

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
VICERRECTORADO ACADÉMICO  
ESCUELA DE POSGRADO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**“Resistencia en concreto sistematizado con  
sustitución del 30% 40% y el 50% de arcilla/cemento  
de cusca – de la Provincia de Corongo – Ancash”**

Tesis para obtener el Grado Académico de Maestro en Ingeniería Civil  
con mención en Gerencia de la Construcción

**AUTOR: BACH. Martínez Carrión, Leonel Teodorico**

ASESOR: Dr. Robles Villanueva, Oscar

CHIMBOTE-PERU

2018

## Índice General

Titulo.....	ii
Palabras Claves .....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Introduccion.....	1
Metodología.....	25
Resultados.....	35
Análisis Y Discusión.....	45
Conclusiones.....	49
Recomendaciones.....	49
Referencias Bibliográficas.....	51
Anexos.....	53

## Índice de Tablas

Tabla 1.....	. 10
Tabla 2.....	. 10
Tabla 3.....	. 12
Tabla 4.....	. 16
Tabla 5.....	. 21
Tabla 6.....	. 24
Tabla 7.....	. 24
Tabla 8.....	. 28
Tabla 9.....	. 31
Tabla 10.....	. 33
Tabla 11.....	. 38
Tabla 12.....	. 38
Tabla 13.....	. 39
Tabla 14.....	. 39
Tabla 15.....	. 39
Tabla 16.....	. 40
Tabla 17.....	. 40
Tabla 18.....	. 40
Tabla 19.....	. 41
Tabla 20.....	. 41

Tabla 21.....	. 41
Tabla 22.....	. 42
Tabla 23.....	. 42
Tabla 24.....	. 42
Tabla 25.....	. 43
Tabla 26.....	. 43
Tabla 27.....	. 44
Tabla 28.....	. 44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	10
Figura 2.....	.11
Figura 3.....	.11
Figura 4.....	15
Figura 5.....	.16
Figura 6.....	.20
Figura 7.....	35
Figura 8.....	37
Figura 9.....	38
Figura 10.....	.38
Figura 11.....	.39
Figura 12.....	.39
Figura 13.....	.40
Figura 14.....	40
Figura 15.....	.41
Figura 16.....	.41
Figura 17.....	.42
Figura 18.....	. 42
Figura 19.....	. 43
Figura 20.....	. 43

Figura 21.....	. 44
Figura 22.....	. 44
Figura 23.....	. 45
Figura 24.....	. 45
Figura 25.....	. 46
Figura 26.....	.46
Figura 27.....	. 47
Figura 28.....	. 47
Figura 29.....	. 48
Figura 30.....	. 49

## 1.-Palabras Clave

---

<b>Tema</b>	Resistencia de concreto, Concrete Strength
<b>Especialidad</b>	Tecnología del Concreto, Concrete Technology

---

---

### **LINEA DE INVESTIGACION**

---

Ingeniería Civil

---

## **2.- Título:**

**“RESISTENCIA EN CONCRETO SISTEMATIZADO  
CON SUSTITUCION DEL 30% 40% Y EL 50%.DE  
ARCILLA/CEMENTO DE CUSCA - DE LA PROVINCIA  
DE CORONGO - ANCASH “**

## **3.- Resumen**



La presente Investigación se evaluó la Resistencia a la compresión del Concreto, tiene como objetivo utilizar un Diseño de un concreto utilizando la arcilla para mejorar la resistencia en compresión a un concreto convencional que cumpla las mejores especificaciones técnicas ASTM.

El tipo de investigación para el presente proyecto es de tipo descriptivo no experimental de corte transversal.

La metodología de la presente investigación consiste primero en comparar y seleccionar la mejor cantera de la provincia de santa para agregados, para luego diseñar nuestras de concreto utilizando cemento portland tipo I, para tal objetivo se realizará una serie de ensayos como ensayo de la resistencia a la compresión, ensayo de peso unitario compactado, ensayos en el laboratorio de la Universidad San Pedro.

Como resultado de este trabajo, para ensayo de resistencia a la compresión demuestran que el concreto experimental al 30,40 y 50% de sustitución del cemento por la arcilla de CUZCA CORONGO no se logró resultados favorables por lo tanto no es aplicable porque no superan la resistencia promedio del concreto patrón y es el que presenta resultados bajos.

Pero si se presenta sumamente importante para la construcción de viviendas de Diseño en zonas rurales y como estamos en una zona altamente sísmica este concreto mejorado puede ser un gran aporte ante estos fenómenos telúricos.

#### **4.- Abstract**

The present investigation it was evaluated the resistance to the compression of the concrete, aims to use a design of a concrete using clay to improve the resistance in compression to a conventional concrete that meets the best ASTM technical specifications.

The type of research for this project is a non-experimental descriptive type of cross-section.

The methodology of this research consists in first comparing and selecting the best quarry in the province of santa for aggregates, and then designing our concrete using type I portland cement, for this purpose a series of tests will be carried out as a test of the resistance to compression, compacted unit weight test, tests in the laboratory of San Pedro University.

As a result of this work, for testing of compressive strength, they show that the experimental concrete at 30.40 and 50% substitution of cement by CUZCA CORONGO clay did not achieve favorable results, therefore it is not applicable because they do not exceed the average resistance of the concrete pattern and is the one that presents low results.

But if it is extremely important for the construction of design homes in rural areas and as we are in a highly seismic area this improved concrete can be a great contribution to these telluric phenomena.

## 5.- Introducción

En la presente investigación se determinará y comparará la resistencia de un concreto patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con otro donde se sustituirá el cemento por arcilla natural de La Encantada previamente activada (lavada con agua a temperatura ambiente) en un porcentaje de 30, 40 y 50% con la finalidad de saber que este concreto cumpla una resistencia óptima.

