porque la relación agua / cemento del diseño de la mezcla puede variar y, por lo tanto, altera en las propiedades como la resistencia del hormigón. (NTP 400.016).

El contenido de humedad

$$\%W = \frac{H}{M_s} * 100 \dots (8)$$

Dónde:

% W =% de humedad.

H =Peso del agua evaporada.

M_s =Peso de la muestra seca.

Tenemos:

$$H = (\text{Peso recip. +M. humedo}) - (\text{Peso recip. +M. seca}) \dots \dots \dots (9)$$

$$M_s = (\text{Peso recip. +M. seca}) - (\text{Peso recip.}) \dots \dots \dots (10)$$

Resistencia a la compresión:

Característica del hormigón endurecido que caracteriza el esfuerzo máximo que puede soportar el hormigón sin quebrarse. ya que el hormigón está diseñado principalmente a

soportar esfuerzos de compresión y flexión. El esfuerzo a compresión es la medición de su resistencia a las tensiones utilizada como medida de su calidad. (López 1999).

Estas resistencias se hallan con la prueba de esfuerzo de compresión de muestras de concreto cilíndrico de acuerdo con NTP 339.034.

Este método de prueba considera usar una carga axial comprimida a los moldes o concretos cilíndricos a una rapidez que se encuentra dentro del límites mencionados antes de que ocurra la falla. El esfuerzo de compresión de la probeta de concreto se calcula por la relación de la carga máxima obtenida durante la prueba entre al área transversal de las probetas (NTP 339.034).

Las muestras se analizan inmediatamente después de extraerlas del agua o la sala de curado. Si tiene que haber un cierto tiempo en medio del curado y la prueba, se mantienen húmedos y se cubren con paños humedecidos o paños hasta que se realice la prueba. La prueba se ejecuta con la muestra en estado saturado o húmedo (NTP 339,034).

Se harán al menos 2 muestras estándar de muestras compuestas. Una prueba individual es la media de la resistencia de las dos piezas de prueba probadas a la edad señalada. Cuando una muestra evidencia de fundición, manipulación, curado o pruebas insuficientes, se rechazará y la resistencia de la segunda muestra se tendrá en cuenta como resultado de la prueba propia (NTP 339 .114).

La resistencia a compresión de la muestra se calcula utilizando la la presente fórmula (NTP 339,034):

$$R_c = \frac{4G}{\pi d^2} \dots (11)$$

Donde:

Re = Resistencia de rotura a compresión, en kg/cm².

G = Carga máxima de rotura a compresión, en kg.

d = diámetro de la probeta de concreto, en cm.

La paja de trigo

La paja de es un producto proveniente de cereales, es un producto característico por poseer fibras en toda su estructura, aunque su uso en la alimentación de animales herbívoros está limitado por su ínfimo valor nutricional. La constitución de la paja precisa de la igualdad de hojas, tallos, diámetro del tallo y tamaño de la planta, por lo que existen

variaciones asociadas con el tipo, el eco tipo o el clima. Las pajas en más cantidad en España debido a la cantidad de su superficie de sembrío y su cosecha simple son el trigo y la cebada. Ambos tienen una constitución similar, el valor energético es ligeramente mayor en la cebada, la matriz proporcionada corresponde a un promedio de ambos.

Se utiliza como forraje para ganado y ladrillos de adobe y para retachado de paredes de barro. La paja supera sus opciones de aislamiento para adaptarse de acuerdo a la climática y regulación térmica; Fácil colocación; permanencia se adhiere al barro mejorando la resistencia a la compresión, flexión y al movimiento del suelo; costo; efectos tóxicos Impacto ambiental. Una de las causas por las que proponemos y fomentamos el uso de planta es que las principales clases interactúan con el medio ambiente y otras especies. (Ivonne, D.2011. e, D.2011).

Ceniza de paja de trigo.

la Norma ASTM (1992), en las definiciones 618 - 78, define: "Las puzolanas son productos silíceos o silíceos de aluminio que tienen un mínimo o poco valor de cemento en sí mismos, pero cuando se realiza el triturado y están en contacto con el agua se alteran químicamente con el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ a temperatura local generar compuestos con características de cementación". Según este concepto, podemos definir dos tipos de puzolanas:

La norma ASTM C 618-03 secciona en 3 los tipos de ceniza:

Clase N: Puzolanas de procedencia natural calcinadas o no calcinadas, como algunas tierras de diatomeas; Opalinas horstenes y pinturas; ceniza dura y volcánica o pumítica, calcinada o no calcinada; y diversos materiales que requieren quemad para integrar características favorables, como ciertas pizarras y arcillas.

- **Clase F:** Son cenizas volantes productos normalmente por la calcinación de carbón antracítico. Este tipo de cenizas volantes poseen características puzolánicas.
- **Clase C:** Cenizas volantes producidas normalmente por la quema de carbón sub-bituminoso. Este tipo de cenizas volantes, aparte de poseer características puzolánicas, poseen características cementantes.

Las cenizas que suelen usarse para la elaboración del hormigón suelen ser cenizas de Tipo F, no se recomiendan las cenizas de Tipo C ya que tienen un poseen una gran cantidad de cal y algo de alúmina y óxido de hierro. (Rivva López, 2010).

Composición química:

Obviamente, hay grandes diferencias en la formación química de las puzolanas, se han hecho ciertas críticas a la cantidad propuesta de óxidos como plastificantes en las cenizas, y se sugieren que se clasifiquen de acuerdo con su composición de óxido de cal. El exceso de sulfato en la ceniza puede alterar la cantidad óptima de ceniza requerida en el desarrollo de la resistencia máxima y la fijación aceptable en las mezclas de cemento en las que se acepta. Pero para esto confiamos en las regulaciones existentes y actuales.

La norma técnica ASTM-C-618-03 establece que la característica química debe cumplir con los requisitos.

Tabla 5:
Requisitos químicos de la ceniza

| | CLASE | | |
|--|-------|-------|-------|
| | N | F | C |
| Dioxido de silicio (SiO ₂) +oxido de aluminio (Al ₂ O ₃) + oxido de fiero (Fe ₂ O ₃), min% | 70.00 | 70.00 | 50.00 |
| Trióxido de azufre (SO ₃), máx. % | 4.00 | 5.00 | 5.00 |
| Contenido de humedad, máx. % | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| Perdida por calcinación, máx. % | 10.00 | 6.00 | 6.00 |

Fuente: AstmC618-03

Composición física:

La finura de la ceniza se controla en ciertos casos, minimizando el porcentaje retenida en tamiz No. 325 por lavado húmedo. Se encontró que la reactividad de la ceniza está directamente relacionada con la cantidad que pasa el tamiz, ya que las partículas gruesas normalmente no reaccionan instantáneamente con el hormigón (Rivva López, 2010).

El ASTM C 618-03 requiere ciertas propiedades físicas que deben obedecer las diferentes clases de cenizas descritos.

Tabla 6:*Propiedades físicas que deben obedecer los diferentes tipos de ceniza.*

| | CLASE | | |
|--|--------|--------|--------|
| | N | F | C |
| Finura: | | | |
| Cantidad retenida en el tamizado vía húmedo en la malla de 45um (N° 325), máx. % A | 34.00 | 34.00 | 34.00 |
| Índice de actividad puzolánico: B | | | |
| Con cemento portland, a 7 días, min. % | 75.00 | 75.00 | 75.00 |
| Con cemento portland, a 28 días, min. % | | | |
| Demanda de agua, máx. % de control | 115.00 | 105.00 | 105.00 |
| Estabilidad: | | | |
| expansión, contracción en autoclave, máx., % | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| Requisitos de uniformidad: Densidad, máxima variación del promedio, % | 5.00 | 5.00 | 5.00 |
| Porcentaje retenido en 45 um (N° 325), variación máx., puntos de % del promedio | 5.00 | 5.00 | 5.00 |

Fuente: AstmC 618-03

Cáscara de huevo

La cubierta o cascara del huevo consiste principalmente en una matriz de calcio con una red que contiene ínfimas porciones de proteínas y mucopolisacáridos, que rodea un componente mineral donde el calcio el componente más común e importante. En esta matriz podemos hallar agrupados concentraciones más bajas de sodio, magnesio, hierro, cobre, manganeso, zinc, boro y aluminio, (Instituto de Estudios del Huevo, 2003).

Los pesos promedio de un huevo es de aproximadamente 60 gramos, del cual el porcentaje de la clara constituye el 60% y la yema de huevo el 30% y la cáscara, en conjunto con la fibra, el 10% de la totalidad, (Instituto para el Estudio del Huevo, 2009).

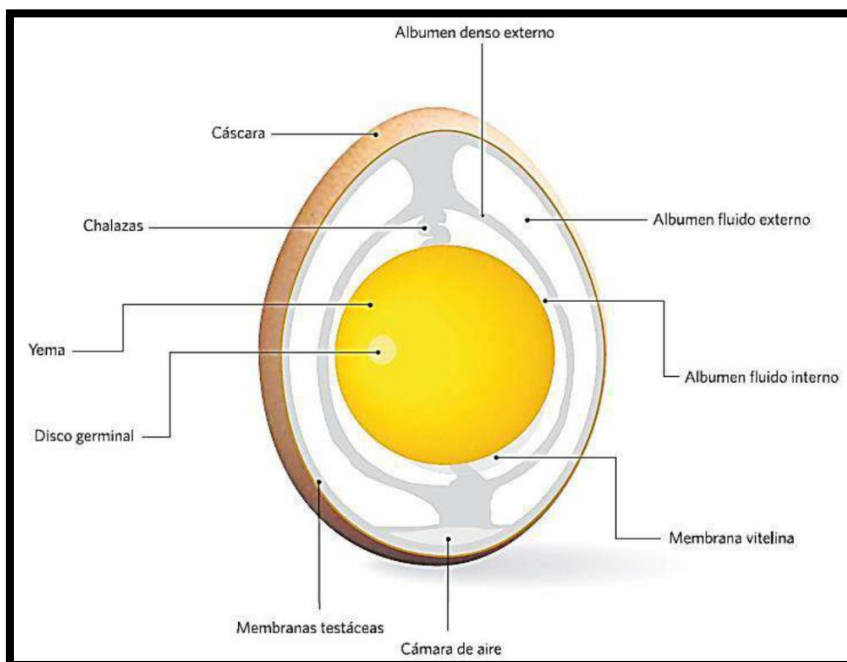


Figura 3: Corte Transversal del Huevo y sus partes.

En la cascara de huevo podemos observar muchos poros que conforman huecos con los cristales que son minerales de calcio y facilita el remplazo de gases entre el exterior y interior. Su cantidad está dada entre 7,000 y 15,000. Son particularmente numerosos en el área del lado más grueso del huevo en el cual se muestra la cámara de aire, (Instituto de estudios del Huevo, 2009).

Composición:

Tabla 7:

Composición nutricional del polvo de la cáscara de huevo

Composición nutricional del polvo de cáscara de huevo por cada 100 g

| composición | Gramos (g) |
|-------------|------------|
| Agua | 0.50 |
| Proteína | 2.10 |
| Ceniza | 96.90 |
| Calcio | 38.00 mg |
| Potasio | 41.60 mg |
| Sodio | 87.00 mg |
| Fósforo | 99.30 mg |
| Hierro | 0.50 mg |
| Magnesio | 375.00 mg |

fuelle: Soto Y Argumedo (2014)

Producción en el Perú de huevos de gallina para consumo.

Durante los meses de medición, la producción de huevos alcanzó el consumo de 35 000 toneladas, aumento un 2.0% en comparación con lo obtenido del año 2017 a 2018.

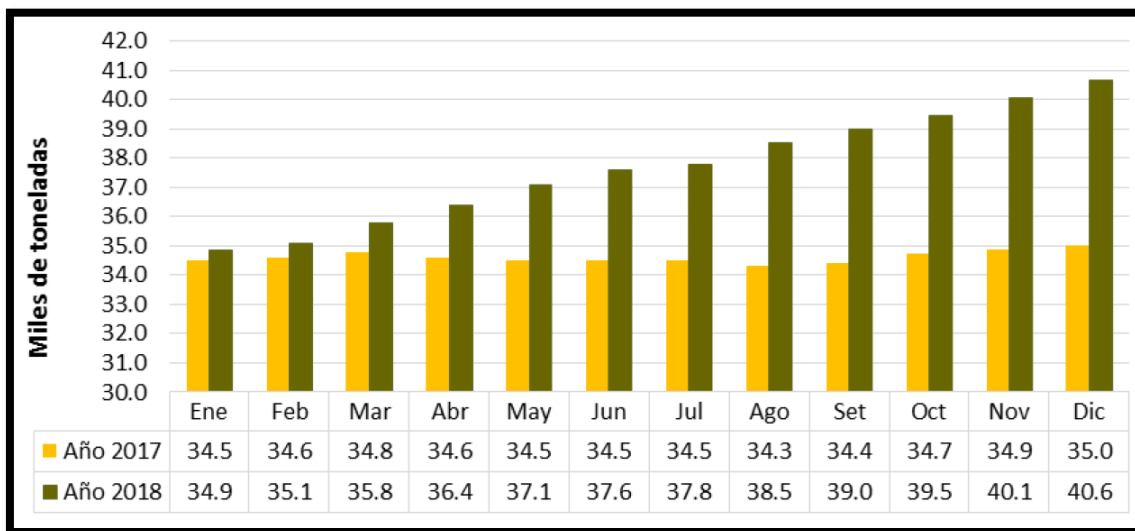


Figura 4: Producción de huevo de gallina para consumo en el Perú

Polvo de cáscara de huevo

El Polvo de cáscara de huevo se obtendrá primeramente recolectando la cáscara de huevo, luego serán lavadas en agua potable y limpia, retirando las membranas, después las cáscaras limpias serán secadas a temperatura ambiente, una vez secas se triturarán manualmente, y finalmente se molerán las cáscaras de huevo trituradas en un mortero de madera o en un molinillo. Salda (2017)

Recolección de la cascara de huevo.

1. Se acudió a una panificadora y chifas.
2. Una vez recolectada la cascara de huevo se procedió a lavar quitándole la membrana que es como una telita dejando solo la cascara se lavó con agua sin ningún detergente.
3. Luego de ello se procedió al secado bajo al sol para su fácil y rápido secado.
4. Todos los días se le dará vueltas para su cesado uniforme.
5. Después de días de secado se procede a juntar la cascara de huevo para llenarlo en un costalillo limpio y seco para llevarlo al molino.
6. Una vez molida se procede a quemado en una cacerola al aire libre.

7. Luego de ello se pasa por malla N° 200.

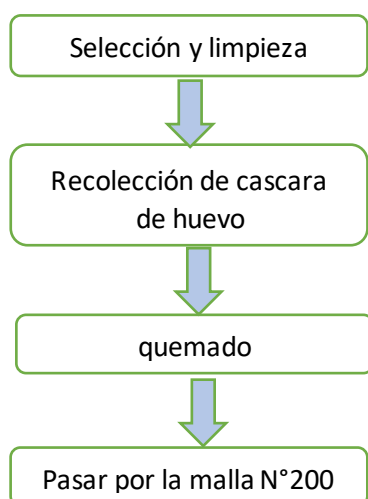


Figura 5: Recolección de la cascara de huevo

Conceptualización y operacionalización de las variables

Tabla 8:

Variable dependiente

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | INDICADOR |
|---|---|--|---|
| Resistencia a la compresión del concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2$ | es la resistencia máxima que un material puede resistir frente a una carga. | Es la resistencia a la compresión de un concreto, se calcula dividiendo la carga máxima por el área transversal en una prueba de compresión. | Estimación de la resistencia a la compresión de concreto, esta expresado en (Kg /cm ²). |

Fuente elaboración propia

Tabla 9:

Variable independiente.

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | INDICADOR |
|--|--|--|---|
| Combinación de la ceniza de paja de trigo y cascara de huevo | producto de la calcinación a cielo abierto del trigo y la combinación de cascara de huevo. | Sustitución de un porcentaje de cemento por la combinación de Ceniza de la paja de trigo y cascara de huevo a un diseño convencional de concreto | <input type="checkbox"/> 3% de ceniza de paja de trigo y 9 % ceniza de cascara de huevo. <input type="checkbox"/> 5% de ceniza de paja de trigo y 15 % cascara de huevo. |

Fuente elaboración propia

En la presente investigación se formula las siguientes hipótesis, Sustituyendo al cemento por la combinación de ceniza de paja de trigo y cascara de huevo se lograría una resistencia mayor a la de un concreto $f'c=210$ kg/cm².

El objetivo general de la presente investigación es: Determinar Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo al cemento por la combinación de la ceniza de paja de trigo y cascara de huevo.








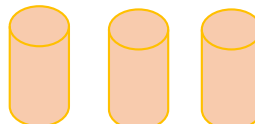
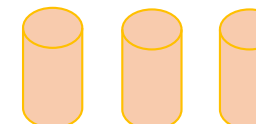
El objetivo específicos:

- Determinar la temperatura de calcinación de la ceniza de paja de trigo y la cascara de huevo mediante el ensayo del ATD (análisis térmico diferencial).
- Determinar la composición química de la ceniza de la paja de trigo y cascara de huevo mediante el ensayo fluorescencia de rayos-X (EFRX)
- Determinar el grado de calcinación pH de la muestra patrón, experimental y la combinación.
- Determinar el peso específico de la muestra patrón, experimental y combinación.
- Determinar la relación agua/cemento de la muestra patrón y experimental.
- Determinar la resistencia de los patrones y experimentales a los 7, 14 y 28 días y comparar resultados mediante a la validez estadística.

II. METODOLOGÍA

Es un diseño experimental porque es un proceso en el cual hemos estudiado el diseño convencional del concreto ($F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$) en comparación con el nuevo diseño elaborado con la sustitución al cemento de 3% de ceniza de paja de trigo y 9 % y ceniza de cascara de huevo 5% de ceniza de paja de trigo y 15 % cascara de huevo, el estudio en su mayor parte se concentró en las pruebas realizadas en la Universidad San Pedro filial Huaraz, donde el investigador.

Tabla 10:
Diseño en bloque de la probeta

| Edades de ensayo (días) | Resistencia a la combinación de un concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ sustituyendo al cemento con la combinación de ceniza de paja de trigo y cascara de huevo | Patrón | (3% CPT + 9% PCH) | (5% CPT + 15% PCH) |
|-------------------------|--|--|---|--------------------|
| 7 |  |  |  | |
| 14 |  |  |  | |
| 28 |  |  |  | |

Fuente: elaboración propia

Los agregados finos y gruesos se extrajeron de la cantera del río Santa ubicado en la localidad de Taclán.

La paja de trigo se obtuvo del caserío de Nara, provincia de Huaraz y la cascara de huevo se recolectó de la panadería Salazar, dos domicilios y chifas.

La muestra estuvo constituida por 27 probetas de concreto en su totalidad para una resistencia $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$. De los cuales 9 cilindros de concreto (patrón) sin sustitución, 9 cilindros de concreto con sustitución por la combinación de 3 % ceniza de paja de trigo y 9 % cascara de huevo, 9 probetas de concreto con sustitución por la combinación de 5 % ceniza de paja de trigo y 15 % cascara de huevo.



Fuente: Google earth

Figura N° 1: Tacllan, lugar de donde proviene la muestra.

Tabla 11:
Técnica e instrumento usado.

| Técnica | Instrumento |
|----------------|--|
| Observación | Guía de observación Ficha técnica de los ensayos realizados |

Fuente: elaboración propia

El instrumento utilizado fue una guía de observación para registrar las resistencias máximas de las probetas experimental, patrón y fichas de laboratorio para las diferentes pruebas.

Información del laboratorio sobre la resistencia a la compresión del concreto, fueron ingresados a una hoja de cálculo de Microsoft Excel donde se realizaron los cálculos matemáticos.

Materiales y procedimientos

Materiales

Se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

- ✓ Cemento portland tipo I
- ✓ Arcilla
- ✓ Ceniza de paja de trigo
- ✓ Agregado fino y grueso
- ✓ Agua
- ✓ Computadora
- ✓ Equipos de laboratorio de ensayo de suelos
- ✓ Mezcladora de concreto
- ✓ Impresora
- ✓ Calculadora

Procedimientos

Material experimental: paja de trigo y cascara de huevo

- La paja de trigo se acopió de una vivienda después de la cosecha. Esta recolección tuvo un tratamiento aleatorio, de la cual se obtuvo 2 sacos.

- El material presentaba inicialmente algunas impurezas como barro y restos material orgánico. Se trató de eliminar al máximo posible este material para impedir impurezas en la muestra.

- Luego se procedió a seleccionar el material que presentará homogeneidad en el color y su aspecto superficial (limpio y seco).

- Se realizó un pre-quemado de la paja de trigo a cielo abierto en la universidad nacional de Trujillo teniendo cuidado de no contaminar la muestra

- Posteriormente, se extrajo una muestra de ceniza (20 gr) aproximadamente, que pasó con el tamiz N°200 para llevar a cabo la prueba del análisis térmico diferencial, esta prueba fue realizada en el laboratorio de la UNT "Universidad Nacional de Trujillo".

- Con los resultados obtenidos se calcinó la paja de trigo pre-quemado en la mufla del laboratorio de la UNT "Universidad Nacional de Trujillo".
- La ceniza se enfrió por 24 horas posteriormente se almacenó en bolsas de papel impermeabilizando el contenido para evitar que el material experimental absorba agua del ambiente.
- La recolección de la cascara de huevo se obtuvo de la panadería Salazar y chifas.
- Lavado, separación de impurezas y membranas ajenas y secado de la cascara de huevo por una semana.
- En el Molido y Tamizado, Posteriormente se extrajo una muestra de ceniza (20 gr) aproximadamente, que pasó por el tamiz N° 200 para efectuar análisis térmico diferencial en el laboratorio de la UNT "Universidad Nacional de Trujillo".
- Con los resultados obtenidos se calcinó de la cascara de huevo pre-quemado en la mufla del laboratorio de la UNT "Universidad Nacional de Trujillo".
- La ceniza se enfrió por 24 horas posteriormente se almacenó en bolsas de papel impermeabilizando el contenido para evitar que el material experimental absorba agua del ambiente.
- La determinación de la composición los óxidos se realizó prueba de Fluorescencia de Rayos X.

Agregados

- Se acopió el agregado fino y agregado grueso de la cantera de Tacllán ubicado a 900 m al sur de Huaraz, distrito y provincia de Huaraz.
- Se recolectó a azar 4 sacos de agregado fino y agregado grueso previo cuarteo in situ, se trasladó el material al Laboratorio de Ensayo de Materiales y Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro filial Huaraz.
- Se procedió a realizando los ensayos en el laboratorio de los agregados, como son: granulometría, cálculo la gravedad específica y los pesos unitario, % de absorción del agregado grueso.
- Se realizó análisis de pH del cemento tipo I, así como de la paja de trigo y las combinaciones realizadas.

- Se realizó análisis FXRDE de la ceniza paja de trigo y cascara de huevo en el laboratorio de la UNI “Universidad Nacional de Ingeniería”.

- Se realizó el cálculo de la cantidad de material a usar por cada molde.

- Se procedió a realizar las probetas de concreto con la ayuda de una mezcladora de concreto, mezclando la ceniza de paja de trigo para los porcentajes calculados.

- Se realizó el curado de las probetas Laboratorio de Ensayo de Materiales y Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro filial Huaraz.

III. RESULTADOS

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

Análisis término diferencial:

La paja de trigo fue sometida al ensayo de Análisis térmico diferencial (ATD)(ver anexo n° 2), que permite verificar mediante una activación térmica, la temperatura y tiempo en que la muestra de ceniza tiene una reacción exotérmica. Los ensayos realizados conjuntamente fueron el DTA “Análisis Térmico Diferencial” el Análisis térmico DSC “calorimetría diferencial de barrido” y el TGA “Análisis Termogravimétrico”.

El equipo utilizado fue un TG_DTA_DS Analizador térmico simultáneo, capacidad máxima: 1600 °C SetSys_Evolution, compatible con ASTM E968, ASTM E967, ASTM ISO 11357 , ASTM D3895, ASTM E793, ASTM D3418, ASTM D3417, DIN 51007, DIN 51004, DIN 51007 , DIN 51007, DIN 51007 C / min, Gas - Flujo: Nitrógeno, 10 ml / min, parámetro trabajado: 25 - 900°C y cantidad analizada de muestra: 12 mg.

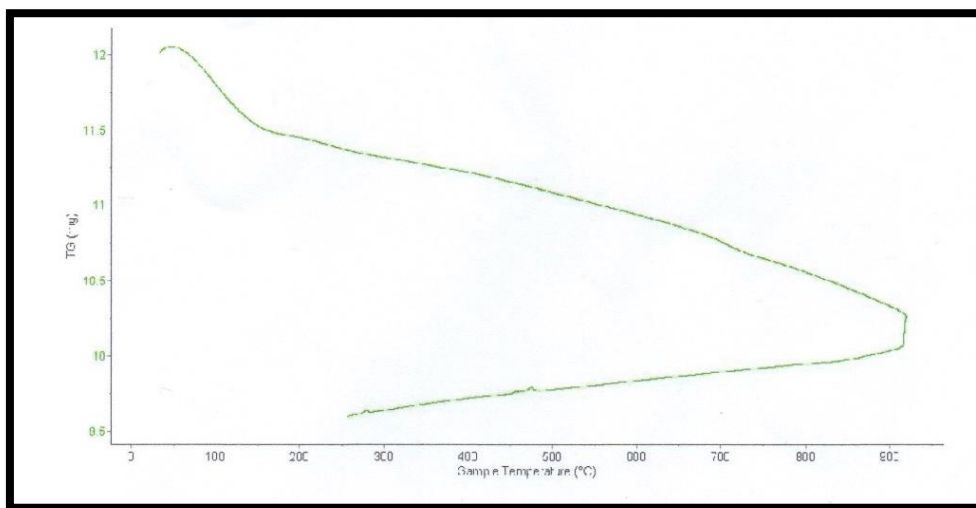


Figura 6: Análisis termo gravimétrico de la ceniza de paja de trigo.

En el Análisis Termogravimétrico (TGA), se evaluó la pérdida de masa de acuerdo al tiempo y temperatura, se concluye que a la temperatura de seguridad para calcinar las cenizas está entre 700°- 800°, se tomó 750° para la investigación.

El tiempo de calcinación de la muestra, de acuerdo a los resultados, los cambios estructurales de la ceniza se dan alrededor de 2 horas.

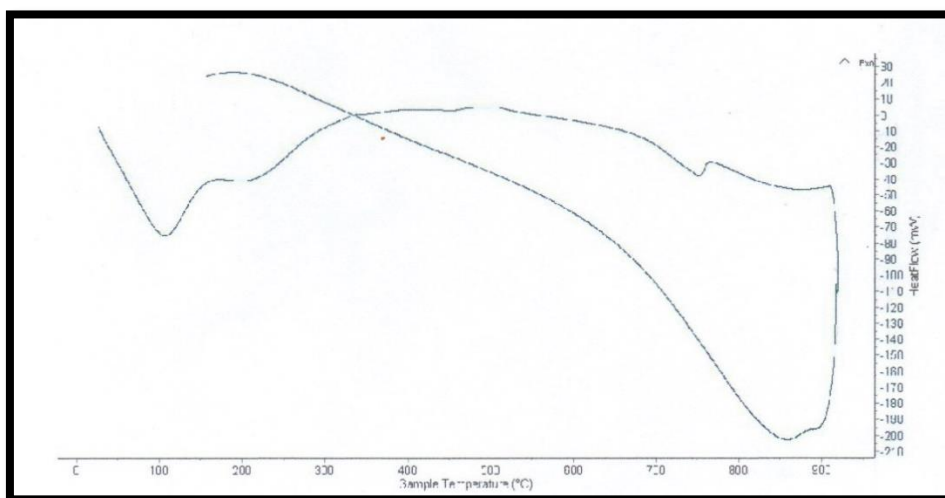


Figura 7: Análisis curva calorimétrico de la ceniza de paja de trigo.

La cascara de huevo fue sometida al ensayo de Análisis térmico diferencial (ATD), (ver anexo n°2), que permite verificar mediante una activación térmica, la temperatura y tiempo en que la muestra de ceniza tiene una reacción exotérmica. Los ensayos realizados conjuntamente fueron el DTA “Análisis Térmico Diferencial” el Análisis térmico DSC “calorimetría diferencial de barrido” y el TGA “Análisis Termogravimétrico”.

El equipo utilizado fue un TG_DTA_DS Analizador térmico simultáneo, capacidad máxima: 1600 °C SetSys_Evolution, compatible con ASTM E968, ASTM E967, ASTM ISO 11357 , ASTM D3895, ASTM E793, ASTM D3418, ASTM D3417, DIN 51007, DIN 51004, DIN 51007 , DIN 51007, DIN 51007 C / min, Gas - Flujo: Nitrógeno, 10 ml / min, parámetro trabajado: 25 - 100°C y cantidad analizada de muestra: 32 mg.

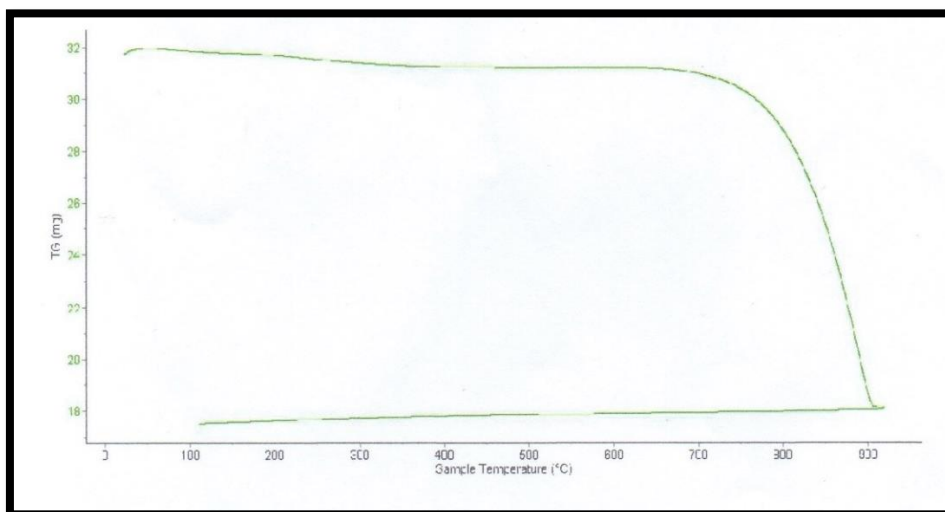


Figura 8: Análisis termo gravimétrico de la ceniza de casaca de huevo.

Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una gran estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 700° C, temperatura en la cual marca el inicio para la descomposición y la pérdida de material hasta caer bruscamente hasta la temperatura de ensayo máxima, y se evidencia una pérdida total de aproximadamente 44% de su masa inicial. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar un ligero pico de absorción térmico intenso a 910°C que es una temperatura que altera la estructura y de las propiedades del material. El tiempo de calcinación de la muestra, de acuerdo a los resultados, los cambios estructurales de la ceniza se dan alrededor de 3 horas.

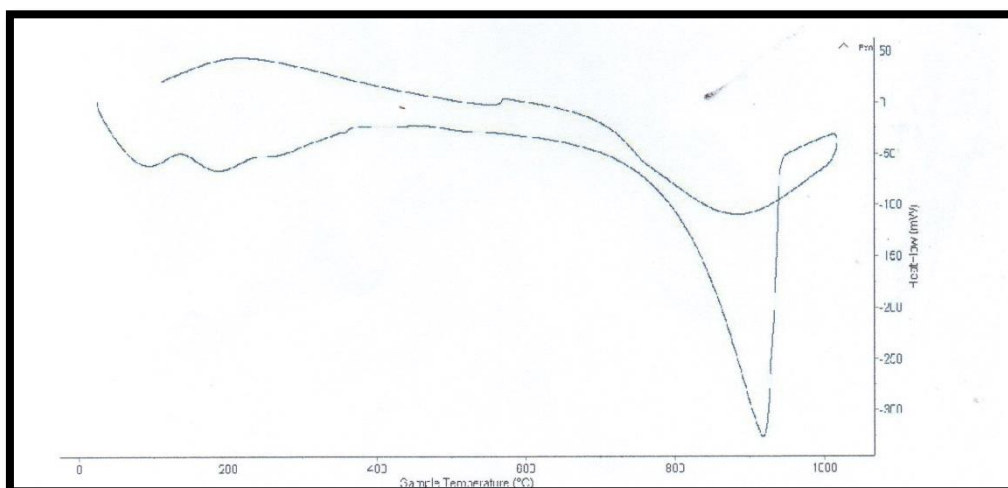


Figura 9: Curva calorimétrica de la ceniza de casaca de huevo

Composición química:

La determinación de la composición de óxidos mediante el ensayo de Fluorescencia de Rayos X, se logró saber el contenido y porcentaje de óxidos de la muestra de ceniza de hoja de eucalipto, ensayo realizado en la Universidad Nacional de Ingeniería, en el Laboratorio de Análisis Químico, consultoría e investigación.

Se utilizó espectrómetro de fluorescencia de rayos X de energía dispersa. Shimadzu, EDX 800Hs.



Figura 10: Electrómetro de fluorescencia

La composición química de Óxidos presentes en la muestra de ceniza de paja de trigo enviado al laboratorio, se determina mediante porcentajes:

Tabla 12:
Análisis químico de la ceniza paja de trigo.

| Formula | Nombre de oxido | Resultados % |
|-----------|--------------------|--------------|
| K_2O | Óxido de potasio | 46.963 |
| SiO_2 | Óxido de silicio | 27.007 |
| Fe_2O_3 | Óxido de hierro | 10.052 |
| Al_2O_3 | Óxido de aluminio | 5.389 |
| MgO | óxido de magnesio | 4.576 |
| CaO | Óxido de calcio | 3.522 |
| P_2O_5 | Óxido de fósforo | 1.487 |
| MnO | Óxido de manganeso | 0.510 |
| SO_3 | óxido de azufre | 0.176 |
| Cl | cloro | 0.143 |
| TiO_2 | Óxido de titanio | 0.096 |
| SrO | Óxido de estroncio | 0.033 |
| ZnO | Óxido de zinc | 0.019 |
| Br | Bromo | 0.014 |
| CuO | Óxido de cobre | 0.013 |

Fuente: Informe N°0333 - 20 - LABICER. Análisis FRXDE_ FACCiencias_ UNI

Los análisis de espectrometría de fluorescencia de rayos X a la ceniza de paja de trigo muestran que el componente químico más abundante es el óxido de silicio (SiO_2) 27.007 %, luego el óxido de aluminio (Fe_2O_3) 10.052%.

La composición química de Óxidos presentes en la muestra de ceniza de cascara de Huevo enviado al laboratorio, se determina mediante porcentajes:

Tabla 13:
Análisis químico de la ceniza de cascara de huevo.

| Óxido | Nombre de oxido | Resultados % |
|--------|--------------------|--------------|
| CaO | Óxido de calcio | 97.611 |
| SrO | Óxido de estroncio | 1.896 |
| K_2O | Óxido de potasio | 0.463 |
| CuO | Óxido de cobre | 0.03 |

Fuente: Informe N°0335 - 20 - LABICER. Análisis FRXDE_ FACCiencias_ UNI

Los análisis de espectrometría de fluorescencia de rayos X de la cascara de huevo muestran que el componente químico más abundante es el óxido de calcio (CaO) 97.611 %.

Potencial de hidrogeno

En la determinación del pH de las cenizas obtenidas, polvo de Cáscara de huevo y mezcla de cenizas y Cáscara de huevo en mezcla de concreto; se determinó el Potencial Hidrógeno para las muestras, denominada Muestra Ceniza de paja de trigo (CPT); y para polvo cascara de huevo (PCH), muestra de Cemento Sol tipo I al 100% denominada Cemento; la combinación de 88% de cemento (Sol Tipo I) y 12% de la combinación (3% CPT + 9% PCH), la combinación de 80% de cemento (Sol Tipo I) y 20% de la combinación (5% CPT + 15% PCH), Para la muestra se determinó:

Tabla 14:
Potencial de Hidrogeno de CPT

| Muestra | pH |
|--------------------------------|-------|
| Ceniza de paja de Trigo | 10.90 |

Fuente: Anexo N° 04

Para la muestra de **Cáscara de huevo**, se determinó:

Tabla 15:
Potencial de Hidrogeno de PCH

| Muestra | pH |
|----------------------------------|-------|
| Polvo de cascara de huevo | 12.23 |

Fuente: Anexo N° 04

Para la muestra de **Cemento**, se determinó:

Tabla 16:
Potencial de Hidrogeno de cemento tipo I

| Muestra | pH |
|----------------|----|
| Cemento | 12 |

Fuente: Anexo N° 04

Para la muestra de **Ceniza de paja de trigo y Polvo de Cáscara de huevo al 12% + Cemento al 88%**, se determinó:

Tabla 17:
Potencial de hidrogeno de la combinación de 12 % de (CPT + PCH)

| Muestra | pH |
|---|-------|
| Cemento 88% +12% de combinación (3% ceniza de paja de trigo + 9% polvo de cascara de huevo | 12.30 |

Fuente: Anexo N° 04

Para la muestra de **Ceniza de paja de trigo y Polvo de Cáscara de huevo al 20% + Cemento al 80%**, se determinó:

Tabla 18:
Potencial de hidrógeno de la combinación de 20% de (CPT + PCH)

| Muestra | pH |
|--|-------|
| Cemento 80% +20% de combinación (5% ceniza de paja de trigo + 15% polvo de cascara de huevo | 12.40 |

Fuente: Anexo N° 04

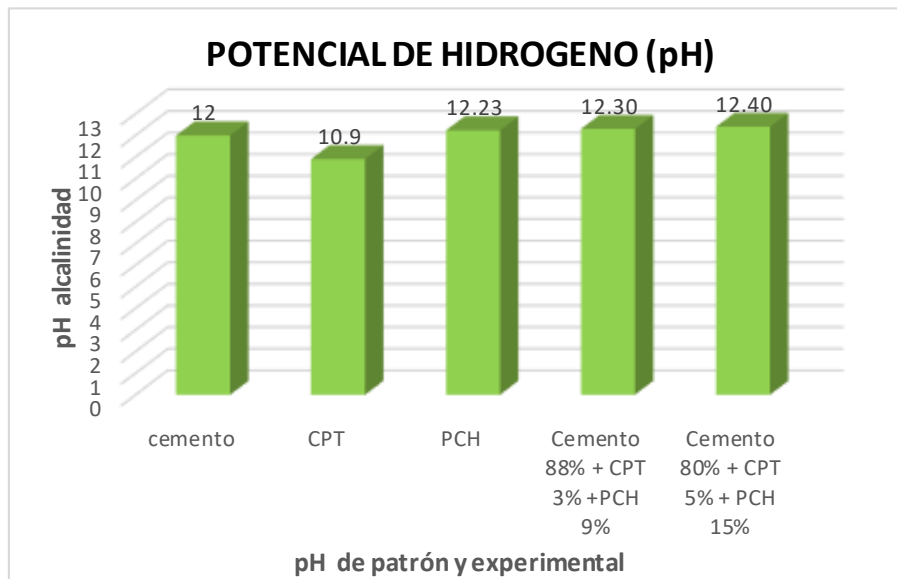


Figura 11: pH del cemento, CPT, PCH y las combinaciones.