Se debe optimizar la proporción de cada material de forma tal que se logren las propiedades deseadas al mismo costo. (Pasquel Carbajal, *Temas de Tecnología de Concreto*, 1998). Las funciones en el concreto son de ser el esqueleto, reduciendo el contenido de pasta, también le proporciona resistencia a las acciones mecánicas y reduce los cambios de volumen. La función de los agregados en el concreto es la de crear un esqueleto rígido y estable lo que se logra uniéndolos con cemento y agua (pasta). Los agregados de menor tamaño demandan mayor cantidad de pasta, por lo tanto conviene poner mayor cantidad de agregado grueso para lograr un concreto resistente, pero al incorporar mayor cantidad de agregado grueso este será menos trabajable y se producirá la segregación, llegando al caso de ser un concreto áspero pedregoso y poco dócil. (Pasquel Carbajal, *Temas de Tecnología de Concreto*, 1998)

**García y Morales (2014)**, en su tesis “Análisis de la Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c = 250 \text{ kgf/cm}^2$  sustituyendo 20% de cemento por vidrio molido”, realizado en la Universidad Rafael Urdaneta en Maracaibo, tuvo como objetivo Analizar la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c = 250 \text{ kgf/cm}^2$  sustituyendo 20% de cemento por vidrio molido. Concluy que las probetas de concreto modificado alcanzaron una resistencia máxima de  $f'c = 124 \text{ kgf/cm}^2$ , valor que representa una variación del 43.5% con respecto a la resistencia de la mezcla patrón. Por otra parte, las probetas de la mezcla modificada obtuvieron un asentamiento de 14cm, valor que resulto mayor que el obtenido en las probetas de concreto patrón. Tomando en cuenta las características de impermeabilidad del vidrio se asume que la mezcla de concreto modificado tuvo mayor contenido de humedad que el esperado, siendo un factor influyente en brusca disminución de la resistencia.

Díaz y Bocanegra (2005) En su tesis se registra que adicionando polvo de roca gabro en un 5% a un concreto patrón se alcanzó una resistencia promedio que supera lo establecido que es de un 60% en los primeros 7 días. Asimismo podemos apreciar que los resultados registrados a los 14 y 28 días incrementaron y superaron el 80% y 100% de lo establecido respectivamente. En conclusión se obtuvieron buenos resultados de probetas adicionando polvo de roca gabro en comparación con las probetas patrón.

**Luis,A (2015).** En su presente trabajo se determinó la influencia de la arcilla calcinada de Pontezuela en las lechadas de cemento Portland. Se realizaron ensayos de fluido libre y reología, tanto para lechadas de cemento Portland con arcilla calcinada de Pontezuela y lechadas con zeolita del yacimiento San Andrés a 5, 10, 20 y 30 % de sustitución de cemento Portland. Además se determinó la resistencia mecánica de las lechadas con arcilla calcinada a los porcentos de sustitución de cemento mencionados anteriormente. Se observó a medida que aumentaba el porcentaje de sustitución de cemento por arcilla calcinada una disminución del fluido libre, un aumento del punto de cadencia y de la viscosidad plástica así como de la resistencia mecánica. A los mismos porcentos de sustitución la arcilla calcinada presenta valores inferiores de fluido libre y de viscosidad plástica en comparación con la zeolita mientras que el punto de cadencia y la resistencia del gel son superiores. El valor más bajo de resistencia mecánica se alcanzó en el 10 % de sustitución de cemento por arcilla calcinada de Pontezuela, para un 5 y 20 % los valores de resistencia mecánica son similares obteniéndose el mayor valor de resistencia mecánica con un grado de sustitución de un 30 % de arcilla calcinada de Pontezuela.

**Castillo,R. et all. (2011).** En su investigación que las arcillas calcinadas en forma de meta caolín han recibido por ejemplo especial atención en años recientes. Se conoce que estas adiciones, cuando se añaden a morteros y hormigones, mejoran tanto su resistencia mecánica como su durabilidad. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de las propiedades físico-mecánicas y la durabilidad en micro

hormigones, empleando arcillas calcinadas y molidas como material sustituyente del 30% en peso del cemento Portland ordinario (CPO). Para ello se utilizó una tierra arcillosa, compuesta principalmente por mineral caolín de bajo grado de pureza, para la obtención de arcillas calcinadas como minerales cementicios suplementarios. Los mejores resultados se resistencia a la compresión a los 28 días se obtuvieron para la arcilla sedimentada y calcinada, la cual posee mayor contenido de mineral caolín debido a un proceso de purificación por sedimentación de la materia prima acometido sólo para esta sustitución

**Boza R., (2011)**, llego a concluir que las escorias de acería apuntan a cumplir los requisitos necesarios para utilizarla en la construcción como adición al cemento Portland, como árido fino y árido grueso en el hormigón hidráulico y asfáltico.

Ya que en su experimento con un concreto patrón de  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ , la escoria de horno eléctrico cumple las mismas funciones que el agregado grueso, manteniendo su resistencia pero haciéndolo duradero.

El uso de la escoria como material de construcción potencia el desarrollo sostenible, tanto por el aprovechamiento de los residuos como por la reducción de la explotación de los recursos naturales.

## **ESTADO DEL ARTE DE LA INVESTIGACIÓN**

Mediante la presente investigación, se busca investigar de manera específica la resistencia obtenida en el concreto, que beneficiara a todas las nuevas viviendas, aumentando su resistencia, los elementos estructurales serían los más beneficiados en su localidad de la construcción ya que obtendrían mayor resistencia en el concreto.

La construcción se encuentra en auge en ciertas partes del país. El pueblo busca que se consolide, las mayores obras posibles y en su medida que sean construcciones duraderas, también se busca que su ecosistema no se vea afectada por esta demanda. Las empresas constructoras buscan cumplir requerimientos y resolver el problema que tienen al querer transportar sus insumos y agregados a zonas de difícil acceso como el caso de la arena que se encuentra en zonas muy distantes al crecimiento de las poblaciones del sector.

El Presente Proyecto se Justifica Socialmente por que busca una solución para el concreto de obra, que no afecte el ecosistema y se pueda realizar con agregados de la misma zona como la arcilla, y así resolver en parte el problema de traslado, no contaminar y que sean de gran beneficio para la población. La arcilla utilizada en las investigaciones es de las localidad de CUSCA – CORONGO – ANCASH.

### **ESTRATEGIAS:**

- ✓ Sabiendo que alrededor de Chimbote en la zona sierra hay una gran cantidad de arcilla que no es explotado, al no conocer de sus propiedades; es ahí donde se fundamenta nuestra investigación que a corto plazo será una opción interesante para la construcción, sin vulnerar las utilidades para la siembra.
- ✓ Diseñar un concreto con Arcilla de cusca – provincia de Corongo, si da resultado obtendremos un concreto resistente que podrá satisfacer a las necesidades constructivas de todas las nuevas viviendas, gracias a ello no se explotaría mucho las canteras de caliza.
- ✓ Debido al aumento del costo del cemento Portland, se plantea la sustitución parcial del cemento por la Arcilla que aporten una mayor o igual resistencia

aportada por el portland puro, lo cual disminuye el costo del material de construcción.

## **EL PROBLEMA**

### **REALIDAD PROBLEMÁTICA**

**A nivel mundial**, el concreto es el material más utilizado en la construcción, y a menos que haya una revolución en los materiales de construcción, seguirá siéndolo; gran parte de la infraestructura de los países está elaborada con él, por lo que su conocimiento y tecnología son básicos para el ingeniero civil encargado de alguna etapa del proceso constructivo. Es un tema con implicaciones socioeconómicas. El Reino Unido, un país desarrollado, destina 40% de la inversión en construcción a la reparación y al mantenimiento, 4% de su producto Interno Bruto (**Neville, 2001**).

Los problemas de durabilidad han afectado diversos tipos de estructuras, las cuales una vez que se presentan ya no son funcionales ni eficientes y están destinadas a no cumplir con su vida de servicio estimada. Los problemas de durabilidad no se limitan a su diseño inicial y construcción, tienen una fuente intervención en la operación, ocasionan costos y pérdidas económicas para el propietario o inversionista, ya sea por reparación de las zonas afectadas, por la sustitución de elementos que se han deteriorado o por costos operativos imputables a remodelaciones o mantenimientos periódicos. Según Buffenbarger (1998), tan solo en Estados Unidos los problemas de 520 billones de dólares en 1986.

En México, se tiene áreas con medios agresivos al concreto, por lo que debido a la escasez de espacio o situaciones específicas es necesario construir importantes estructuras de infraestructura en esas áreas.

### **TECNOLOGIA DEL CONCRETO**

El concreto u hormigón es un material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por un aglomerante al que se añade partículas o fragmentos de un agregado, agua y aditivos específicos.

El aglomerante es en la mayoría de las ocasiones cemento (generalmente cemento Portland) mezclado con una proporción adecuada de agua para que se produzca una reacción de hidratación. Las partículas de agregados, dependiendo fundamentalmente de su diámetro medio, son los áridos (que se clasifican en grava, gravilla y arena). La sola mezcla de cemento con arena y agua (sin la participación de un agregado) se denomina mortero. Existen concretos que se producen con otros conglomerantes que no son cemento, como el concreto asfáltico que utiliza betún para realizar la mezcla (Gonzales, M. 1962).

El cemento es un material pulverulento que por sí mismo no es aglomerante, y que, mezclado con agua, al hidratarse se convierte en una pasta moldeable con propiedades adherentes, que en pocas horas fragua y se endurece tornándose en un material de consistencia pétreo. El cemento consiste esencialmente en silicato cálcico hidratado (S-C-H), este compuesto es el principal responsable de sus características adhesivas. Se denomina cemento hidráulico cuando el cemento, resultante de su hidratación, es estable en condiciones de entorno acuosas. Además, para poder modificar algunas de sus características o comportamiento, se pueden añadir aditivos y adiciones (en cantidades inferiores al 1 % de la masa total del concreto), existiendo una gran variedad de ellos: colorantes, aceleradores, retardadores de fraguado, fluidificantes, impermeabilizantes, fibras, etc.

El concreto convencional, normalmente usado en pavimentos, edificios y otras estructuras, tiene un peso específico (densidad, peso volumétrico, masa unitaria) que varía de 2200 hasta 2400 kg/m<sup>3</sup> (137 hasta 150 libras/piés<sup>3</sup>). La densidad del concreto varía dependiendo de la cantidad y la densidad del agregado, la cantidad de aire atrapado (ocluido) o intencionalmente incluido y las cantidades de agua y cemento. Por otro lado, el tamaño máximo del agregado influye en las cantidades de agua y cemento. Al reducirse la cantidad de pasta (aumentándose la cantidad de agregado), se aumenta la densidad. Algunos valores de densidad. En el diseño del concreto armado (reforzado), el peso unitario de la combinación del concreto con la armadura normalmente se considera 2400 kg/m<sup>3</sup> (150 lb/ft<sup>3</sup>).