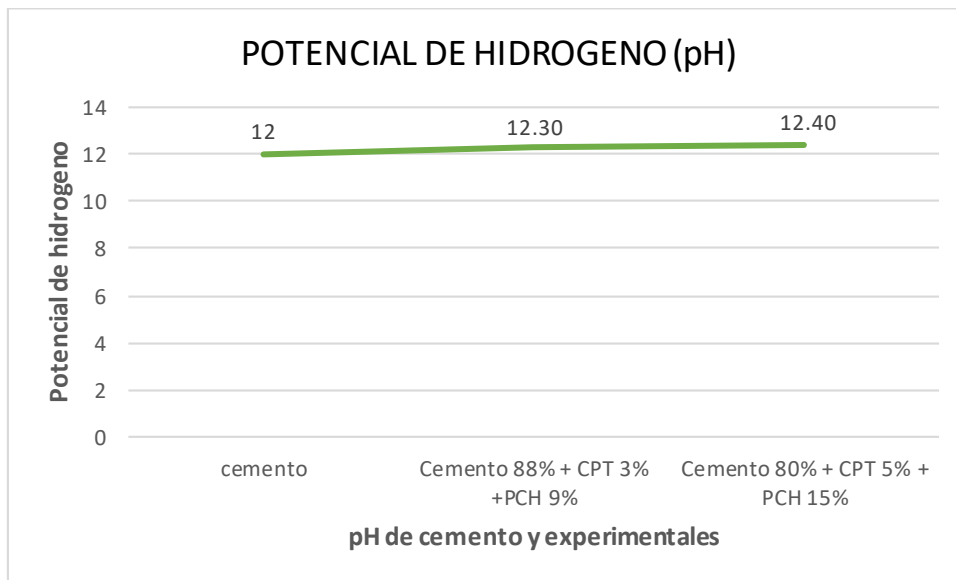


Figura 12: pH del cemento y sustitución en 12% y 20 % por las combinaciones de CPT y PCH

Se concluye que las muestras son fuertemente alcalinas y que, al realizar la mezcla de CPT, PCH 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.

Peso específico:

De acuerdo al ensayo del peso específico se obtiene un valor de 1.81gr/cm³ para el cemento, para la ceniza de la paja de trigo 0.80 gr/cm³ y 1.42gr/cm³ para polvo cascara de huevo, para la sustitución de ceniza de paja de trigo y cascara de huevo en un 12% por cemento tipo I, el resultado con la sustitución nos da 1.99 % y la combinación de para la sustitución de ceniza de paja de trigo y cascara de huevo en un 20% por cemento tipo I, el resultado es 2.25%.

Relación agua /cemento:

Se calcular la Relación a/c 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 trabajará con un Slump de 3 a 4", los agregados tienen las siguientes propiedades:

En el Análisis, comparación e interpretación de los resultados de la Resistencia del Concreto a Compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días, para cumplir este objetivo, se deben cumplir los siguientes pasos:

preparación de cilindros de Concreto Patrón, se sigue el flujograma de producción de Concreto patrón.

Tabla 19:
Relación agua - cemento de patrón y experimental

| Probeta | Material | A/C |
|--|--|------------|
| Patrón 100 % cemento | Arena gruesa+ cemento + agua arena fina. | 0.68 |
| Experimental (88% cemento 12% CPT y PCH) | Arena gruesa+ cemento + agua arena fina + CPT + PCH. | 0.71 |
| Experimental (80% cemento 20% CPT y PCH) | Arena gruesa+ cemento + agua arena fina + CPT + PCH. | 0.77 |

Fuente: elaboración propia

Caracterización de los agregados

Ensayos de calidad a los agregados utilizados para las diferentes mezclas (granulometría, peso unitario suelto y compactado, peso específico, porcentaje de absorción).

Para la elaboración de los ensayos a los agregados se necesitaron los equipos del laboratorio de la universidad san pedro, para obtener los datos correctos que permiten conocer si los agregados utilizados en la mezcla son los idóneos.

Tabla 20:
Porcentaje retenido y porcentajes de pasantes del agregado fino.

| TAMIZ | | PESO RETEN. | % RETEN. PARCIAL | %RETEN.ACUM. | % QUE PASA |
|--------|-------------|-------------|------------------|--------------|------------|
| N° | ABERT.(mm.) | | | | |
| 3" | 75.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 2 1/2" | 63.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 2" | 50.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1" | 25.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/4" | 19.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1/2" | 12.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/8" | 9.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| N°4 | 4.750 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| N°8 | 2.360 | 556.00 | 19.94 | 19.94 | 80.06 |
| N°16 | 1.180 | 765.00 | 27.44 | 47.38 | 52.62 |
| 30 | 0.600 | 753.00 | 27.01 | 74.39 | 25.61 |
| 50 | 0.300 | 400.00 | 14.35 | 88.73 | 11.27 |
| 100 | 0.150 | 118.00 | 4.23 | 92.97 | 7.03 |
| 200 | 0.075 | 82.00 | 2.94 | 95.91 | 4.09 |
| PLATO | | 114.00 | 4.09 | 100.00 | 0.00 |
| TOTAL | | 2,788.00 | 100.00 | | |

Fuente: elaboración de mecánica de suelos de USP.

El peso total de la muestra era de 2788 kg. Con esta tabla se hace posible la construcción de la curva granulométrica. A continuación, se muestra la curva granulométrica de la arena.

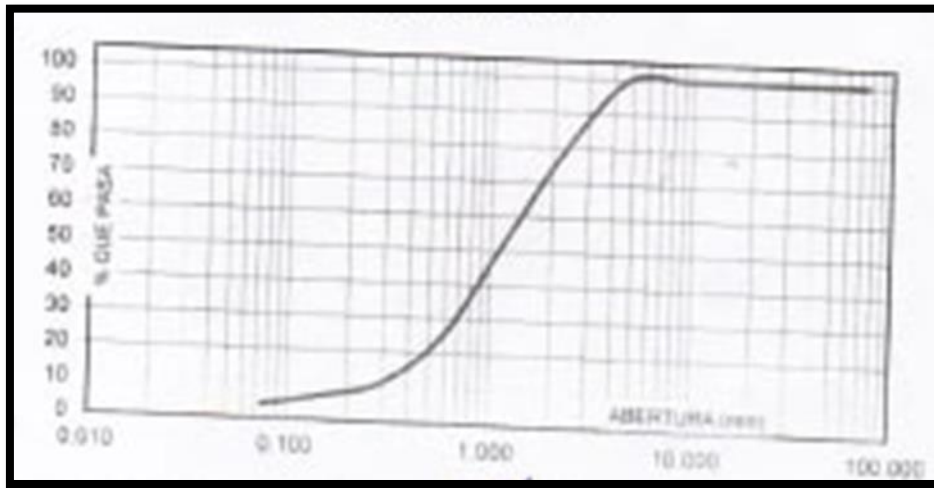


Figura 13: Curva granulométrica de la arena.

Se observa que la curva granulométrica de la arena si cumple los límites en los tamices 3/8, N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, por lo tanto, podemos afirmar que si cumple con las especificaciones. El módulo de fineza es de 3.20 por tanto esta del rango ideal de 2.80 a 3.40, esto quiere decir que el material es una mediana.

Tabla 21:
Porcentaje retenido y porcentaje pasantes del agregado grueso.

| N° | TAMIZ ABERT. (mm.) | PESO RETEN. | % RETEN. PARCIAL | %RETEN.ACUM. | % 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 | 430.00 | 4.72 | 4.72 | 95.28 |
| 1/2" | 12.000 | 2652.00 | 29.12 | 33.84 | 66.16 |
| 3/8" | 9.500 | 2435.00 | 26.74 | 60.58 | 39.42 |
| N°4 | 4.750 | 3170.00 | 34.81 | 95.39 | 4.61 |
| N°8 | 2.360 | 420.00 | 4.61 | 100.00 | 0.00 |
| N°16 | 1.180 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 |
| 30 | 0.600 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 |
| 50 | 0.300 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 |
| 100 | 0.150 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 |
| 200 | 0.075 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 |
| PLATO | | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 |
| TOTAL | | 9,107.00 | 100.00 | | |

fuentes: elaboración de mecánica de suelos de USP.

El peso de la muestra es de 9107.00 gr. Con esta tabla se hace posible la construcción de la curva granulométrica. El tamaño máximo es de 3/4". En la siguiente figura se muestra la curva granulométrica del agregado grueso.

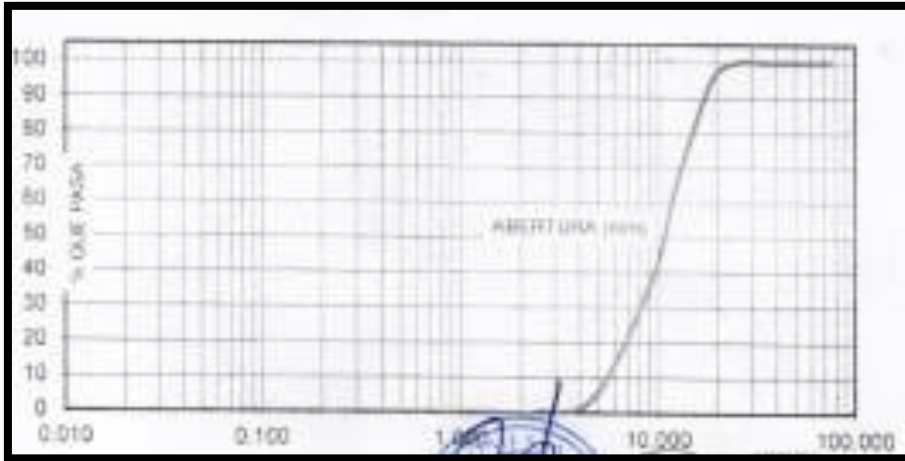


Figura 14: Curva granulométrica del agregado grueso.

El agregado grueso procedente de la cantera, utilizada en nuestro trabajo de grado, cumple con la norma técnica ASTM – C33.

Tabla 22:
Contenido de humedad de agregado fino

| Recipiente N° | 11 | 14 |
|------------------------------|------------|-------|
| 1 peso recip. + suelo húmedo | 784.7 | 899.2 |
| 2 peso recip. + suelo seco | 761.1 | 875.1 |
| 3 peso recipiente (gr) | 168.00 | 166.3 |
| 4 peso de agua (1) - (2) | 23.60 | 24.10 |
| 5 peso suelo seco (2) -(3) | 593.10 | 708.8 |
| 6 Humedad (4/5) *100(%) | 3.98 | 3.4 |
| HUMEDAD PROMEDIO | 3.7 | |

Fuente: elaboración propia

Tabla 23:
contenido de humedad agregado grueso.

| Recipiente N° | 42 | 44 |
|------------------------------|-------------|-------|
| 1 peso recip. + suelo húmedo | 1127.6 | 915.8 |
| 2 peso recip. + suelo seco | 1120.9 | 910.2 |
| 3 peso recipiente (gr) | 163.80 | 163.5 |
| 4 peso de agua (1) - (2) | 6.70 | 5.60 |
| 5 peso suelo seco (2) -(3) | 957.10 | 746.7 |
| 6 Humedad (4/5)*100(%) | 0.70 | 0.7 |
| HUMEDAD PROMEDIO | 0.72 | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24:*Gravedad específica y absorción del agregado fino.*

| Agregado fino | | |
|----------------------|-----------------------------------|-------|
| A | Peso mat.sat. Sup. Seca (en aire) | 300.0 |
| B | Peso frasco + H2O | 663.5 |
| C | Peso frasco + H2O (A+B) | 963.5 |
| D | Peso de mat. + H2O en el frasco | 849.9 |
| E | Vol.de masa + vol. De vacío (C-D) | 113.6 |
| F | Peso mat. Seco en estufa (105°) | 296.3 |
| G | Vol. Masa E-(A-F) | 109.9 |
| | Peso bulk (base seca) (F/E) | 2.61 |
| | Peso bulk (peso saturada) (A/E) | 2.64 |
| | Peso aparente base seca (F/G) | 2.70 |
| | % Absorción ((A-F) /F) *100 | 1.25 |

Fuente: elaboración de mecánica de suelos de USP.

Tabla 25:*Gravedad específica y absorción del agregado grueso.*

| Agregado grueso | | | | |
|------------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|
| A | Peso mat.sat. Sup. Seca (en aire) | 965.5 | 968.0 | 966.3 |
| B | Peso mat.sat. Sup. Seca (en agua) | 606.1 | 607.2 | 604.5 |
| C | Vol. De Masa /volumen de vacíos (A-B) | 359.4 | 360.8 | 361.8 |
| D | Peso mat. Seco en estufa (105°) | 956.7 | 960.1 | 958.6 |
| E | Vol. Masa C-(A-D) | 350.6 | 352.9 | 354.1 |
| | Base seco (D/C) | 2.66 | 2.66 | 2.65 |
| | Base saturada (A/C) | 2.69 | 2.68 | 2.67 |
| | Aparente base seco (D/E) | 2.73 | 2.72 | 2.71 |
| | % Absorción ((A-D) /D) *100 | 0.92 | 0.82 | 0.80 |

fuente: elaboración de mecánica de suelos de USP.

Tabla 26:*Peso unitario del agregado fino.*

| TIPO DE PESO UNITARIO MUESTRA N° | PESO UNITARIO SUELTO | | | PESO UNITARIO COMPACTADO | | |
|--|-----------------------|-------|-------|-----------------------------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| | Peso material + molde | 7765 | 7755 | 7750 | 8050 | 8065 |
| Peso del molde | 3420 | 3420 | 3420 | 3420 | 3420 | 3420 |
| Peso del material | 4345 | 4335 | 4330 | 4630 | 4645 | 4650 |
| Volumen del molde | 2776 | 2776 | 2776 | 2776 | 2776 | 2776 |
| Peso unitario | 1.565 | 1.562 | 1.560 | 1.668 | 1.673 | 1.675 |
| Peso unitario promedio | | 1.562 | | | 1.672 | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 27:*Peso unitario del agregado grueso.*

| PESO UNITARIO MUESTRA N° | PESO UNITARIO SUELTO | | | PESO UNITARIO COMPACTADO | | |
|-----------------------------|----------------------|-------|-------|-----------------------------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Peso material + molde | 27205 | 27218 | 27225 | 28670 | 28680 | 28690 |
| Peso del molde | 7380 | 7380 | 7380 | 7380 | 7380 | 7380 |
| Peso del material | 19825 | 19838 | 19845 | 21290 | 21300 | 21310 |
| Volumen del molde | 13724 | 13724 | 13724 | 13724 | 13724 | 13724 |
| Peso unitario | 1.445 | 1.445 | 1.446 | 1.551 | 1.552 | 1.553 |
| Peso unitario promedio | | 1.445 | | | 1.552 | |

Fuente: Elaboración propia

Por tanto los datos a utilizar para el diseño son los siguientes

Tabla 28:*Datos a usar para el diseño de concreto*

| AGREGADO FINO | | AGREGADO GRUESO | |
|-------------------------------|------|-----------------------------|------|
| Peso específico | 2640 | Porcentaje de absorción (%) | 0.85 |
| Porcentaje de absorción (%) | 1.25 | Contenido de humedad (%) | 0.72 |
| Contenido de humedad (%) | 3.70 | Peso unitario suelto | 1445 |
| Peso unitario suelto seco | 1562 | Peso unitario compactado | 1552 |
| Peso unitario compactado seco | 1672 | T.M.N. (NTP) | 3/4" |
| Módulo de fineza | 3.2 | Peso específico | 2.68 |

Fuente: Elaboración propia

Calculando la cantidad de materiales que intervienen para el diseño del concreto patrón:

Tabla 29:*Cantidad de material para 9 probetas patrón.*

| MATERIALES | PESOS (KG) | | |
|--|------------|---------|-------------------|
| Cemento | = | 299.71 | Kg/m ³ |
| Agua | = | 183.92 | Lt/m ³ |
| agregado fino | = | 941.69 | Kg/m ³ |
| agregado grueso | = | 906.64 | Kg/m ³ |
| PESO POR VOLUMEN PARA VACIADO | | | |
| b) Volumen de concreto para 9 probetas | | | |
| Volumen | | 0.00583 | m ³ |
| Volumen + 10% desperdicio | | 0.00641 | m ³ |
| c) Peso de cada material para 9 probetas | | | |
| MATERIALES | PESO (kg) | | |
| Cemento | = | 17.29 | Kg/m ³ |
| Agua | = | 10.61 | Lt/m ³ |
| agregado fino | = | 54.23 | Kg/m ³ |
| agregado grueso | = | 52.3 | Kg/m ³ |

Fuente: elaboración propia

Cantidad de materiales que intervienen para el diseño del concreto con sustitución de cemento al 12% (3% CPT + 9% PCH).

Tabla 30:

Cantidad de material para 9 probetas con sustitución al 12%.

| MATERIALES | | PESOS (KG) | |
|-------------------|---|-------------------|-------------------|
| Cemento | = | 299.71 | Kg/m ³ |
| Agua | = | 183.92 | Lt/m ³ |
| agregado fino | = | 941.69 | Kg/m ³ |
| agregado grueso | = | 906.64 | Kg/m ³ |

PESO POR VOLUMEN PARA VACIADO

b) Volumen de concreto para 9 probetas

| | | |
|---------------------------|---------|----------------|
| Volumen | 0.00583 | m ³ |
| Volumen + 10% desperdicio | 0.00641 | m ³ |

c) Peso de cada material para 9 probetas

| MATERIALES | | PESO (kg) | |
|-------------------------|---|------------------|-------------------|
| Cemento | = | 17.29 | Kg/m ³ |
| ceniza de paja de trigo | = | 0.52 | Kg/m ³ |
| casaca de huevo | = | 1.56 | Kg/m ³ |
| Agua | = | 10.61 | Lt/m ³ |
| agregado fino | = | 54.23 | Kg/m ³ |
| agregado grueso | = | 52.3 | Kg/m ³ |

Fuente: elaboración propia.

Cantidad de materiales que intervienen para el diseño del concreto con sustitución de cemento al 20% (5% CPT + 15% PCH).

Tabla 31:

Cantidad de material para 9 probetas con sustitución al 20%.

| MATERIALES | | PESOS (KG) | |
|-------------------|---|-------------------|-------------------|
| Cemento | = | 299.71 | Kg/m ³ |
| Agua | = | 183.92 | Lt/m ³ |
| agregado fino | = | 837.5 | Kg/m ³ |
| agregado grueso | = | 906.64 | Kg/m ³ |

PESO POR VOLUMEN PARA VACIADO

b) Volumen de concreto para 9 probetas

| | | |
|---------------------------|---------|----------------|
| Volumen | 0.00583 | m ³ |
| Volumen + 10% desperdicio | 0.00641 | m ³ |

c) Peso de cada material para 9 probetas

| MATERIALES | | PESO (kg) | |
|-------------------------|---|------------------|-------------------|
| Cemento | = | 13.83 | Kg/m ³ |
| ceniza de paja de trigo | = | 0.86 | Kg/m ³ |
| casaca de huevo | = | 2.59 | Kg/m ³ |
| Agua | = | 10.75 | Lt/m ³ |
| agregado fino | = | 48.32 | Kg/m ³ |
| agregado grueso | = | 52.3 | Kg/m ³ |

Fuente: elaboración propia

Elaboración de probetas de Concretos Experimentales: similar al concreto patrón.
Resistencia a la compresión de los cilindros de concreto patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días, ensayo de compresión a las probetas patrón y experimentales.