Dependiendo de las proporciones de cada uno de sus constituyentes existe una tipología de concretos. Se considera hormigón pesado aquel que posee una densidad de más de 3200 kg/m<sup>3</sup> debido al empleo de agregados densos (empleado protección contra las radiaciones), el concreto normal empleado en estructuras que posee una densidad de 2200 kg/m<sup>3</sup> y el hormigón ligero con densidades de 1800 kg/m<sup>3</sup>

La principal característica estructural del concreto es que resiste muy bien los esfuerzos de compresión, pero no tiene buen comportamiento frente a otros tipos de esfuerzos (tracción, flexión, cortante, etc.), por este motivo es habitual usarlo asociado a ciertas armaduras de acero, recibiendo en este caso la denominación de hormigón armado, o concreto pre-reforzado en algunos lugares; comportándose el conjunto muy favorablemente ante las diversas sollicitaciones. Cuando se proyecta una estructura de concreto armado se establecen las dimensiones de los elementos, el tipo de hormigón, los aditivos y el acero que hay que colocar en función de los esfuerzos que deberá soportar y de las condiciones ambientales a que estará expuesto.

## **DEFINICION DEL CONCRETO**

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

El cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto.

## **PROPIEDADES DEL CONCRETO Y SUS COMPONENTES**

Las propiedades del concreto son sus características o cualidades básicas. Las cuatro propiedades principales del concreto son: TRABAJABILIDAD, COHESIVIDAD, RESISTENCIA Y DURABILIDAD.

Las características del concreto pueden variar en un grado considerable, mediante el control de sus ingredientes. Por tanto, para una estructura específica, resulta económico utilizar un concreto que tenga las características exactas necesarias, aunque esté débil en otras.

- **TRABAJABILIDAD.** Es una propiedad importante para muchas aplicaciones del concreto. En esencia, es la facilidad con la cual pueden mezclarse los ingredientes y la mezcla resultante puede manejarse, transportarse y colocarse con poca pérdida de la homogeneidad.
- **DURABILIDAD.** El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgastes, a los cuales estará sometido en el servicio.
- **IMPERMEABILIDAD.** Es una importante propiedad del concreto que puede mejorarse, con frecuencia, reduciendo la cantidad de agua en la mezcla.
- **RESISTENCIA.** Es una propiedad del concreto que, casi siempre, es motivo de preocupación. Por lo general se determina por la resistencia final de una probeta en compresión. Como el concreto suele aumentar su resistencia en un periodo largo, la resistencia a la compresión a los 28 días es la medida más común de esta propiedad.

## **ESTADOS DEL CONCRETO**

- **ESTADO FRESCO.** Al principio el concreto parece una “masa”. Es blando y puede ser trabajado o moldeado en diferentes formas. Y así se conserva durante la colocación y la compactación. Las propiedades más importantes del concreto fresco son la trabajabilidad y la cohesividad.

- **ESTADO FRAGUADO.** Después, el concreto empieza a ponerse rígido. Cuando ya no está blando, se conoce como FRAGUADO del concreto El fraguado tiene lugar después de la compactación y durante el acabado.
- **ESTADO ENDURECIDO.** Después de que concreto ha fraguado empieza a ganar resistencia y se endurece. Las propiedades del concreto endurecido son resistencia y durabilidad.
- **TRABAJABILIDAD.** Significa qué tan fácil es: COLOCAR, COMPACTAR y dar un ACABADO a una mezcla de concreto. (IMCYC, 2004)

## COMPONENTES

El concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une a los agregados (arena y grava o piedra triturada) para formar una masa semejante a una roca pues la pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua. Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaño de partícula que pueden llegar hasta 10 mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152mm. El tamaño máximo del agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25mm.

- **CEMENTO.** Los cementos hidráulicos son aquellos que tienen la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, porque reaccionan químicamente con ella para formar un material de buenas propiedades aglutinantes.
- **AGUA.** Es el elemento que hidrata las partículas de cemento y hace que estas desarrollen sus propiedades aglutinantes.
- **AGREGADOS.** Los agregados para concreto pueden ser definidos como aquellos materiales inertes que poseen una resistencia propia suficiente que no perturban ni afectan el proceso de endurecimiento del cemento hidráulico y que garantizan una adherencia con la pasta de cemento endurecida.

- **ADITIVOS.** Se utilizan como ingredientes del concreto y, se añaden a la mezcla inmediatamente antes o durante su mezclado, con el objeto de modificar sus propiedades para que sea más adecuada a las condiciones de trabajo o para reducir los costos de producción.

## A) CEMENTO:

### a) DEFINICION

El cemento Portland se define en la forma como el producto obtenido por la pulverización del Clinker Portland con la adición eventual del sulfato de calcio. Admitiéndose la adición de otros productos que no excedan de 1% en peso total, siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionales deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker (Rivva, E. 2000).

Se denomina “Clinker Portland” al producto constituido en su mayor parte por Silicato de Calcio, obtenido por la cocción hasta fusión parcial (clinkerización) de una mezcla conveniente, proporcionada y homogeneizada de materiales debidamente seleccionados.