Análisis, Comparación e Interpretación de Resultados: Siguiendo las pruebas estadísticas, para validar la hipótesis propuesta.



Figura 15: Esquema para la elaboración del concreto

Resistencia la compresión

Tabla 32:

Resistencia a compresión de probetas patrón

| MUESTRA | CURADO (Días) | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | PESO INICIAL (kg) | PESO FINAL (kg) | AREA (cm ²) | CARGA APLICADA (KG) | ESFUERZO DE COMPRESIÓN (Kg/cm ²) | F'c (Kg/cm ²) | % RESPECTO AL DISEÑO 210 Kg/cm ² |
|----------------|---------------|---------------|-----------|-------------------|-----------------|-------------------------|---------------------|--|---------------------------|---|
| PROBETA PATRÓN | 7 | 15.20 | 30 | 13.57 | 13.67 | 181.46 | 33780 | 186.2 | 187.7 | 89.4 |
| | | 15.20 | 30 | 13.65 | 13.73 | 181.46 | 33970 | 187.2 | | |
| | | 15.10 | 30.5 | 13.68 | 13.75 | 179.08 | 33990 | 189.8 | | |
| | 14 | 15.10 | 30 | 13.69 | 13.78 | 179.08 | 35720 | 199.5 | 199.3 | 94.9 |
| | | 15.20 | 30 | 13.67 | 13.73 | 181.46 | 35925 | 198.0 | | |
| | | 15.10 | 30.5 | 13.70 | 13.79 | 179.08 | 35920 | 200.6 | | |
| | 28 | 15.20 | 30.4 | 13.69 | 13.78 | 181.46 | 38820 | 213.9 | 213.4 | 101.6 |
| | | 15.10 | 30.5 | 13.67 | 13.73 | 179.08 | 38625 | 215.7 | | |
| | | 15.20 | 30.5 | 13.69 | 13.78 | 181.46 | 38820 | 213.9 | | |
| | | 15.30 | 30.5 | 13.70 | 13.79 | 183.85 | 38720 | 210.6 | | |

Fuente: Elaboración propia

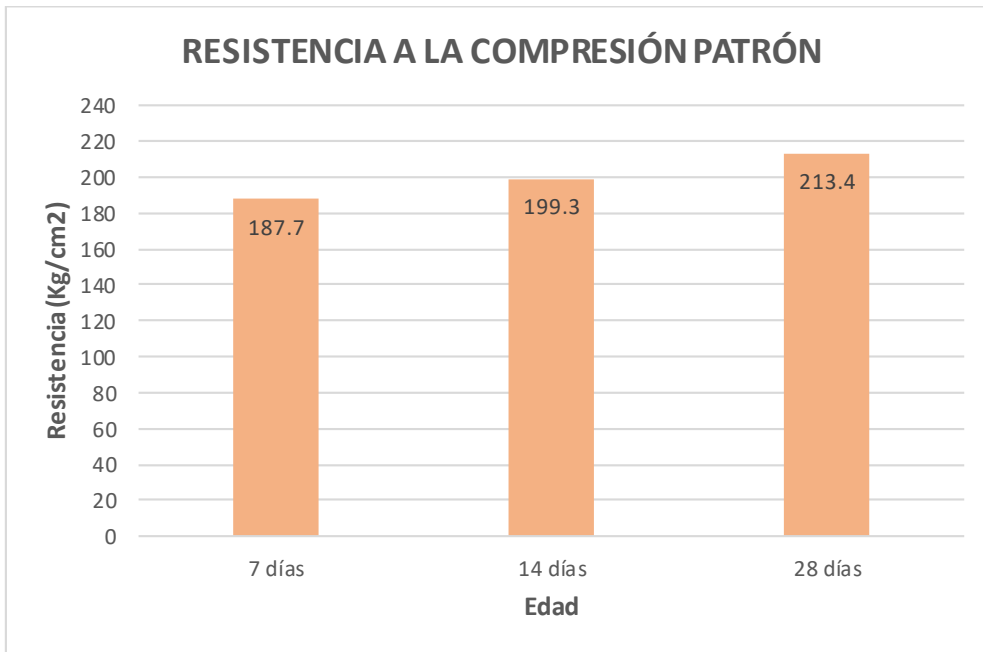


Figura 16: Resistencia a la compresión patrón.

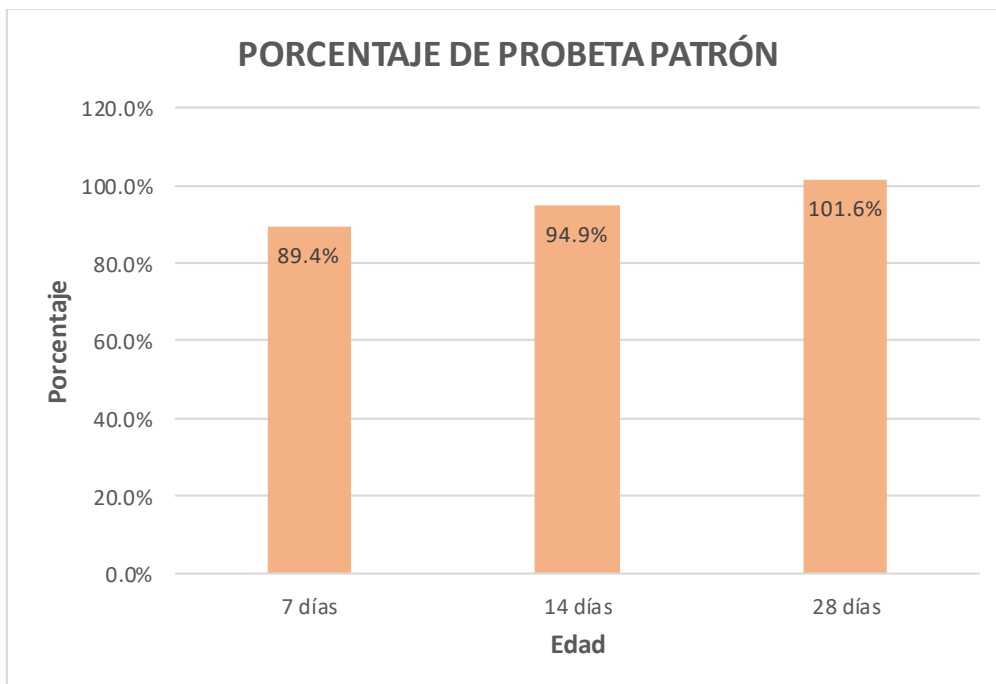


Figura 17: Porcentaje de resistencia patrón.

En el grafico se muestra la curva de la resistencia a la compresión de diseño patrón

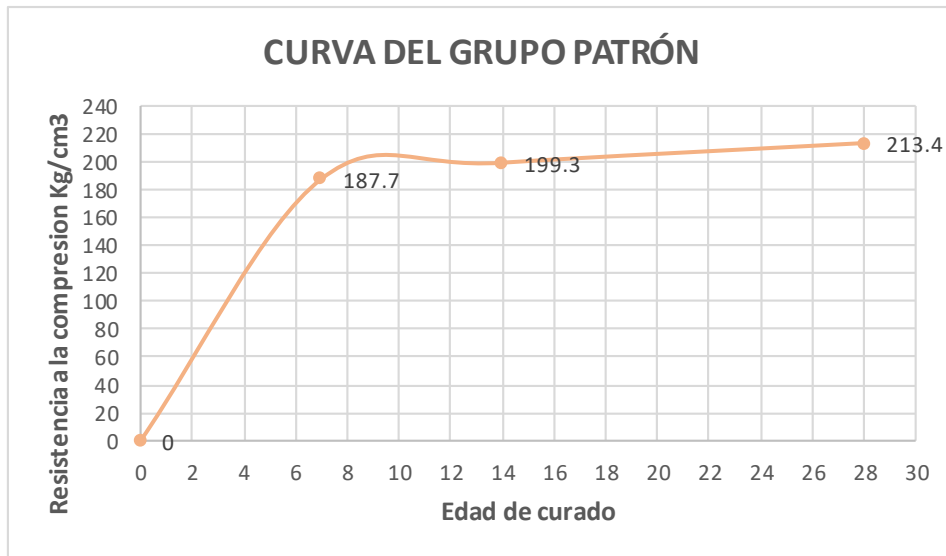


Figura 18: Curva de grupo patrón.

De la figura 16 y 18 se muestra que las resistencias de diseño patrón van en aumento respectivamente a los días de curado, tal que es así de a los 7 días de curado obtuvo 187.7 Kg/cm² a los 14 días obtuvo una resistencia de 199.3 Kg/cm², y a los 28 días se obtuvo una resistencia de 213.4 Kg/cm² lo cual alcanzo la resistencia requerida.

Tabla 33:

Resistencia a compresión de 12% sustitución de cemento.

| MUESTRA | CURADO (Días) | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | PESO INICIAL (kg) | PESO FINAL (kg) | AREA (cm ²) | CARGA APLICADA (KG) | ESFUERZO DE COMPRESIÓN (Kg/cm ²) | F'C (Kg/cm ²) | % RESPECTO AL DISEÑO |
|--------------------------|---------------|---------------|-----------|-------------------|-----------------|-------------------------|---------------------|--|---------------------------|----------------------|
| PROBETA EXPERIMENTAL 12% | 7 | 15.20 | 30 | 13.58 | 13.64 | 181.46 | 34890 | 192.3 | 193.1 | 92.0 |
| | | 15.20 | 30 | 13.62 | 13.71 | 181.46 | 34960 | 192.7 | | |
| | | 15.10 | 30.5 | 13.59 | 13.63 | 179.08 | 34830 | 194.5 | | |
| | 14 | 15.10 | 30 | 13.60 | 13.68 | 179.08 | 36980 | 206.5 | 206.0 | 98.1 |
| | | 15.20 | 30 | 13.52 | 13.58 | 181.46 | 37270 | 205.4 | | |
| | | 15.20 | 30.5 | 13.68 | 13.74 | 181.46 | 37380 | 206.0 | | |
| 28 | 15.10 | 30.4 | 13.60 | 13.68 | 179.08 | 40580 | 226.6 | 225.0 | 107.2 | |
| | 15.20 | 30.4 | 13.52 | 13.58 | 181.46 | 40370 | 222.5 | | | |
| | | 15.10 | 30 | 13.68 | 13.74 | 179.08 | 40480 | 226.0 | | |

Fuente: Elaboración propia

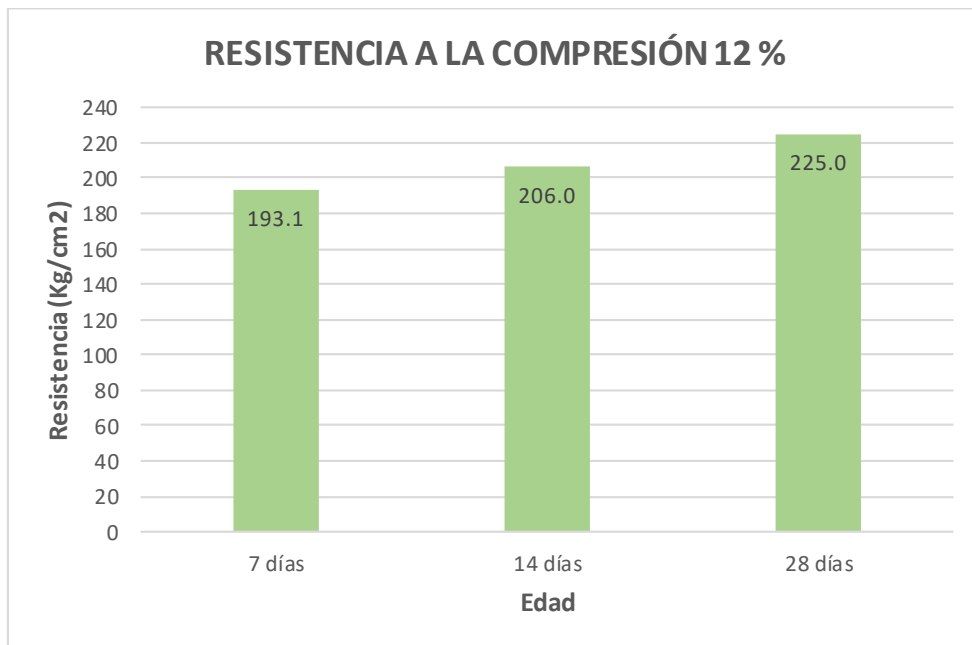


Figura 19: Resistencia a la compresión 12% sustitución.

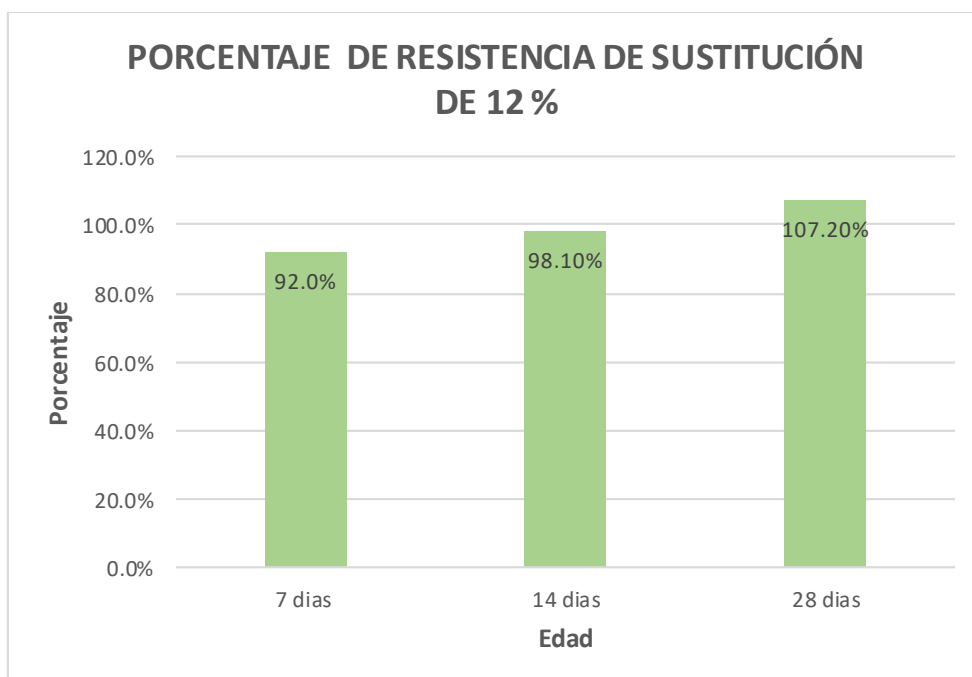


Figura 20: Porcentaje de resistencia sustitución 12%.

En el grafico se muestra la curva de la resistencia a la compresión de diseño experimental 12%

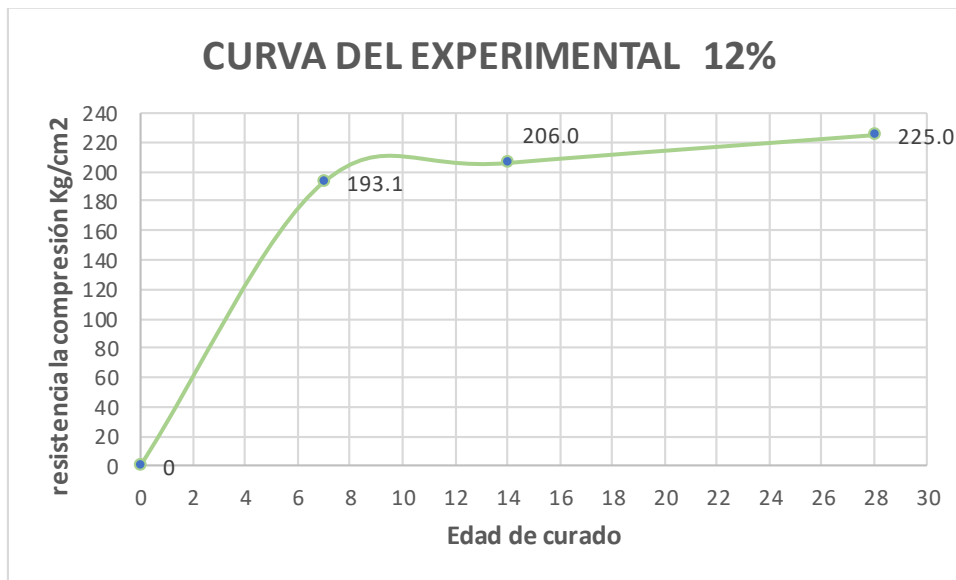


Figura 21: Curva de grupo de sustitución 12%.

De la figura 19 y 21 se muestra que las resistencias del experimental de 12% van en aumento respectivamente a los días de curado, tal que es así de a los 7 días de curado obtuvo 193.1 Kg/cm² a los 14 días obtuvo una resistencia de 206.0 Kg/cm², y a los 28 días se obtuvo una resistencia de 225.0 Kg/cm² lo cual supero al diseño patrón.

Tabla 34:

Resistencia a compresión de 20% de sustitución de cemento.

| MUESTRA | CURADO (Días) | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | PESO INICIAL (kg) | PESO FINAL (kg) | AREA (cm ²) | CARGA APLICADA (KG) | ESFUERZO DE COMPRESIÓN (Kg/cm ²) | F'C (Kg/cm ²) | % RESPECTO AL DISEÑO |
|--------------------------|---------------|---------------|-----------|-------------------|-----------------|-------------------------|---------------------|--|---------------------------|----------------------|
| PROBETA EXPERIMENTAL 20% | 7 | 15.20 | 30.4 | 12.65 | 13.76 | 181.46 | 35490 | 195.6 | 195.4 | 93.1 |
| | | 15.20 | 30.5 | 13.68 | 13.75 | 181.46 | 35170 | 193.8 | | |
| | | 15.10 | 30 | 13.64 | 13.73 | 179.08 | 35250 | 196.8 | | |
| | 14 | 15.20 | 30.4 | 13.45 | 13.55 | 181.46 | 38930 | 214.5 | 216.0 | 102.9 |
| | | 15.20 | 30.5 | 13.69 | 13.77 | 181.46 | 38250 | 210.8 | | |
| | | 15.10 | 30 | 13.61 | 13.68 | 179.08 | 39898 | 222.8 | | |
| 28 | 15.10 | 30.4 | 13.45 | 13.55 | 179.08 | 42450 | 237.0 | 233.8 | 111.4 | |
| | 15.20 | 30 | 13.69 | 13.77 | 181.46 | 42410 | 233.7 | | | |
| | 15.30 | 30 | 13.61 | 13.68 | 183.85 | 42430 | 230.8 | | | |

Fuente: Elaboración propia

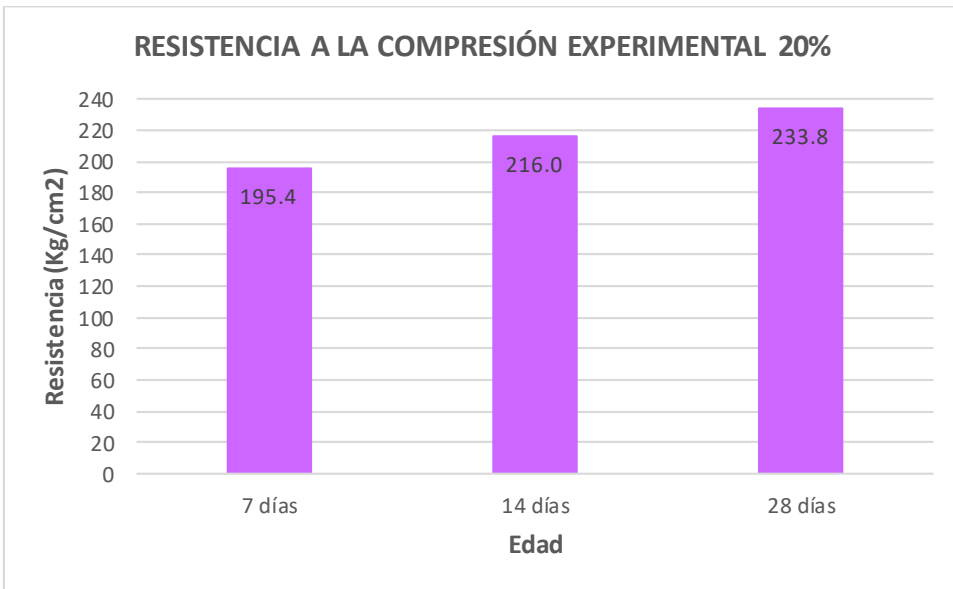


Figura 22: Resistencia a la compresión de 20% de sustitución

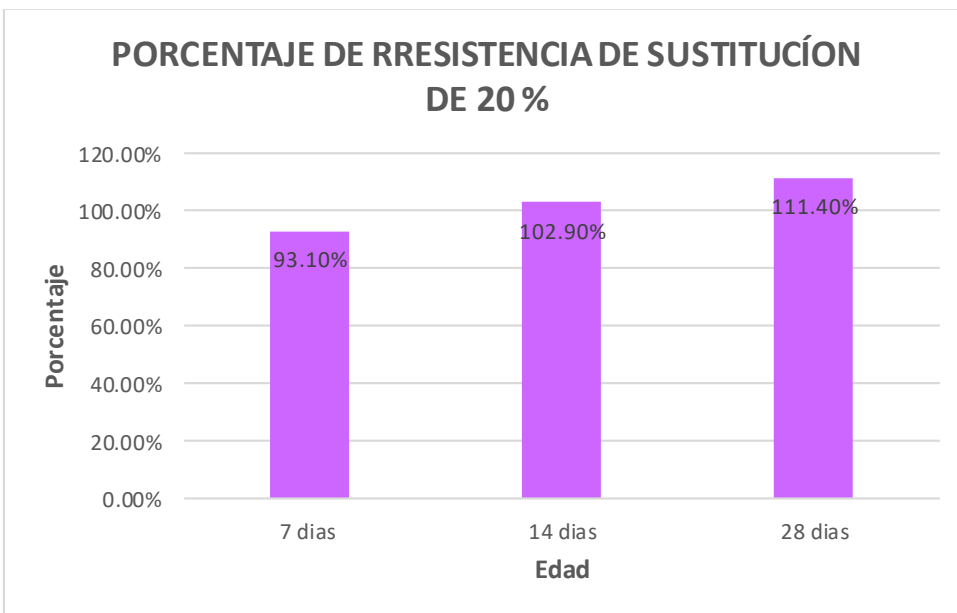


Figura 23: Porcentaje de resistencia de sustitución 20%

En el grafico se muestra la curva de la resistencia a la compresión de diseño experimental 20%

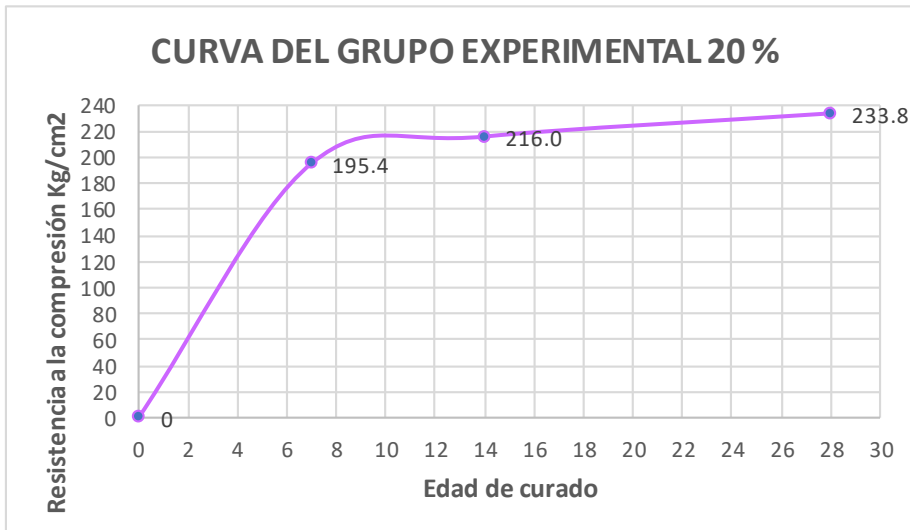


Figura 24: Curva de grupo de 20% de sustitución.

De la figura 22 y 24 se muestra que las resistencias del experimental de 20% van en aumento respectivamente a los días de curado, tal que es así de a los 7 días de curado obtuvo 195.4 Kg/cm² a los 14 días obtuvo una resistencia de 216.0 Kg/cm², y a los 28 días se obtuvo una resistencia de 233.8 Kg/cm² lo cual supero al diseño patrón.

El desarrollo de las resistencias fue creciendo conforme pasaron los días en el concreto patrón y experimental.

Comparación de las Resistencias a la Compresión del Concreto Patrón y Experimentales.

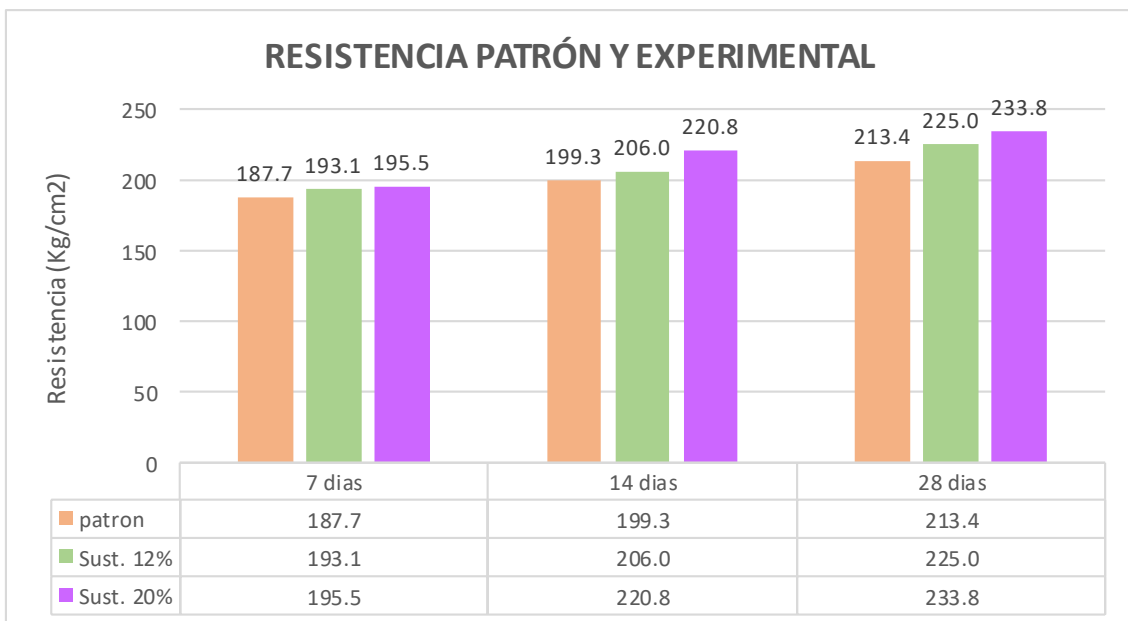


Figura 25: grafico de resistencias a la compresión promedio a las edades 7, 14 y 28 días comprobando las probetas patrón

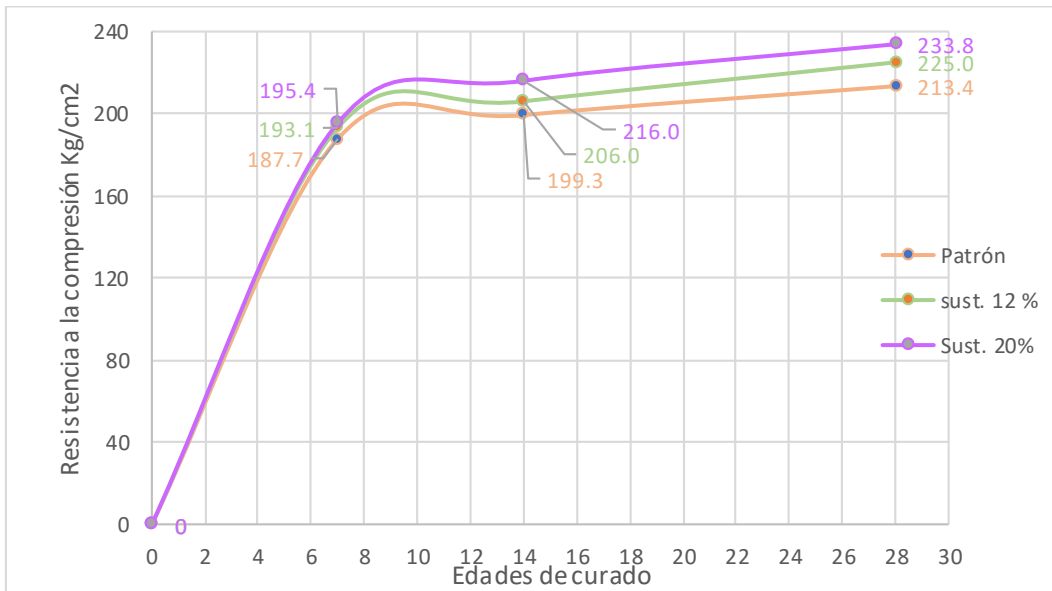


Figura 26: Gráfica de tendencia de las Resistencias a la Compresión promedio a los 7 y 14 y 28 días, comprobando las probetas patrón y los experimentales.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Temperatura de calcinación

La temperatura de calcinación de la cascara de huevo (PCH, resultado ser de 910°C, la cual es cercana a las encontradas en los antecedentes, Saldaña (2017) obtuvo una temperatura de calcinación 910°C y reyes (2018) obtuvo una temperatura de 910°C por lo tanto se puede observar una breve variación respecto al antecedente en la temperatura de calcinación siendo de 10° C de Saldaña.

Para la calcinación de la paja de trigo se determinó la temperatura y esta resultado ser de 750°C, la cual es cercana a las entradas en los antecedentes, Castillejo (2018) que obtuvo una temperatura de 750°C y Silio (2017), Romero (2017) obtuvieron la similar temperatura.

De la investigación se puede confirmar que el uso de paja de trigo de acuerdo a los antecedentes es apropiado, puede ser usado e incluso supera, según los ensayos, lo esperado, al ser usado como componente de los nuevos concretos. En este caso la cáscara de huevo fue obtenidos mediante recolección en domicilios, pero su uso puede ser procesado mediante molido y trituración con herramientas manuales, no habiendo diferencia al ser procesados para obtener concretos nuevos.

El ensayo de Fluorescencia de Rayos X, realizado con el fin de conocer el contenido y porcentaje de óxidos de la muestra de ceniza de paja de trigo, en el cual se obtuvo el de la Tabla 12. Conociendo el contenido de óxidos, se analizaron los datos de interés y favorables a la mezcla para el concreto al tener un porcentaje de Óxido de silicio de forma mayoritaria siendo un 27.007%, lo cual es adecuado en términos de contenido que favorecen a la sustitución. Asimismo, un 5.389% de trióxido de aluminio (Al_2O_3) el cual también es idóneo para la sustitución.

Discusión:

Como elemento que podría ser negativo para el concreto a largo plazo se encuentra el **óxido de potasio** en una cantidad importante (K_2O), con 46.963%. Se puede inferir que, a nivel de Ancash, el contenido de óxido de potasio es elevado tal como lo demostró Jhon (2018) en su investigación el cual obtuvo un 11.58% de Oxido de potasio en su muestra de ceniza de paja de trigo. el cual es un álcali y afectaría la vida útil del concreto, y bajo ciertas condiciones producen expansiones y agrietamientos a la estructura interna.

El producto de la reacción de los álcalis es un gel expansivo, el cual conduce a la fisuración del concreto. El gel que rellena las fisuras presenta distintos colores, ámbar, caramelo, marrón brillante y blanco cuando se carbonata. (Becker, s/f).

Para que ocurra reacción álcali-sílice (RAS), debe cumplirse las siguientes condiciones:

- cantidades significativas de sílice reactiva,
- álcalis disponibles sobre un nivel crítico y
- humedad suficiente de una fuente externa.

La muestra de ceniza de paja de trigo evaluada contiene alto porcentaje de Oxido de potasio 46.963%. Debido a que las plantas en el medio natural absorben fertilizantes como el nitrato para el crecimiento y mejorar la producción del grano, el cual contiene potasio (K₂O) de 60 - 62% el cual es un factor que afecta a la ceniza de paja de trigo. El potasio es un reactivo a largo plazo expansivo la cual absorbe mucha agua y produce agrietamiento puede rajarse o fisurar, porque pierde masa.

El ensayo de Fluorescencia de Rayos X, realizado con el fin de conocer el contenido y porcentaje de óxidos de la muestra de cáscara de huevo molido, en el cual se obtuvo el resultado de la Tabla 10. Conociendo el contenido de óxidos, se analizaron los datos de interés y favorables a la mezcla para el concreto al tener un porcentaje de Óxido de Calcio (CaO) de forma mayoritaria siendo un 97.611%, lo cual es adecuado en términos de contenido que favorecen a la sustitución.

Se hace referencia en la tabla 18, el comparativo entre el contenido de óxidos presentes en tesis anteriores frente a la actual y el cemento Portland.

Discusión:

Como podemos observar Óxido de Calcio (CaO) es de 97.611% que supera al cemento que contiene un entre 61% y 67%, al igual que la investigación de Matías que muestra similar contenido de 61.25% componentes apropiados. Puedo determinar que aportara convenientemente ante la sustitución ya que los demás componentes son de bajo porcentaje, pero favorables porque aportan a las propiedades del cemento.

Al determinar el Potencial Hidrógeno para las muestras de ceniza calcinada a 750° (CPT) al 100%, denominada Muestra Ceniza de paja de trigo (tabla 14); para la muestra de Cáscara de Huevo (PCH) al 100%, denominada Muestra Cáscara de Huevo (tabla 15); para la muestra de Cemento Sol tipo I al 100% denominada Cemento (tabla 16); la combinación de 88% de cemento (Sol Tipo I) y 12% de la combinación (3% CPT + 9% PCH), (tabla 17); la combinación de 80% de cemento (Sol Tipo I) y 20% de la combinación (5% PCH + 15% CHE), (tabla 18).

Lo que indica que las muestras son altamente alcalinas, inicialmente la CPT al tener un pH de 10.90, de la ceniza sola y el PCH al tener un pH de 12.23, de la Cáscara de huevo sola; pero el pH de las mezclas es similar siendo de 12.30 y 12.40 al 12% y 20% respectivamente. De acuerdo a la información de la tabla 13, el pH de Cemento es 12, se concluye que se tiene un pH similar y adecuado para ser trabajados en la investigación, debido a que no alterara el proceso de hidratación.

La relación (a/c) es definida a partir de la relación, incluido el contenido neto del agua y el contenido de cemento en peso del concreto fresco, este concepto fue desarrollado por Duff A. Abrams en 1918 (Cono de Abrams). La finalidad de determinar la Relación Agua-Cemento es optimizar los agregados para obtener un buen desempeño en la mezcla, de modo general para todo diseño de mezcla. Si no se realiza como debe ser, se altera la relación de agua-cemento, lo que puede tener dos repercusiones importantes a nivel de calidad del concreto: pérdida de resistencia y pérdida de durabilidad. Para esta relación agua-cemento de la muestra, de acuerdo a los parámetros establecidos por el ACI, una relación agua-cemento no elevada, como es el caso $a/c = 0.54$, es mediana la porosidad y mayor la durabilidad.

El peso específico es la conexión entre el peso de la sustancia y el volumen.

Al realizar las roturas de las muestras patrón y experimental de las probetas, podemos determinar su validez, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, nos dice sobre el concreto, que las muestras son aceptables si cumplen la condición de que el La media aritmética de tres pruebas de resistencia consecutivas es igual o mayor que $f'c$., para este caso $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y además cumplir con los cálculos de las pruebas, individual, de resistencia, sea inferior en más de 3.5 MPa para $f'c = 35 \text{ MPa}$ o inferior, o en más de 0.1 $f'c$ en caso sea mayor a 35 MPa. Siguiendo estos parámetros de realizaron

las roturas. Se encontró que las resistencias promedias superan las resistencias esperadas en probetas patrones y experimentales, lo que sugiere que la dosificación establecida es adecuada, es recomendable continuar investigaciones con dicha proporción.

Las resistencias a la compresión resultantes de este trabajo investigativo reportan semejanzas con otros autores en distintos contextos, por lo cual se puede decir que sí es posible implementar las prácticas de elaboración y producción de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con ceniza de paja de trigo y Cáscara de huevo, tanto en el ámbito local y regional, y posiblemente a nivel mundial, siempre y cuando se establezca rigurosamente los análisis de las características de los materiales empleados. Nótese que la tendencia de aumento de las resistencias es proporcional a las edades de 7, y 14 y 28 días (Figura 26)

V. Conclusiones

Las Conclusiones a las que se llegó, fueron las siguientes:

- ✓ Llevando a la calcinación la paja de trigo a una temperatura de 750°C por 2 horas y la cascara de huevo a temperatura de 910°C por 3 horas las cuales han sido pulverizadas ambos materiales por un marquen 0.0075 llegando a obtener la calcinación de la paja de trigo oxido de sílice 27.007% y cascara de huevo oxido de calcio (97.61%), teniendo esos porcentajes la activación se le concede cementantes.
- ✓ La alcalinidad mediante la prueba de pH para determinar la combinación de las muestras de polvo de ceniza de paja de trigo (CPT), y ceniza de cascara de huevo (PCH) y cemento dieron resultado: 10.9, 12.23 y 12 respectivamente apreciando el valor de alcalinidad en elevado de porcentaje más relevante de 12.40 lo cual indica que tiene una gran medida que apoya al concreto ya que al mezclar con el agua logra una gran rapidez de absorción, lo que beneficia un óptimo endurecimiento del cemento , de esta manera hidrata y endurece al concreto brindando una resistencia a edades mayores.
- ✓ La relación agua/cemento (A/C) del concreto patrón 0.68 del concreto experimental de 12% es de 0.71, y experimental 20% es de 0.77, debido a las presencias de las cenizas, combinadas con el cemento representa otro peso específico, lo cual no afecta directamente a la relación agua/ cemento, mientras si afecta en la absorción a comparación del cemento portland tradicional por consecuencia presenta unas diferencias de resistencia y trabajabilidad.
- ✓ De los ensayos sometidos a compresión obtuvieron una resistencia a las edades correspondiente a los 7, 14 y 28 días dando resultado con un ligero aumento a la resistencia de probetas experimentales sustituyendo al cemento la combinación de 12% obtuvo una resistencia 225.0 Kg/cm², y la combinación de 20% obtuvo 233.8 Kg/cm².