### b) COMPOSICIÓN QUÍMICA

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

**Tabla N° 1:** Componentes Químicos del Cemento y Procedencia usual

<b>%</b>	<b>COMPONENTE QUIMICO</b>	<b>PROCEDENCIA USUAL</b>
<b>95%&lt;</b>	Oxido de calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Oxido de Silice ( <b>SiO<sub>2</sub></b> )	Areniscas
	Oxido de Aluminio ( <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> )	Arcillas
	Oxido de Hierro ( <b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> )	Arcillas, Mineral de Hierro, piritita
<b>5%&lt;</b>	Oxido de Magnesio, Sodio, potasio, titanio, azufre, fósforo Y magnesio	Minerales Varios

**Fuente:** Tópico de tecnología de concreto de Enrique Pasquel

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

**Tabla N° 2:** Porcentajes de Óxidos en el Cemento Portland

COMPUESTO	PORCENTAJE	NOMBRE
<b>CaO</b>	61 % - 67 %	Oxido de Calcio
<b>SiO<sub>2</sub></b>	20 % - 27 %	Oxido de Silicio
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	4 % - 7 %	Oxido de Aluminio
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	2 % - 4 %	Oxido de Hierro
<b>SO<sub>3</sub></b>	1 % - 3 %	Óxido de Azufre
<b>MgO</b>	1 % - 5 %	Oxido de Magnesio
<b>K<sub>2</sub>O y Na<sub>2</sub>O</b>	0.25 % - 1.5 %	Álcalis

**Fuente:** Tópico de tecnología de concreto de Enrique Pasquel

1. **Silicato tricálcico**, el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación.
2. **Silicato dicálcico**, el cual define la resistencia a largo plazo y no tiene tanta incidencia en el calor de hidratación.
3. **Aluminato tricálcico**, es un catalizador en la reacción de los silicatos y ocasiona un fraguado violento. Para retrasar este fenómeno, es preciso añadirle y eso durante la fabricación del cemento.
4. **Aluminio- ferrito tetracálcico**, influye en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.
5. **Componentes menores:** oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio.

#### c) TIPOS DE CEMENTOS

**Tipo I**, para uso general que no requiera propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo.

Es un cemento de uso general en la construcción que se emplea en obra que no requieren propiedades especiales. El cemento Portland Tipo I se fabrica mediante la molienda conjunto del Clinker tipo I, yeso, que brinda mayor resistencia inicial y menor tiempo de fraguado.

**Propiedades:**

- Mayores resistencias iniciales
- Menores tiempos de fraguados

**Aplicaciones:**

- Obras de concreto armado general
  - Estructuras que requieren un rápido desencofrado
  - Concreto en clima frío
  - Producto pre fabricado
- Tipo II, para uso general y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos.
  - Tipo III, para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales.
  - Tipo IV, para usar cuando se desea bajo calor de hidratación.
  - Tipo V, para usar cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

**d) TIPO DE CEMENTO A UTILIZAR**

La elección del cemento Portland a ser empleado en la preparación de concretos es muy importante. Las diferentes marcas y tipos tendrán distintas características de desarrollo de resistencia debido a variaciones en su composición y en su finura, dentro de los límites que permite. El cemento empleado por la presente tesis fue el Cemento Portland Pacasmayo Tipo I.

**Tabla N° 3:** Componentes Químicos del Cemento Portland Tipo I

Componentes	Cemento Pacasmayo Tipo I
<b>Cal Combinada : CaO</b>	62.5%
<b>Sílice: SiO<sub>2</sub></b>	21%
<b>Alumina: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	6.5%
<b>Hierro : Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	2.5%
<b>Óxido de Azufre: SO<sub>3</sub></b>	2.0%
<b>Cal Libre: CaO</b>	0.0%
<b>Magnesio: MgO</b>	2.0%
<b>Perdida al Fuego: P.F</b>	2.0%
<b>Residuo Insoluble: R.I</b>	1.0%
<b>Álcalis: Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O</b>	0.5%

**Fuente:** Tópico de tecnología de concreto de Enrique Pasquel

## **CEMENTO PORTLAND PACASMAYO TIPO I**

El cemento Tipo I es un cemento de uso general en la construcción, que se emplea en obras que no requieren propiedades especiales. El cemento portland Tipo I se fabrica mediante la molienda conjunta de Clinker Tipo I y yeso, que brindan mayor resistencia inicial y menores tiempos de fraguado. Debe cumplir con los requisitos de las normas.

### **CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS**

Es interesante anotar que en general los cementos nacionales siguen los comportamientos típicos a largo plazo, que es factible esperar de cemento similar fabricados en el extranjero, sin embargo la experiencia en el uso de ellos y a la variabilidad que se pueden apreciar en las tablas nos permite afirmar que las propiedades a corto plazo nos siempre mantienen parámetros constantes, por lo que nunca debe confirmarse a priori en ellas sin efectuar pruebas de control

El cemento utilizado en el diseño de mezcla tiene las siguientes características físicas y químicas con un límite permisible.

Ensayos Físicos ASTM sobre muestras de cemento Portland Pacasmayo

Mgo 2.5%

So<sub>3</sub> 2.7%

Perdida por ignición 1.9%

Residuo insoluble 0.39%

### **B) AGREGADOS**

#### **a) AGREGADO FINO**

El agregado fino es el material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasan por el tamiz de 3/8'' (9.51 mm) y es retenido por el tamiz N° 200. Norma Técnica Peruana 400.011.

El agregado fino utilizado para el diseño de mezcla del concreto de alta resistencia en la presente investigación, proviene de la Cantera “Rubén”, ubicada por la carretera Panamericana a 30 min del Norte de Chimote. Esta cantera está compuesta por arena gruesa e intercalada con arenas eólicas.

#### ➤ **PROPIEDADES FÍSICAS**

El agregado fino a utilizarse en el concreto debe cumplir ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones técnicas de las Normas Técnicas Peruanas.

La determinación de estos requisitos denominadas propiedades físicas nos permitirá obtener valores que serán utilizados para los diseños de mezclas de concreto a estudiar. Las propiedades físicas a determinar son: Peso específico, peso unitario, granulometría, módulo de finura, porcentaje de finos que pasa la malla N° 200, contenido de humedad y absorción.