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Al activar los elementos de paja de trigo y cascara de huevo tener mucho cuidado en no contaminar los especímenes para de esta manera no alterar su resistencia porque sería perjudicial para los resultados que deseamos obtener.
- ✓ Recomendar el uso de la ceniza de paja de trigo y cascara de huevo en porcentajes indicados en la siguiente investigación 12% y 20% que fue de la siguiente manera (3% CPT + 95 PCH) y (5% CPT + 15% PCH) muy aceptables por sus resultados.
- ✓ Se puede utilizar en edificación de estructura por el hecho de sus componentes semejante al cemento y a su vez cuentan con un pH alcalina de esta forma se logra mezcla más aglomerante.
- ✓ Para comprobar que al sustituir ambos materiales se lograría mayores resistencias se sugiere estimar la sustitución a edades mayores de 28 días para determinar en cuanto se aproxima la resistencia del concreto experimental respecto al patrón.

VII. AGRADECIMIENTO

A dios por guiarnos y ampararnos a lo largo del camino, por brindarnos fuerzas, sabiduría y salud y comprensión para alcanzar nuestras metas.

A nuestras familias, amigos y conocidos quienes de manera constante fueron una motivación que permitió perseverar con nuestras responsabilidades como estudiantes de nivel superior.

A mi asesor Ing. Urrutia Vargas Segundo, guía principal del presente trabajo de investigación compartiendo de forma idónea sus conocimientos y experiencias.

VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Ríos (2017). “Evaluación de la resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de Cáscara de huevo”. Recuperado de:
http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/1508/Tesis_52741.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Navia, Quiceno, Montes & Soto (2013). “Concreto con adición de Cáscara de huevo”. Recuperado de:
<https://prezi.com/j-tbc4ddx1ms/concreto-con-adicion-de-Cáscara-de-huevo/>
- Reibán (2017). “Evaluación experimental de las características mecánicas de matrices cementicias con adición de Cáscara de huevo pulverizado deshidratado y sus aplicaciones en la arquitectura”. Recuperado de:
<http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/20.500.11962/20988/1/Reib%c3%a1n%20Ojeda%2c%20Dayanna%20Ver%c3%b3nica..pdf>
- Lencinas, Fredd; Incahuanaco & Becker (2017), en su investigación “Evaluación de mezclas de concreto con adiciones de ceniza de paja de trigo como sustituto en porcentaje del cemento Portland Puzolánico IP en la zona Altiplánica”. Recuperado: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3973>
- silio V. (2017) en la investigación “Resistencia de adoquines de concreto sustituyendo agregado grueso natural por 70% de agregado grueso reciclado y cemento por 10% de ceniza de paja de trigo”. Recuperado:
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/1461>
- Castillejo J. (2018). “Sustitución de 4% de cemento por la combinación de arcilla y cenizas de paja de trigo para un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ” recuperado:
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5438>
- Reyes M. (2018) “Resistencia a compresión de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir al cemento en 4%, 6% y 8% por cascara de huevo” recuperado:
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/11387>

Abanto, F. (2003). "Tecnología del Concreto". Ed. Perú: San Marcos. (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción, 2006).

Lezama, J. (1996). "Tecnología del Concreto". UNC, Facultad de Ingeniería. Cajamarca -Perú.

Gabalec M. (2008). "Tiempo de fraguado del hormigón" recuperado de:

<https://es.scribd.com/document/107103750/Tesis2008-Anabela-Gabalec-Tiempo-de-Fraguado-Del-Hormigon>.

Harmsen, TE. 2005. "Diseño de estructuras de concreto armado. Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú". 4ta. Edición. Lima.

Neville, (1999). "Tecnología del Concreto",

Céspedes, (2003), "Resistencia a la compresión del concreto a partir de la Velocidad de pulsos de Ultrasonido".

Norma E0.60: <https://es.scribd.com/doc/210271675/Norma-e-060-Concreto-Armado>

El ICG (2013):

ftp://ceres.udc.es/ITS_Caminos/2_Ciclo/Ingenieria_Sanitaria_Ambiental/isa%20-%20TEMA%2011-PARTE%201-CALIDAD%20DEL%20AGUA-INTRODUCCION-2012-2013.

Norma Técnica Peruana 400.021. AGREGADOS. "Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso" 2013. Lima.

Norma Técnica Peruana 400.022. AGREGADOS. "Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino". 2013. Lima, P.

Norma Técnica Peruana 400.041. AGREGADOS: "índice de espesor del agregado grueso". 2011. Lima.

Soto, Argumedo, (2014). "Caracterización fisicoquímica de la Cáscara de huevo".

Recuperado de:

<https://prezi.com/jtccm-mpwyeyo/caracterizacion-fisicoquimica-de-la-Cáscara-de-huevo/>

Sistema Integrado de Estadística Agraria (2017), “Producción de huevo de gallina para consumo humano en el Perú”. Recuperado de:

http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/produccioncomercializacion-avicola-dic_310118.pdf

Rivva, (2007). “Tecnología del Concreto. Diseño de mezclas”. Ediciones Universidad Nacional de Ingeniería. Segunda Edición. Recuperado de:

<https://es.slideshare.net/FredrafuEnrifer/disenodemezclasenriquerivvalopez>

IX. ANEXOS Y APÉNDICES

ANEXOS 01: CUADROS DE SELECCIÓN

Selección de asentamiento

| CONSISTENCIA | ASENTAMIENTO |
|--------------|--------------|
| Seca | 0" a 2" |
| Plástica | 3" a 4" |
| Fluida | ≥ 5" |

Fuente: Abanto (2010) tecnología de concreto. Lima: san marcos

Selección del volumen unitario de agua

| Agua en l/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada. | | | | | | | | |
|--|------|------|------|-----|--------|-----|-----|-------|
| Asentamiento | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2" | 3" | 6" |
| Concreto sin aire incorporado | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 207 | 199 | 190 | 179 | 166 | 154 | 130 | 113 |
| 3" a 4" | 228 | 216 | 205 | 193 | 181 | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7" | 243 | 228 | 216 | 202 | 190 | 178 | 160 | ----- |
| Concreto con aire incorporado | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 181 | 175 | 168 | 160 | 150 | 142 | 122 | 107 |
| 3" a 4" | 202 | 193 | 184 | 175 | 165 | 157 | 133 | 119 |
| 6" a 7" | 216 | 205 | 197 | 184 | 174 | 166 | 154 | ----- |

Fuente: Torre (2004) curso básico de tecnología para Ingenieros Civiles. Lima

Contenido de aire

| Tamaño Máximo Nominal del Agregado grueso. | Aire atrapado |
|--|---------------|
| 3/8 " | 3.0 % |
| 1/2 " | 2.5 % |
| 3/4 " | 2.0 % |
| 1 " | 1.5 % |
| 1 1/2 " | 1.0 % |
| 2 " | 0.5 % |
| 3 " | 0.3 % |
| 4 " | 0.2 % |

Fuente: Torre (2004) curso básico de tecnología para Ingenieros Civiles. Lima

Selección relación agua – cemento

| f'c (Kg/cm ²) | Relación agua/cemento en peso | |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | Concretos sin aire incorporado | Concretos con aire incorporado |
| 150 | 0.80 | 0.71 |
| 200 | 0.70 | 0.61 |
| 250 | 0.62 | 0.53 |
| 300 | 0.55 | 0.46 |
| 350 | 0.48 | 0.40 |
| 400 | 0.43 | |
| 450 | 0.38 | |

Fuente: Torre (2004) curso basico de tecnologia para Ingenieros Civiles. Lima

Contenido del agregado grueso

| TMN A.G. | Módulo de Fineza del Agregado Fino | | | | |
|----------|------------------------------------|------|------|------|------|
| | 2.40 | 2.60 | 2.80 | 3.00 | 3.2 |
| 3/8" | 0.50 | 0.48 | 0.46 | 0.44 | 0.42 |
| 1/2" | 0.59 | 0.57 | 0.55 | 0.53 | 0.51 |
| 3/4" | 0.66 | 0.64 | 0.62 | 0.60 | 0.58 |
| 1" | 0.71 | 0.69 | 0.67 | 0.65 | 0.63 |
| 1 1/2" | 0.76 | 0.74 | 0.72 | 0.70 | 0.68 |
| 2" | 0.78 | 0.76 | 0.74 | 0.72 | 0.7 |
| 3" | 0.81 | 0.79 | 0.77 | 0.75 | 0.73 |
| 6" | 0.87 | 0.85 | 0.83 | 0.81 | 0.79 |

Fuente: Torre (2004) curso basico de tecnologia para Ingenieros Civiles. Lima

Anexos 2: análisis térmico diferencial



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 11 de febrero del 2020

INFORME N° 46 - FEB 20

Solicitante: Milagros Rosales Flores - Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Cáscara de huevo (1 gr)

| N° de Muestras | Código de Muestra | Cantidad de muestra ensayada | Procedencia |
|----------------|-------------------|------------------------------|-------------|
| 1 | CH 46F | 32 mg | |

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 1000 °C.
- Masa de muestra analizada: 32 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

Tel.: 44-2035106949790880 danchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria / Trujillo



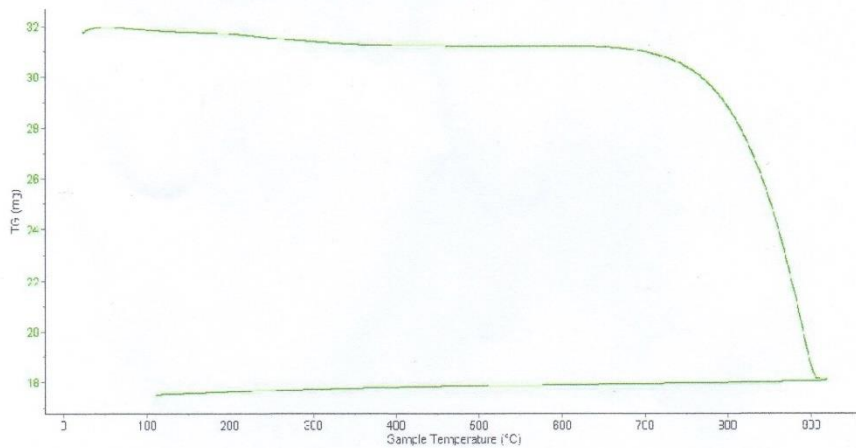


Trujillo, 11 de febrero del 2020

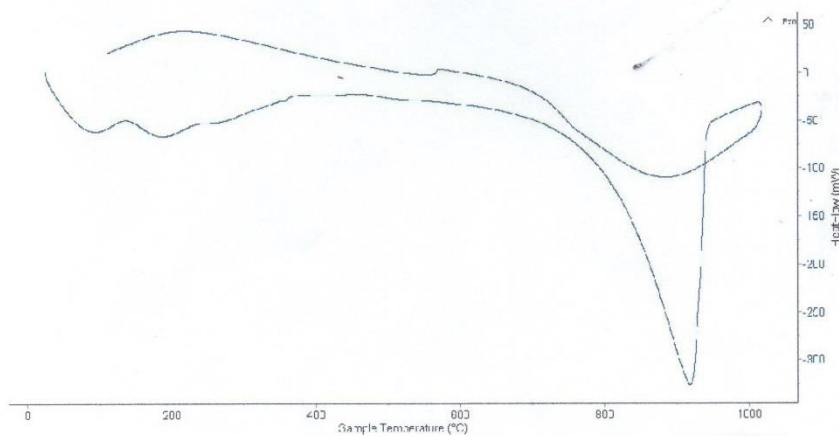
INFORME N° 46 - FEB 20

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



Tel.: 44-203510/949790880 damchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú






Trujillo, 11 de febrero del 2020

INFORME N° 46 - FEB 20

5. CONCLUSION:

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

Trujillo, 11 de febrero del 2020


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



Trujillo, 11 de febrero del 2020

INFORME N° 47 - FEB-20

Solicitante: Milagros Rosales Flores – Universidad San Pedro
RUC/DNI:
Supervisor:

1. MUESTRA: Ceniza Paja de trigo (1.0 gr)

| N° de Muestras | Código de Muestra | Cantidad de muestra ensayada | Procedencia |
|----------------|-------------------|------------------------------|-------------|
| 1 | CPT-47F | 12 mg | |

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 12 mg.

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa
Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa

Tel.: 44-208510/949790880 danchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria / Trujillo - Per.



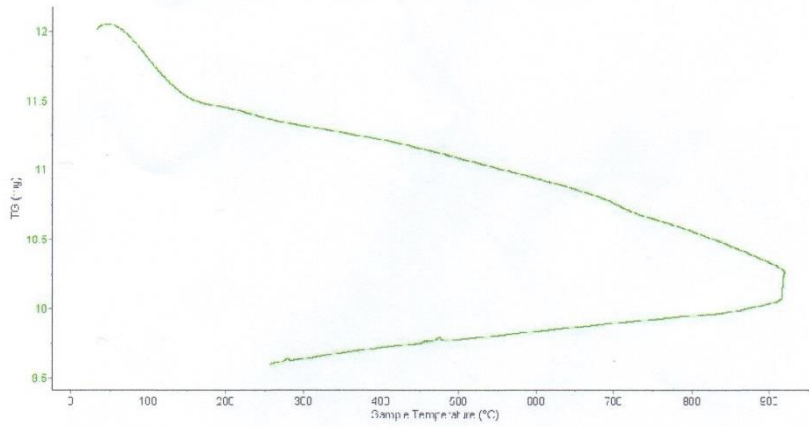


Trujillo, 11 de febrero del 2020

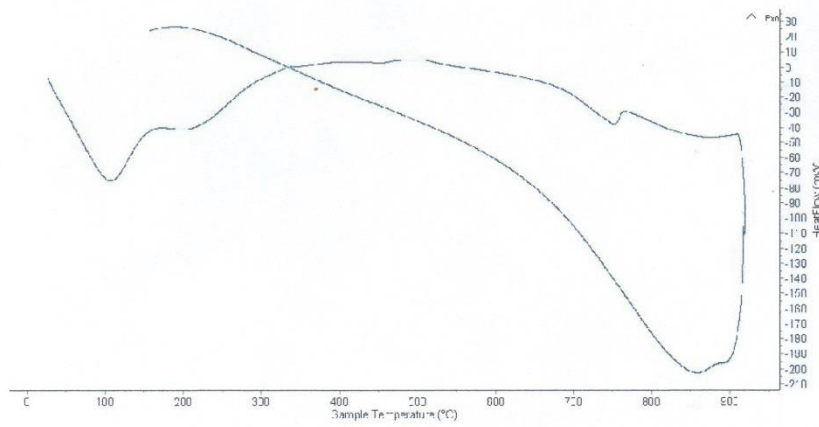
INFORME N° 47 - FEB-20

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



Tel.: 44-208510/949790880 damechavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo.





Trujillo, 11 de febrero del 2020

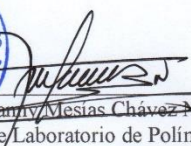
INFORME N° 47 - FEB-20

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis termogravimétrico se muestra una importante pérdida del material conforme se aumenta la temperatura, la evidencia se da en el rango entre 80 y 120°C y después el material pierde masa muy lentamente hasta completar la temperatura del ensayo. Se identifica una pérdida total de aproximadamente 15% de la masa inicial cuando se alcanza la máxima temperatura del ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar un pico de absorción térmica a 110°C, y un pico ligero a 750°C, indicando algún posible cambio estructural y de las características en el material.

Trujillo, 11 de febrero del 2020




Ing. Damir Mesias Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

Anexo 3: análisis de composición química



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS
LABICER (Laboratorio N° 12)
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME TÉCNICO N° 0335 – 20 – LABICER

1. DATOS DEL SOLICITANTE
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : MILAGROS MAGALY ROSALES FLORES
 - 1.2 D.N.I. : 72654031
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 25 / 02 / 2020
 - 2.2 FECHA DE EMISIÓN : 28 / 02 / 2020
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO
 - 4.2 TESIS : "Resistencia a la compresión de un concreto F' C=210Kg/cm² sustituyendo al cemento por la combinación de la ceniza de paja de trigo y cáscara de huevo"
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 25.0°C; Humedad relativa: 56%
7. EQUIPO UTILIZADO : ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE ENERGÍA DISPERSIVA. SHIMADZU, EDX 800HS.
8. RESULTADOS
 - 8.1 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL

| COMPOSICIÓN QUÍMICA | RESULTADOS, % | MÉTODO DE REFERENCIA |
|---------------------|---------------|---|
| Calcio, Ca | 99.024 | Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽¹⁾ |
| Estroncio, Sr | 0.574 | |
| Potasio, K | 0.353 | |
| Cobre, Cu | 0.049 | |

⁽¹⁾ Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X.

8.2 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO EN ÓXIDOS

| COMPOSICIÓN QUÍMICA | RESULTADOS, % | MÉTODO DE REFERENCIA |
|------------------------------------|---------------|---|
| Óxido de calcio, CaO | 97.611 | Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽¹⁾ |
| Óxido de estroncio, SrO | 1.896 | |
| Óxido de potasio, K ₂ O | 0.463 | |
| Óxido de cobre, CuO | 0.03 | |

⁽¹⁾ Balance de resultados de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X.

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.

PHF
Bach. Nadia Rodríguez
Analista
LABICER –UNI

Otilia Acha
Otilia Acha de la Cruz
Responsable de Análisis
Jefa de Laboratorio
CQP 202

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

ANEXO



FIGURA N°1. Muestra de ceniza de cáscara de huevo



FIGURA N°2. Espectrómetro de fluorescencia de Rayos X de energía dispersiva





INFORME TÉCNICO N° 0333 – 20 – LABICER

1. DATOS DEL SOLICITANTE
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : MILAGROS MAGALY ROSALES FLORES
 - 1.2 D.N.I. : 72654031
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 25 / 02 / 2020
 - 2.2 FECHA DE EMISIÓN : 28 / 02 / 2020
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CENIZAS DE LA PAJA DE TRIGO
 - 4.2 TESIS : "Resistencia a la compresión de un concreto F' C=210Kg/cm² sustituyendo al cemento por la combinación de la ceniza de paja de trigo y cáscara de huevo"
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 25.0°C; Humedad relativa: 56%
7. EQUIPO UTILIZADO : ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE ENERGÍA DISPERSIVA. SHIMADZU, EDX 800HS.
8. RESULTADOS
 - 8.1 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL

| COMPOSICIÓN QUÍMICA | RESULTADOS, % | MÉTODO DE REFERENCIA |
|---------------------|---------------|---|
| Silicio, Si | 36.095 | Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽¹⁾ |
| Potasio, K | 26.468 | |
| Hierro, Fe | 10.456 | |
| Cloro, Cl | 8.839 | |
| Calcio, Ca | 6.941 | |
| Aluminio, Al | 3.564 | |
| Magnesio, Mg | 2.935 | |
| Azufre, S | 2.241 | |
| Fósforo, P | 1.480 | |
| Manganeso, Mn | 0.615 | |
| Titanio, Ti | 0.144 | |
| Estroncio, Sr | 0.078 | |
| Zinc, Zn | 0.059 | |
| Bromo, Br | 0.043 | |
| Cobre, Cu | 0.042 | |



⁽¹⁾ Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X.

8.2 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO EN ÓXIDOS

| COMPOSICIÓN QUÍMICA | RESULTADOS, % | MÉTODO DE REFERENCIA |
|---|---------------|---|
| Óxido de potasio, K ₂ O | 46.963 | Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽¹⁾ |
| Óxido de silicio, SiO ₂ | 27.007 | |
| Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃ | 10.052 | |
| Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃ | 5.389 | |
| Óxido de magnesio, MgO | 4.576 | |
| Óxido de calcio, CaO | 3.522 | |
| Óxido de fósforo, P ₂ O ₅ | 1.487 | |
| Óxido de manganeso, MnO | 0.510 | |
| Óxido de azufre, SO ₃ | 0.176 | |
| Cloro, Cl | 0.143 | |
| Óxido de titanio, TiO ₂ | 0.096 | |
| Óxido de estroncio, SrO | 0.033 | |
| Óxido de zinc, ZnO | 0.019 | |
| Bromo, Br | 0.014 | |
| Óxido de cobre, CuO | 0.013 | |

⁽¹⁾ Balance de resultados de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X.

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.

N.R.
Bach. Nadia Rodríguez
Analista
LABICER -UNI


Otilia Acha
Otilia Acha de la Cruz
Responsable de Análisis
Jefa de Laboratorio
CQP 202

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

ANEXO



FIGURA N°1. Muestra de ceniza de paja de trigo

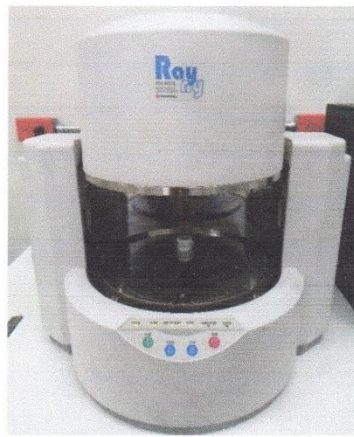


FIGURA N°2. Espectrómetro de fluorescencia de Rayos X de energía dispersiva





**UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO**
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
Av. - Teléfono (043) 640020 anexo
HUARAZ - ANCASH - PERÚ



"Año de la Universalización de la Salud"

Sra.: **Rosales Flores Milagros Magaly**

Procedencia : Correspondiente a la tesis: **"Resistencia a la compresión en concreto Fc-210Kg/cm². Sustituyendo al cemento por la combinación de la ceniza de paja de trigo y cáscara de huevo"**

Reporte de laboratorio

| N° Muestra | Descripción | pH |
|------------|-------------|-------|
| 1 | Cemento | 12.00 |

Fecha : Huaraz,04-03,2020


Marciano Dextre Jamanca
Técnico Laboratorio


VERÓNICA CLAUDIA BRICEÑO LUNA
QUÍMICA
CQP. 1310





"Año de la Universalización de la Salud"


Sra.: **Rosales Flores Milagros Magaly**

Procedencia : Correspondiente a la tesis: **"Resistencia a la compresión en concreto Fc-210Kg/cm² Sustituyendo al cemento por la combinación de la ceniza de paja de trigo y cáscara de huevo"**

Reporte de laboratorio

| N° Muestra | Descripción | pH |
|------------|----------------------------|-------|
| 3 | Ceniza de cáscara de huevo | 12.23 |

Fecha : Huaraz,04-03,2020


Marciano Dextre Jamanca
Técnico Laboratorio


VERÓNICA CLAUDIA BRICENO LUNA
QUÍMICA
CQP. 1310



"Año de la Universalización de la Salud"

Sra.: **Rosales Flores Milagros Magaly**

Procedencia : Correspondiente a la tesis: **"Resistencia a la compresión en concreto Fc-210Kg/cm². Sustituyendo al cemento por la combinación de la ceniza de paja de trigo y cáscara de huevo"**

Reporte de laboratorio

| N° Muestra | Descripción | pH |
|------------|-------------------------|-------|
| 2 | Ceniza de paja de trigo | 10.90 |

Fecha : Huaraz,04-03,2020


Marciano Dextre Jamanca
Técnico Laboratorio


VERÓNICA CLAUDIA BRICEÑO LUNA
QUÍMICA
CQP. 1310





"Año de la Universalización de la Salud"

Sra.: **Rosales Flores Milagros Magaly**

Procedencia : Correspondiente a la tesis: **"Resistencia a la compresión en concreto Fc-210Kg/cm² Sustituyendo al cemento por la combinación de la ceniza de paja de trigo y cáscara de huevo"**

Reporte de laboratorio

| N° Muestra | Descripción | pH |
|------------|--|-------|
| 3 | Cemento + ceniza de paja de trigo(3%) +ceniza de cáscara de huevo (5%) | 12.30 |
| | Cemento + ceniza de paja de trigo(3%) +ceniza de cáscara de huevo (5%) | 12.40 |

Fecha : Huaraz,04-03,2020


Marciano Dextre Jamanca
Técnico Laboratorio


VERÓNICA CLAUDIA BRICEÑO LUNA
QUÍMICA
CQP. 1310

Anexo 5: ensayos de laboratorio



ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

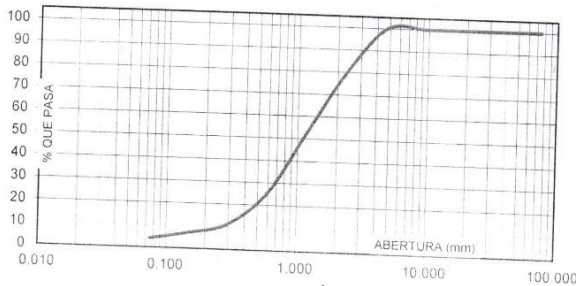
SOLICITA : **Bach. Rosales Flores, Milagros**
 TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto F'C= 210 Kg/Cm2 Sustituyendo al Cemento por la Combinacion de la Ceniza de Paja de Trigo y Cascara de Huevo"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 29/01/2020 CANTERA : TACLLAN MATERIAL : AGREGADO FINO

| | |
|-------------------------|---------|
| PESO SECO INICIAL | 2788 |
| PESO SECO LAVADO | 2674.00 |
| PESO PERDIDO POR LAVADO | 114.00 |

| TAMIZ | ABERT. (mm.) | PESO RETEN. (gr) | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
|--------|--------------|------------------|--------------------|----------------------|------------|
| No 3" | 75,000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 2 1/2" | 63,000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 2" | 50,000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1 1/2" | 38,100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1" | 25,000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/4" | 19,000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1/2" | 12,500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/8" | 9,500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| N° 4 | 4,750 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| N° 8 | 2,360 | 556.00 | 19.94 | 19.94 | 80.06 |
| N° 16 | 1,180 | 765.00 | 27.44 | 47.38 | 52.62 |
| N° 30 | 0,600 | 753.00 | 27.01 | 74.39 | 25.61 |
| N° 50 | 0,300 | 400.00 | 14.35 | 88.74 | 11.26 |
| N° 100 | 0,150 | 118.00 | 4.23 | 92.97 | 7.03 |
| N° 200 | 0,075 | 82.00 | 2.94 | 95.91 | 4.09 |
| PLATO | | 114.00 | 4.09 | 100.00 | 0.00 |
| TOTAL | | 2788.00 | 100.00 | | |

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : # 8
 MODULO DE FINEZA : 3.2
 HUMEDAD : 3.70%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y
 ENSAYOS 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. Pacífico 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

ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

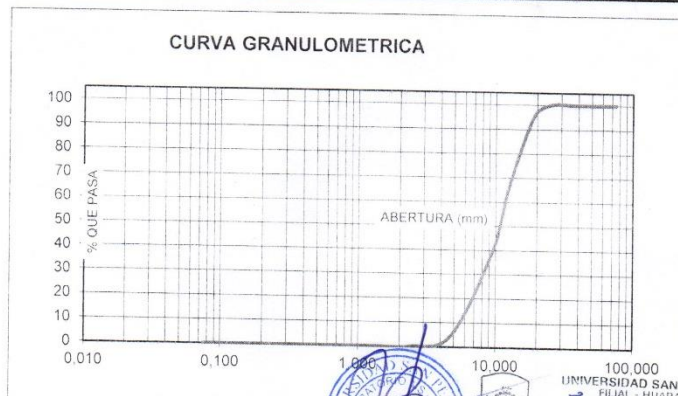
SOLICITA : **Bach. Rosales Flores, Milagros**
 TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto F'c= 210 Kg/Cm2 Sustituyendo al Cemento por la Combinacion de la Ceniza de Paja de Trigo y Cascara de Huevo"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 29/01/2020 CANTERA : TACLLAN MATERIAL : AGREGADO GRUESO

| | |
|-------------------------|---------|
| PESO SECO INICIAL | 9107 |
| PESO SECO LAVADO | 9107.00 |
| 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 | 430.00 | 4.72 | 4.72 | 95.28 |
| 1/2" | 12,500 | 2652.00 | 29.12 | 33.84 | 66.16 |
| 3/8" | 9,500 | 2435.00 | 26.74 | 60.58 | 39.42 |
| N° 4 | 4,750 | 3170.00 | 34.81 | 95.39 | 4.61 |
| N° 8 | 2,360 | 420.00 | 4.61 | 100.00 | 0.00 |
| N° 16 | 1,180 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 |
| N° 30 | 0,600 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 |
| N° 50 | 0,300 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 |
| N° 100 | 0,150 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 |
| N° 200 | 0,075 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 |
| PLATO | | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 |
| TOTAL | | 9107.00 | 100.00 | | |

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"

HUMEDAD : 0.72%



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

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | | | | |
|---|-----|--|-------|------------------------|--|
| TESIS | | : "Resistencia a la Compresion de un Concreto F'C= 210 Kg/Cm2 Sustituyendo al Cemento por la Combinacion de la Ceniza de Paja de Trigo y Cascara de Huevo" | | | |
| SOLICITA | | : Bach. Rosales Flores, Milagros | | | |
| DISTRITO | | : HUARAZ | | HECHO EN : USP -HUARAZ | |
| PROVINCIA | | : HUARAZ | | FECHA 29/01/2020 | |
| PROG (KM.) | | : | | ASESOR | |
| DATOS DE LA MUESTRA | | | | | |
| CALICATA | | : | | | |
| MUESTRA | | : AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO | | | |
| PROF. (m) | | : | | | |
| AGREGADO GRUESO | | | | | |
| N° TARRO | | 11 | 14 | | |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | (g) | 1127,6 | 915,8 | | |
| PESO TARRO + SUELO SECO | (g) | 1120,9 | 910,2 | | |
| PESO DE AGUA | (g) | 6,70 | 5,60 | | |
| PESO DEL TARRO | (g) | 163,80 | 163,5 | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | 957,10 | 746,7 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 0,70 | 0,7 | | |
| HUMEDAD PROMEDIO | (%) | | | 0,72 | |
| AGEGRADO FINO | | | | | |
| N° TARRO | | 42 | 44 | | |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | (g) | 784,7 | 899,2 | | |
| PESO TARRO + SUELO SECO | (g) | 761,1 | 875,1 | | |
| PESO DE AGUA | (g) | 23,60 | 24,10 | | |
| PESO DEL TARRO | (g) | 168,00 | 166,3 | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | 593,10 | 708,8 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 3,98 | 3,4 | | |
| HUMEDAD PROMEDIO | (%) | | | 3,7 | |



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA : **Bach. Rosales Flores, Milagros**
 TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto F'c= 210 Kg/Cm2 Sustituyendo al
 Cemento por la Combinacion de la Ceniza de Paja de Trigo y Cascara de Huevo"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : TACLLAN
 MATERIAL : AGREGADO FINO
 FECHA : 29/01/2020

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

| | | |
|-------|--|--|
| 300,0 | | |
| 663,5 | | |
| 963,5 | | |
| 849,9 | | |
| 113,6 | | |
| 296,3 | | |
| 109,9 | | |
| 1,25 | | |
| 1,25 | | |

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

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

PROMEDIO

| | | |
|------|--|--|
| 2,61 | | |
| 2,64 | | |
| 2,70 | | |

PROMEDIO

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

| |
|------|
| 2,61 |
| 2,64 |
| 2,70 |



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ESTRUCTURAS
 Ing. Lizebe Maza Ambrosio
 CIF: 116544
 JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : **Bach. Rosales Flores, Milagros**
 TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto F'c= 210 Kg/Cm2 Sustituyendo al
 Cemento por la Combinacion de la Ceniza de Paja de Trigo y Cascara de Huevo"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : TACLLAN
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO
 FECHA : 29/01/2020

| | | | | |
|--|--|-------|-------|-------|
| A | : Peso de material saturado superficialmente seco (aire) | 965,5 | 968,0 | 966,3 |
| B | : Peso de material saturado superficialmente seco (agua) | 606,1 | 607,2 | 604,5 |
| C = A - B | : Volumen de masa + volumen de vacios | 359,4 | 360,8 | 361,8 |
| D | : Peso de material seco en el horno | 956,7 | 960,1 | 958,6 |
| E = C - (A - D) | : Volumen de masa | 350,6 | 352,9 | 354,1 |
| ABSORCION (%) : $((A-D/D) \times 100)$ | | 0,92 | 0,82 | 0,80 |
| ABS. PROM. (%) : | | 0,85 | | |

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

| PROMEDIO | | |
|----------|------|------|
| 2,66 | 2,66 | 2,65 |
| 2,69 | 2,68 | 2,67 |
| 2,73 | 2,72 | 2,71 |

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

PROMEDIO

| |
|------|
| 2,66 |
| 2,68 |
| 2,72 |



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

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Rosales Flores, Milagros

TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto F'c= 210 Kg/Cm2 Sustituyendo al Cemento por la Combinacion de la Ceniza de Paja de Trigo y Cascara de Huevo"

LUGAR : HUARAZ

CANTERA : TACLLAN

MATERIAL : AGREGADO FINO

FECHA : 29/01/2020

PESO UNITARIO SUELTO

| Ensayo N° | 0 1 | 0 2 | 0 3 |
|----------------------------|------------|------|------|
| Peso de molde + muestra | 7765 | 7755 | 7750 |
| Peso de molde | 3420 | 3420 | 3420 |
| Peso de muestra | 4345 | 4335 | 4330 |
| Volumen de molde | 2776 | 2776 | 2776 |
| Peso unitario | 1565 | 1562 | 1560 |
| Peso unitario prom. | 1562 Kg/m3 | | |

PESO UNITARIO COMPACTADO

| Ensayo N° | 0 1 | 0 2 | 0 3 |
|----------------------------|------------|------|------|
| Peso de molde + muestra | 8050 | 8065 | 8070 |
| Peso de molde | 3420 | 3420 | 3420 |
| Peso de muestra | 4630 | 4645 | 4650 |
| Volumen de molde | 2776 | 2776 | 2776 |
| Peso unitario | 1668 | 1673 | 1675 |
| Peso unitario prom. | 1672 Kg/m3 | | |



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : **Bach. Rosales Flores, Milagros**
 TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto F'C= 210 Kg/Cm2 Sustituyendo al Cemento por la Combinacion de la Ceniza de Paja de Trigo y Cascara de Huevo"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : TACLLAN
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO
 FECHA : 29/01/2020

PESO UNITARIO SUELTO

| Ensayo N° | 0 1 | 0 2 | 0 3 |
|----------------------------|-------------------|-------|-------|
| Peso de molde + muestra | 27205 | 27215 | 27225 |
| Peso de molde | 7380 | 7380 | 7380 |
| Peso de muestra | 19825 | 19835 | 19845 |
| Volumen de molde | 13724 | 13724 | 13724 |
| Peso unitario | 1445 | 1445 | 1446 |
| Peso unitario prom. | 1445 Kg/m3 | | |

PESO UNITARIO COMPACTADO

| Ensayo N° | 0 1 | 0 2 | 0 3 |
|----------------------------|-------------------|-------|-------|
| Peso de molde + muestra | 28670 | 28680 | 28690 |
| Peso de molde | 7380 | 7380 | 7380 |
| Peso de muestra | 21290 | 21300 | 21310 |
| Volumen de molde | 13724 | 13724 | 13724 |
| Peso unitario | 1551 | 1552 | 1553 |
| Peso unitario prom. | 1552 Kg/m3 | | |



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS E
 ENSAYOS EXPERIMENTALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

DISEÑO DE MEZCLA

(PATRON)

SOLICITA : BACH. ROSALES FLORES, MILAGROS
TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA COMBINACION DE LA CENIZA DE PAJA DE TRIGO Y CASCARA DE HUEVO"
LUGAR : HUARAZ – PROVINCIA HUARAZ – ANCASH
FECHA : 29/01/2020

ESPECIFICACIONES

| | |
|--|------------------------|
| Resistencia a la compresión a los 28 Días Será | 210 Kg/cm ² |
| Consistencia | Plástica |
| Factor de seguridad | No |

MATERIALES

| | |
|--|-------------------------|
| Cemento | |
| Sol Tipo I | |
| Peso Especifico del Cemento | 3.15 gr/cm ³ |
| Agua | Potable |
| Agregado Fino - Cantera: Tacllan - Huaraz | |
| Peso específico de Masa | 2.64 gr/cm ³ |
| Absorción | 1.25 % |
| Contenido de Humedad | 3.70 % |
| Peso unitario suelto seco | 1562 kg/m ³ |
| Peso unitario compactado seco | 1672 kg/m ³ |
| Módulo de Fineza | 3.2 |
| Agregado Grueso - Cantera: Tacllan - Huaraz | |
| Tamaño máximo Nominal | 3/4" |
| Peso específico de Masa | 2.68 gr/cm ³ |
| Absorción | 0.85 % |
| Contenido de Humedad | 0.72 % |
| Peso unitario suelto seco | 1445 kg/m ³ |
| Peso unitario compactado seco | 1552 kg/m ³ |

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 l/m³**

RELACIÓN A/C POR RESISTENCIA

Para una resistencia promedio correspondiente a 210 kg/cm² 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 Maiza 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/m³**

CALCULO DEL PESO DEL AGREGADO GRUESO

Interpolando Tenemos el Contenido de Agregado Grueso **0.58**
Entonces el Peso del A.G. es igual a 0.58 por el Peso seco compactado del A.G. = **900.16 Kg**

CALCULO DEL PESO DEL AGREGADO FINO

Suma de volúmenes conocidos es igual a 0.6638 m³, el Volumen del Agregado Fino es 1 - 0.6560 = 0.3440 m³, Peso Seco del Agr. Fino es 0.3440 x 2640 = **908.09 Kg**

VOLÚMENES ABSOLUTOS EN M3

| | |
|--------------------|-------------|
| Cemento----- | 0.0951 m3 |
| Agua----- | 0.2050 m3 |
| Agr. Grueso----- | 0.3359 m3 |
| Agr. Fino----- | 0.3440 m3 |
| Aire----- | 0.0200 |
| Total ----- | 1 m3 |

PESOS SECOS

| | |
|------------------|--------------|
| Cemento----- | 299.71 Kg/m3 |
| Agua----- | 205.00 Lt/m3 |
| Agr. Grueso----- | 900.16 Kg/m3 |
| Agr. Fino----- | 908.09 Kg/m3 |

PESOS DE LOS MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD

| | |
|------------------|--------------|
| Cemento----- | 299.71 Kg/m3 |
| Agua----- | 183.92 Kg/m3 |
| Agr. Grueso----- | 906.64 Kg/m3 |
| Agr. Fino----- | 941.69 Kg/m3 |