#### ➤ **PESO UNITARIO.**

El peso unitario del agregado, es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en kg/m<sup>3</sup>.

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

#### ➤ **PESO ESPECÍFICO.**

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



mezcla y también para verificar que el agregado corresponda al material de peso normal.

➤ **CONTENIDO DE HUMEDAD.**

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

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

➤ **ABSORCION.**

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

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

➤ **GRANULOMETRIA.**

La granulometría se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados. La norma técnica peruana establece las especificaciones granulométricas.

Antes de comenzar a realizarse cualquier estudio de las características del concreto, se tiene primero que determinar la calidad del agregado con el que se trabaja verificar si cumple los requerimientos básicos de las normas.

La calidad del concreto depende básicamente de las propiedades del mortero, en especial de la granulometría y otras características de la arena. Como no es fácil modificar la granulometría de la arena a diferencia de lo que sucede con el agregado

grueso, que se puede cribar y almacenar separadamente sin dificultad, la atención principal se dirige al control de su homogeneidad. Requisitos Granulométricos

**Tabla N°4:** Tabla de Granulometría

<b>Malla</b>	<b>% que Pasa</b>
<b>3/8"</b>	100
<b>N° 4</b>	95 - 100
<b>N° 8</b>	80 - 100
<b>N° 16</b>	50 - 100
<b>N° 30</b>	25 - 60
<b>N° 50</b>	10 - 30
<b>N° 100</b>	0

**Fuente:** Norma técnica peruana(NTP)

➤ **MODULO DE FINURA.**

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

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

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

➤ **SUPERFICIE ESPECÍFICA.**

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

Material más fino que pasa la malla N° 200

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

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

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

## **b) AGREGADO GRUESO**

### **➤ DEFINICION**

El agregado grueso es el retenido en el tamiz 4.75 mm (N°9) proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca, que cumple con los límites establecidos en la Norma Técnica Peruana 400.037

El agregado grueso suele clasificarse en grava y piedra triturada o chancada. La grava es el agregado grueso, proveniente de la desintegración natural de materiales pétreos, encontrándoseles corrientemente en canteras y lechos de ríos, depositados en forma natural.

El agregado grueso utilizado para el diseño de mezcla del concreto de alta resistencia en la presente investigación proviene de la Cantera “Rubén”.

### **➤ PROPIEDADES FISICAS**

Los agregados gruesos para que puedan ser utilizados en la preparación del concreto de alta resistencia deben cumplir, aparte de los requisitos mínimos de las Normas, que proceda de rocas ígneas plutónicas de grano fino, que han enfriado en profundidad, con una dureza no menor a 7 y una resistencia en compresión no menor del doble de la resistencia que se desea alcanzar en el concreto.

Los agregados gruesos deben satisfacer los requerimientos mínimos que especifican las normas de control, siendo de vital importancia que sus propiedades físicas mantengan el margen de los límites pre establecidos en dichas normas de calidad.

#### ➤ **PESO UNITARIO**

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

#### ➤ **PESO ESPECÍFICO**

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

#### ➤ **CONTENIDO DE HUMEDAD**

Es la cantidad de agua que contiene el agregado grueso.

Esta propiedad es importante porque de acuerdo a su valor (en porcentaje) la cantidad de agua del concreto varía.

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

#### ➤ **ABSORCION**

Es la capacidad el agregado grueso de absorber agua en contacto con él. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/ cemento. También se define como la diferencia en el peso del material

superficialmente seco y el peso del material secado en horno (24 hrs), todo dividido entre el peso seco y todo multiplicado por 100.

### ➤ **GRANULOMETRIA**

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

En concretos de alta resistencia no es recomendable utilizar toda la granulometría del agregado grueso, por investigaciones se ha determinado utilizar tamaños máximos de piedra que están en un rango para obtener optima resistencia en compresión.

El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados. La malla utilizada para determinar la granulometría de los agregados se designa por el tamaño de la abertura cuadrada en pulgadas.

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

El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en la Norma, indicados en la tabla.

Tamaño Máximo: El tamaño máximo del agregado para la elaboración de concreto de alta resistencia deberá ser mantenido en un mínimo, en el orden de  $\frac{1}{2}$ " a  $\frac{3}{8}$ ", no es recomendable emplear agregados de  $\frac{3}{4}$ " y 1".

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

Tamaño Máximo Nominal: Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada, que produce el 1.

## ➤ **MODULO DE FINURA**

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

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

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

## **C) AGUA PARA CONCRETO**

El agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y del desarrollo de sus propiedades (curado). Por lo tanto, debe cumplir con ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química, sin ocasionar problemas colaterales si tienen ciertas sustancias que puedan dañar al concreto. Debe cumplir con las normas ASTM.

Está prohibido el uso de aguas ácidas, calcáreas, minerales ya sea carbonatadas o minerales; aguas provenientes de minas, aguas que contengan residuos industriales, agua con contenido de sulfatos mayores al 1%, aguas que contengan algas, materia orgánica, humus o descargas de desagües, agua que contenga azúcares o sus derivados.

Igualmente, aquellas aguas que contengan porcentajes significativos de sales de sodio o de potasio disueltas, en todos aquellos casos en que la relación álcali – agregado es posible.

**Tabla N° 5:** Requisitos para agua de mezcla – NTP 339.088

DESCRIPCION	LIMITE PERMISIBLE
<b>Cloruros</b>	300 ppm.
<b>Sulfatos</b>	300 ppm.
<b>Sales de Magnesio</b>	150 ppm.
<b>Sales Solubles Totales</b>	1500 ppm.
<b>pH.</b>	Mayor de 7
<b>Sólidos en Suspensión</b>	1500 ppm.
<b>Materia Orgánica</b>	10 ppm.

**Fuente:** Norma técnica peruana (NTP)

### ➤ **Arcilla**

Es un suelo o roca sedimentaria constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratados, procedentes de la descomposición de rocas que contienen feldespato, como el granito. Presenta diversas coloraciones según las impurezas que contiene, desde el rojo, anaranjado, hasta el blanco cuando es pura.

Arcilla del periodo cuaternario (400.000 años)

Físicamente se considera un coloide, de partículas extremadamente pequeñas y superficie lisa. El diámetro de las partículas de la arcilla es inferior a 0.002mm. En la fracción textural arcilla puede haber partículas no minerales, los fotolitos. Químicamente es un silicato hidratado de alúmina, cuya fórmula es:



Se caracteriza por adquirir plasticidad al ser mezclada con agua, y también sonoridad y dureza al calentar por encima de 800 °C. la arcilla endurecida mediante la acción del fuego fue la primera cerámica elaborada por los seres humanos, y aun es uno de los materiales más baratos y de uso más amplio.

Ladrillos, utensilios de cocina, objetos de arte e incluso instrumentos musicales como la ocarina son elaborados con arcilla. También se la utiliza en muchos procesos industriales, tales como en la elaboración de papel, producción de cemento y procesos químicos.

La superficie específica o área superficial de una arcilla se define como el área de la superficie externa más el área de la superficie interna (en el caso de que esta exista) de las partículas constituyentes, por unidad de masa, expresada en m<sup>2</sup>/g.

Las arcillas poseen una elevada superficie, muy importante para ciertos usos industriales en los que la interacción sólido – fluido depende directamente de esta propiedad.

Ejemplos de superficies de arcillas:

Caolinita de elevada cristalinidad hasta 15 m<sup>2</sup>/g

Caolinita de baja cristalinidad hasta 50 m<sup>2</sup>/g

Halloisita hasta 60 m<sup>2</sup>/g

Illita hasta 50 m<sup>2</sup>/g

Montmorillonita 80 – 300 m<sup>2</sup>/g

Sepiolita 100 – 240 m<sup>2</sup>/g

Paligorskita 100 – 200 m<sup>2</sup>/g

#### ➤ **Clasificación**

**Arcilla Primaria.** Se utiliza esta denominación cuando el yacimiento donde se encuentra es el mismo lugar en donde se originó. El caolín es la única arcilla primaria conocida.

**Arcilla Secundaria.** Se desplazan de su formación, por fuerzas físicas o químicas. Se encuentran entre ellas el caolín secundario, la arcilla refractaria, la arcilla de bota, el barro de superficie y el gres.

Si atendemos a la estructura de sus componentes, se distinguen las arcillas filitenses y las arcillas fibrosas.

También se pueden distinguir las arcillas de acuerdo a su plasticidad. Existen así las arcillas plásticas (como la caolinitica) y las poco plásticas (como la esméctica, que absorbe las grasas).

Por último, hay también las arcillas calcáreas con bloques (arcilla, grava y bloques de piedra de las morrenas), las arcillas de descalcificación y las arcillas (esquistos arcillosos).



### ➤ Arcilla Activadas

Reacción química a la que es sometida la arcilla mediante diferentes procesos, con la finalidad de obtener una composición adecuada a la necesidad ya sea industrial, constructora u otras actividades.

Las arcillas clasificantes activas por naturaleza se usan desde 1880. Las arcillas de sílice, como la bentonita, pueden transformarse en arcillas clasificantes altamente activadas mediante un tratamiento con ácido. Con los años, el uso original de las arcillas como agentes decolorantes empleados en la clarificación de aceites de color oscuro se ha transformado significativamente gracias a las tecnologías modernas. Las arcillas clarificantes se han convertido en arcillas absorbentes, y aunadas a su capacidad de absorción de componentes de color y otras impurezas no deseadas en los aceites, su característica acidica y catalítica, así como su capacidad de intercambio iónico, son propiedades de gran importancia.

## OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

**Tabla 6:** Variable dependiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
<b>Resistencia a la compresión</b>	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento	Es una medida en unidades de kilogramos-fuerza por pulgadas (PSI) Oo en mega pascales (MPa) en unidades SI, que se utiliza para diseñar concreto.	Kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 7:** Variable independiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
<b>Arcilla Natural</b>	Sustitución de un porcentaje de cemento por arcilla natural activada en el diseño de concreto F'c 210 kg/cm2.	Ceniza para mejorar la resistencia a la compresión del concreto	Porcentaje 0%, 30%, 40% y 50%

**Fuente:** Elaboración propia

“La hipótesis Cuando se reemplaza un porcentaje de 30,40 y 50% de cemento por arcilla natural activada de cusca – provincia de Corongo en un diseño de concreto F'c 210 kg/cm2 se logrará una resistencia que cumpla con las normas técnicas.”

El objetivo general es determinar la resistencia de un concreto F'c 210 kg/cm2 cuando se sustituye el cemento por la arcilla natural de 30,40, y 50% en nuestro diseño de mezcla.

- Activar mecánicamente y térmicamente la Arcilla Natural
- Diseñar mezcla
- Determinar la relación agua/cemento de la mezcla patrón y del experimental.
- Ensayar las probetas de concreto patrón y experimental a los 7, 14, 28 días y Comparar los resultados obtenidos de las probetas patrón y experimental.

## **6.- Metodología**

### **Tipo de Investigación**

La Investigación es un proceso que, mediante la aplicación del método científico, y utilizando técnicas adecuadas, procura obtener información relevante y fidedigna, para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento.

En relación a la meta de la investigación descriptiva, Murillo (2005, p.56), expresa que: no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. Los investigadores no son meros tabuladores, sino que recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, exponen y resumen la información de manera cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento.