PROPORCIÓN EN PESO POR BOLSA DE CEMENTO

| | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| $\frac{299.71}{299.71}$ | $\frac{183.92}{299.71}$ | $\frac{906.64}{299.71}$ | $\frac{941.69}{299.71}$ |
| Cemento | Agua | Agr. Grueso | Agr. Fino |
| 1 | 0.614 | 3.025 | 3.142 |

| RELACIÓN a/c | Por Diseño | Por Corrección |
|--------------|------------|----------------|
| | 0.684 | 0.614 |



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

DISEÑO DE MEZCLA

(CEMENTO + (3% CENIZA + 9% CASCARA DE HUEVO)

SOLICITA TESIS : BACH. ROSALES FLORES, MILAGROS
: "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA COMBINACION DE LA CENIZA DE PAJA DE TRIGO Y CASCARA DE HUEVO"

LUGAR FECHA : HUARAZ – PROVINCIA HUARAZ – ANCASH
: 29/01/2020

ESPECIFICACIONES

| | |
|--|------------------------|
| Resistencia a la compresión a los 28 Días Será | 210 Kg/cm ² |
| Consistencia | Plástica |
| Factor de seguridad | No |

MATERIALES

Cemento + (3% Ceniza + 9% Cáscara Huevo)
Sol Tipo I
Peso Especifico del Cemento + (3% Ceniza + 9% Cáscara Huevo) 1.99 gr/cm³

Agua
Potable

Agregado Fino - Cantera: Tacllan - Huaraz
Peso especifico de Masa 2.64 gr/cm³
Absorción 1.25 %
Contenido de Humedad 3.70 %
Peso unitario suelto seco 1562 kg/m³
Peso unitario compactado seco 1672 kg/m³
Módulo de Fineza 3.2

Agregado Grueso - Cantera: Tacllan - Huaraz
Tamaño máximo Nominal 3/4"
Peso especifico de Masa 2.68 gr/cm³
Absorción 0.85 %
Contenido de Humedad 0.72 %
Peso unitario suelto seco 1445 kg/m³
Peso unitario compactado seco 1552 kg/m³

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/m³**

RELACIÓN A/C POR RESISTENCIA

Para una resistencia promedio correspondiente a 210 kg/cm² interpolando obtenemos que la relación agua-cemento por resistencia es de **0.684**



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

Elizabeth Maza Ambrosio
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/m³**

CALCULO DEL PESO DEL AGREGADO GRUESO

Interpolando Tenemos el Contenido de Agregado Grueso **0.58**
Entonces el Peso del A.G. es igual a 0.58 por el Peso seco compactado del A.G. = **900.16 Kg**

CALCULO DEL PESO DEL AGREGADO FINO

Suma de volúmenes conocidos es igual a 0.6638 m³, el Volumen del Agregado Fino es 1 - 0.7115 = 0.2885 m³, Peso Seco del Agr. Fino es 0.2885 x 2640 = **761.67 Kg**

VOLÚMENES ABSOLUTOS EN M³

| | |
|--|------------------------|
| Cemento + (3% Ceniza + 9% Cáscara De Huevo)----- | 0.1506 m ³ |
| Agua----- | 0.2050 m ³ |
| Agr. Grueso----- | 0.3359 m ³ |
| Agr. Fino----- | 0.2885 m ³ |
| Aire----- | 0.0200 |
| Total ----- | 1 m³ |

PESOS SECOS

| | |
|--|--------------------------|
| Cemento + (3% Ceniza + 9% Cáscara De Huevo)----- | 299.71 Kg/m ³ |
| Agua----- | 205.00 Lt/m ³ |
| Agr. Grueso----- | 900.16 Kg/m ³ |
| Agr. Fino----- | 761.67 Kg/m ³ |

PESOS DE LOS MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD

| | |
|------------------|--------------------------|
| Cemento----- | 263.74 Kg/m ³ |
| Ceniza----- | 8.99 Kg/m ³ |
| C. Huevo----- | 26.97 Kg/m ³ |
| Agua----- | 187.51 Kg/m ³ |
| Agr. Grueso----- | 906.64 Kg/m ³ |
| Agr. Fino----- | 789.86 Kg/m ³ |

PROPORCIÓN EN PESO POR BOLSA DE CEMENTO

| | | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <u>263.74</u> | <u>263.74</u> | <u>263.74</u> | <u>263.74</u> | <u>263.74</u> | <u>263.74</u> |
| 263.74 | 8.99 | 26.97 | 187.51 | 906.64 | 789.86 |
| Cemento | Ceniza | C. huevo | agua | Agr. Grueso | Agr. Fino |
| 1 | 0.034 | 0.102 | 0.711 | 3.438 | 2.995 |

| RELACIÓN a/c | Por Diseño | Por Corrección |
|-----------------|------------|----------------|
| | | 0.684 |



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE MECÁNICA DE SUELOS
INGENIERO DE MINERÍA
Elizabeth Maza Ambrosio
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

DISEÑO DE MEZCLA

(CEMENTO 80%) + (5% CENIZA DE PAJA DE TRIGO + 15% CASCARA DE HUEVO)

SOLICITA : BACH. ROSALES FLORES, MILAGROS
TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA COMBINACION DE LA CENIZA DE PAJA DE TRIGO Y CASCARA DE HUEVO"
LUGAR : HUARAZ – PROVINCIA HUARAZ – ANCASH
FECHA : 29/01/2020

ESPECIFICACIONES

| | |
|--|------------------------------|
| Resistencia a la compresión a los 28 Días Será | 210 Kg/cm² |
| Consistencia | Plástica |
| Factor de seguridad | No |

MATERIALES

| | |
|---|-------------------------------|
| Cemento + (5% Ceniza + 15% Cáscara Huevo) | |
| Sol Tipo I | |
| Peso Especifico del Cemento + (5% Ceniza + 15% Cáscara Huevo) | 2.25 gr/cm³ |
| Agua | Potable |
| Agregado Fino - Cantera: Tacllan - Huaraz | |
| Peso específico de Masa | 2.64 gr/cm³ |
| Absorción | 1.25 % |
| Contenido de Humedad | 3.70 % |
| Peso unitario suelto seco | 1562 kg/m³ |
| Peso unitario compactado seco | 1672 kg/m³ |
| Módulo de Fineza | 3.2 |
| Agregado Grueso - Cantera: Tacllan - Huaraz | |
| Tamaño máximo Nominal | 3/4" |
| Peso específico de Masa | 2.68 gr/cm³ |
| Absorción | 0.85 % |
| Contenido de Humedad | 0.72 % |
| Peso unitario suelto seco | 1445 kg/m³ |
| Peso unitario compactado seco | 1552 kg/m³ |

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/m³**

RELACIÓN A/C POR RESISTENCIA

Para una resistencia promedio correspondiente a 210 kg/cm² interpolando obtenemos que la relación agua-cemento por resistencia es de **0.684**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE SU
 ENSAYO DE MATERIALES
 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/m³**

CALCULO DEL PESO DEL AGREGADO GRUESO

Interpolando Tenemos el Contenido de Agregado Grueso **0.58**
Entonces el Peso del A.G. es igual a 0.58 por el Peso seco compactado del A.G. = **900.16 Kg**

CALCULO DEL PESO DEL AGREGADO FINO

Suma de volúmenes conocidos es igual a 0.6638 m³, el Volumen del Agregado Fino es 1 - 0.6941 = 0.3059 m³, Peso Seco del Agr. Fino es 0.3059 x 2640 = **807.62 Kg**

VOLÚMENES ABSOLUTOS EN M3

| | |
|---|-------------|
| Cemento + (5% Ceniza + 15% Cáscara De Huevo)----- | 0.1332 m3 |
| Agua----- | 0.2050 m3 |
| Agr. Grueso----- | 0.3359 m3 |
| Agr. Fino----- | 0.3059 m3 |
| Aire----- | 0.0200 |
| Total ----- | 1 m3 |

PESOS SECOS

| | |
|---|--------------|
| Cemento + (5% Ceniza + 15% Cáscara De Huevo)----- | 299.71 Kg/m3 |
| Agua----- | 205.00 Lt/m3 |
| Agr. Grueso----- | 900.16 Kg/m3 |
| Agr. Fino----- | 807.62 Kg/m3 |

PESOS DE LOS MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD

| | |
|------------------|--------------|
| Cemento----- | 239.77 Kg/m3 |
| Ceniza----- | 14.99 Kg/m3 |
| C. Huevo----- | 44.96 Kg/m3 |
| Agua----- | 186.38 Kg/m3 |
| Agr. Grueso----- | 906.64 Kg/m3 |
| Agr. Fino----- | 737.50 Kg/m3 |

PROPORCIÓN EN PESO POR BOLSA DE CEMENTO

| | | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <u>239.77</u> | <u>239.77</u> | <u>239.77</u> | <u>239.77</u> | <u>239.77</u> | <u>239.77</u> |
| 239.77 | 14.99 | 44.96 | 186.38 | 906.64 | 737.50 |
| Cemento | Ceniza | C. Huevo | Agua | Agr. Grueso | Agr. Fino |
| 1 | 0.063 | 0.188 | 0.777 | 3.781 | 3.493 |

| RELACIÓN a/c | Por Diseño | Por Corrección |
|-----------------|------------|----------------|
| | | 0.684 |



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

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN

SOLICITA : ROSALES FLORES Milagros Magaly
 TESIS: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F'C=210KG/CM2 SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA COMBINACIÓN DE LA CENIZA DE PAJA DE TRIGO Y CASCARA DE HUEVO.
 LUGAR : HUARAZ

| MUESTRA | FECHA | | EDAD | AREA (cm ²) | CARGA APLICADA (KG) | ESFUERZO DE COMPRESIÓN (Kg/cm ²) | F'C (Kg/cm ²) | % RESPECTO AL DISEÑO 210 Kg/cm ² |
|--------------|------------|------------|------|----------------------------|---------------------------|--|------------------------------|---|
| | MOLDEO | ROTURA | DIAS | | | | | |
| PATRÓN 0% | 20/02/2020 | 27/02/2020 | 7 | 181,46 | 33780 | 186,2 | 187,7 | 89,4 |
| | 20/02/2020 | 27/02/2020 | 7 | 181,46 | 33970 | 187,2 | | |
| | 20/02/2020 | 27/02/2020 | 7 | 179,08 | 33990 | 189,8 | | |

| MUESTRA | FECHA | | EDAD | AREA (cm ²) | CARGA APLICADA (KG) | ESFUERZO DE COMPRESIÓN (Kg/cm ²) | F'C (Kg/cm ²) | % RESPECTO AL DISEÑO |
|--------------|------------|------------|------|----------------------------|---------------------------|--|------------------------------|----------------------------|
| | MOLDEO | ROTURA | DIAS | | | | | |
| PATRÓN 0% | 20/02/2020 | 05/03/2020 | 14 | 179,08 | 35720 | 199,5 | 199,3 | 94,9 |
| | 20/02/2020 | 05/03/2020 | 14 | 181,46 | 35925 | 198,0 | | |
| | 20/02/2020 | 05/03/2020 | 14 | 179,08 | 35920 | 200,6 | | |

| MUESTRA | FECHA | | EDAD | AREA (cm ²) | CARGA APLICADA (KG) | ESFUERZO DE COMPRESIÓN (Kg/cm ²) | F'C (Kg/cm ²) | % RESPECTO AL DISEÑO |
|--------------|------------|------------|------|----------------------------|---------------------------|--|------------------------------|----------------------------|
| | MOLDEO | ROTURA | DIAS | | | | | |
| PATRÓN 0% | 20/02/2020 | 19/03/2020 | 28 | 181,46 | 38820 | 213,9 | 213,4 | 101,6 |
| | 20/02/2020 | 19/03/2020 | 28 | 179,08 | 38625 | 215,7 | | |
| | 20/02/2020 | 19/03/2020 | 28 | 183,85 | 38720 | 210,6 | | |



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUÁNUCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y
 ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN

SOLICITA : ROSALES FLORES Milagros Magaly

TESIS: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F'C=210KG/CM2 SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA COMBINACIÓN DE LA CENIZA DE PAJA DE TRIGO Y CASCARA DE HUEVO.

LUGAR : HUARAZ

| MUESTRA | FECHA | | EDAD | AREA (cm2) | CARGA APLICADA (KG) | ESFUERZO DE COMPRESIÓN (Kg/cm2) | F'C (Kg/cm2) | % RESPECTO AL DISEÑO |
|--------------|------------|------------|------|---------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------|----------------------------|
| | MOLDEO | ROTURA | DIAS | | | | | |
| EXPERIMENTAL | 20/02/2020 | 27/02/2020 | 7 | 181,46 | 34890 | 192,3 | 193,1 | 92,0 |
| 3% CPT | 20/02/2020 | 27/02/2020 | 7 | 181,46 | 34960 | 192,7 | | |
| 9%PCH | 20/02/2020 | 27/02/2020 | 7 | 179,08 | 34830 | 194,5 | | |

| MUESTRA | FECHA | | EDAD | AREA (cm2) | CARGA APLICADA (KG) | ESFUERZO DE COMPRESIÓN (Kg/cm2) | F'C (Kg/cm2) | % RESPECTO AL DISEÑO |
|--------------|------------|------------|------|---------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------|----------------------------|
| | MOLDEO | ROTURA | DIAS | | | | | |
| EXPERIMENTAL | 20/02/2020 | 05/03/2020 | 14 | 179,08 | 36980 | 206,5 | 206,0 | 98,1 |
| 3% CPT | 20/02/2020 | 05/03/2020 | 14 | 181,46 | 37270 | 205,4 | | |
| 9%PCH | 20/02/2020 | 05/03/2020 | 14 | 181,46 | 37380 | 206,0 | | |

| MUESTRA | FECHA | | EDAD | AREA (cm2) | CARGA APLICADA (KG) | ESFUERZO DE COMPRESIÓN (Kg/cm2) | F'C (Kg/cm2) | % RESPECTO AL DISEÑO |
|--------------|------------|------------|------|---------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------|----------------------------|
| | MOLDEO | ROTURA | DIAS | | | | | |
| EXPERIMENTAL | 20/02/2020 | 19/03/2020 | 28 | 179,08 | 40580 | 226,6 | 225,0 | 107,2 |
| 3% CPT | 20/02/2020 | 19/03/2020 | 28 | 181,46 | 40370 | 222,5 | | |
| 9%PCH | 20/02/2020 | 19/03/2020 | 28 | 179,08 | 40480 | 226,0 | | |



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

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

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN

SOLICITA : ROSALES FLORES Milagros Magaly
 TESIS: : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F'C=210KG/CM2 SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA COMBINACIÓN DE LA CENIZA DE PAJA DE TRIGO Y CASCARA DE HUEVO.
 LUGAR : HUARAZ

| MUESTRA | FECHA | | EDAD | AREA (cm2) | CARGA APLICADA (KG) | ESFUERZO DE COMPRESIÓN (Kg/cm2) | F'C (Kg/cm2) | % RESPECTO AL DISEÑO |
|--------------|------------|------------|------|---------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------|----------------------------|
| | MOLDEO | ROTURA | DIAS | | | | | |
| EXPERIMENTAL | 20/02/2020 | 27/02/2020 | 7 | 181,46 | 35490 | 195,6 | 195,4 | 93,1 |
| 5% CPT | 20/02/2020 | 27/02/2020 | 7 | 181,46 | 35170 | 193,8 | | |
| 15%PCH | 20/02/2020 | 27/02/2020 | 7 | 179,08 | 35250 | 196,8 | | |

| MUESTRA | FECHA | | EDAD | AREA (cm2) | CARGA APLICADA (KG) | ESFUERZO DE COMPRESIÓN (Kg/cm2) | F'C (Kg/cm2) | % RESPECTO AL DISEÑO |
|--------------|------------|------------|------|---------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------|----------------------------|
| | MOLDEO | ROTURA | DIAS | | | | | |
| EXPERIMENTAL | 20/02/2020 | 05/03/2020 | 14 | 181,46 | 38930 | 214,5 | 216,0 | 102,9 |
| 5% CPT | 20/02/2020 | 05/03/2020 | 14 | 181,46 | 38250 | 210,8 | | |
| 15%PCH | 20/02/2020 | 05/03/2020 | 14 | 179,08 | 39898 | 222,8 | | |

| MUESTRA | FECHA | | EDAD | AREA (cm2) | CARGA APLICADA (KG) | ESFUERZO DE COMPRESIÓN (Kg/cm2) | F'C (Kg/cm2) | % RESPECTO AL DISEÑO |
|--------------|------------|------------|------|---------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------|----------------------------|
| | MOLDEO | ROTURA | DIAS | | | | | |
| EXPERIMENTAL | 20/02/2020 | 19/03/2020 | 28 | 179,08 | 42450 | 237,0 | 233,8 | 111,4 |
| 5% CPT | 20/02/2020 | 19/03/2020 | 28 | 181,46 | 42410 | 233,7 | | |
| 15%PCH | 20/02/2020 | 19/03/2020 | 28 | 183,85 | 42430 | 230,8 | | |



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

Anexo 5: panel fotográfico



Figura N° 02: *proceso de tamizado de agregado grueso.*



Figura N° 03: *pesado del agregado fino.*



Figura N° 04: *Secado de muestras en horno.*



Figura N° 05: *peso específico de agregado fino.*



Figura N° 06: *ensayo de peso unitario compactado.*



Figura N° 07: *Lavado de la cascara de huevo.*



Figura N° 08: *Tamizado por la malla N°200 cascara de huevo*



Figura N° 09: *Tamizado por la malla N°200 paja de trigo.*



Figura N° 10: *slump de patrón.*



Figura N° 11: *probetas patrón.*



Figura N° 13: *desencofrado de las probetas patrón y experimental.*

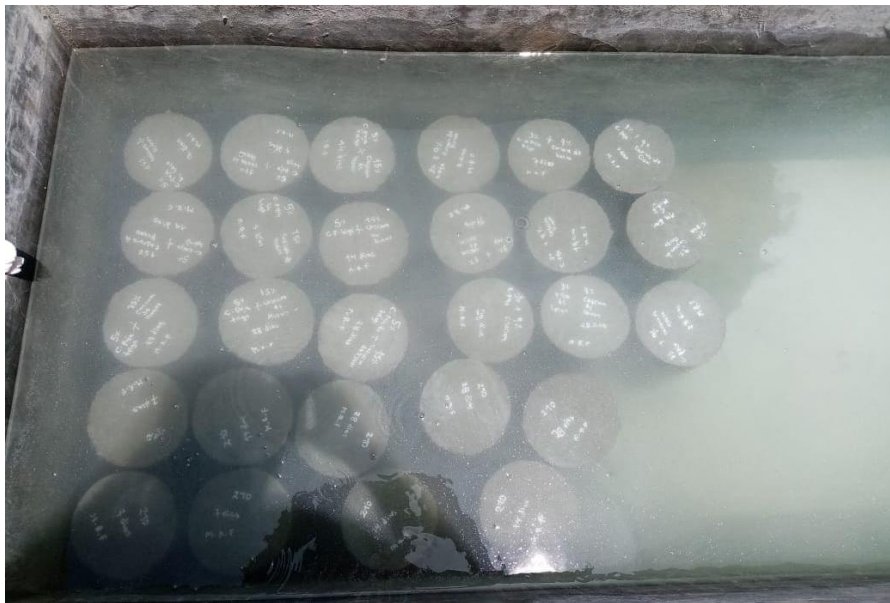


Figura N° 14: *curado de las probetas patrón y experimentales*



Figura N° 15: peso de las probetas patrón y experimentales



Figura N° 16: resistencia a compresión de las probetas.