En función de lo antes mencionado, podemos definir que el tipo de investigación fue descriptiva, ya que consistió en estudiar un proceso relacionado con el diseño de morteros, utilizando técnicas adecuadas, que permitieron hacer un análisis de las características, propiedades y elementos constitutivos, permitiendo la interpretación correcta de los resultados.

### **Diseño de la Investigación**

El diseño de investigación consiste en el plan que se piensa seguir para dar respuesta a las preguntas formuladas y probar los objetivos planteados. Para seleccionar el diseño deben tomarse en cuenta las posibilidades reales, los recursos y el tiempo disponible, así como también las posibles fuentes que proporcionarán la información que responda las preguntas planteadas en forma válida y confiable.

Según Sabino (2000) “su objeto es proporcionar un modelo de verificación que permita contrastar hechos con teorías, y su forma es la de una estrategia o plan general que determina las operaciones necesarias para hacerla”. (p.54)

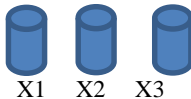
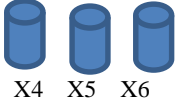

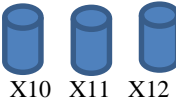


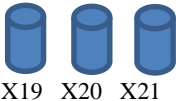


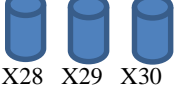
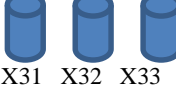

Hernández y Batista (2003, p 48) expresan que el diseño de investigación constituye:

El diseño de investigación desglosa las estrategias básicas que el investigador adopta para generar información exacta e interpretable. Los diseños son estrategias con las que intentamos obtener respuestas a preguntas como: contar, medir y describir.

Los diseños de investigación se clasifican en experimentales y no experimentales. Los diseños experimentales son aquellos donde se manipulan las variables, para dar respuesta a los objetivos planteados. Los no experimentales se realizan sin manipulación de las variables, y en los que solo se observan los fenómenos en su contexto natural para después analizarlos.

Dada las características del estudio y los objetivos planteados en el presente trabajo, el diseño de la investigación fue de tipo no experimental, ya que no se manipularon las variables en el diseño y fabricación del mortero.

**Tabla 8:** Esquema del diseño experimental

<b>RESISTENCIA DE CONCRETO CON ARCILLA ACTIVADA</b>				
<b>DIAS DE CURADO</b>	<b>MEZCLA PATRON</b>	<b>CON 30 % DE ARCILLA</b>	<b>CON 40 % DE ARCILLA</b>	<b>CON 50 % DE ARCILLA</b>
<b>7 DIAS</b>	 X1 X2 X3	 X4 X5 X6	 X7 X8 X9	 X10 X11 X12
<b>14 DIAS</b>	 X13 X14 X15	 X16 X17 X18	 X19 X20 X21	 X22 X23 X24
<b>28 DIAS</b>	 X25 X26 X27	 X28 X29 X30	 X31 X32 X33	 X34 X35 X36

**Fuente:** Elaboración propia

## **POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **Población:**

Agregados de las Canteras Luis Medina para el agregado grueso y la Cantera la Cumbre para el agregado fino.

Concreto. Conjunto de 36 Probetas que se verificara en el laboratorio del concreto.

**P° = 36 Probetas (Población)**

### **Muestra:**

**M° = 36 Probetas (Muestra)**

Nuestra muestra es pequeña de 36 Probetas

A su vez usaremos un método de muestra no probabilístico

### **Ensayos a realizar por agregado**

#### **Agregado Fino:**

- Peso Unitario
- Módulo de Finura
- Contenido de Humedad
- Gravedad Específica y Absorción
- Superficie Específica

#### **Agregado Grueso:**

- Peso Unitario
- Módulo de Finura
- Contenido de Humedad
- Gravedad Específica y Absorción
- Superficie Específica

## **Ensayos a realizar por ensayos de Concreto**

### **Concreto fresco:**

- Exudación
- Contenido de Aire

### **Concreto Endurecido:**

- Resistencia a la Compresión

Testigos (Probetas) cilíndricas de concreto, necesarios para que podamos experimentar en el Laboratorio de Mecánica de Suelos.

## **TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

**Elaboración de guía de observación:** Para tomar datos recolectados en el laboratorio.

Las guías serán tomadas con respecto a los siguientes ensayos:

- Ensayo Granulométrico
- Ensayo de Peso Específico de Arena Gruesa
- Ensayo de peso Específico de Piedra
- Ensayo de Peso Unitario de Arena
- Ensayo de Peso Unitario de Piedra
- Contenido de Humedad
- Diseño de Mezcla
- Elaboración de Probetas
- Ruptura de Probetas
- Limite Plástico (Arcilla)
- Limite Líquido (Arcilla)

**Guía de Registro:** Tomado por mi persona, para ver el avance de nuestras probetas.

**Computadoras:** Para el análisis de resultados arrojados en el laboratorio.

**Materiales:** Necesarios para la elaboración de los testigos.

**TABLA N° 9 Técnicas e instrumentos**

<b>Técnicas de Recolección de Información</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Nivel de Investigación</b>	<b>Naturaleza de la Investigación</b>	<b>Ámbito de la Investigación</b>
La Observación	Guía de Observación	Cuasi Experimental	Prospectivos	Población N´=36 Probetas

### **Técnica de recolección de datos**

Una vez seleccionado el diseño de investigación y la muestra adecuada de acuerdo con el problema de investigación, la siguiente etapa consistió en recolectar los datos pertinentes sobre las variables involucradas en la investigación.

La investigación no tiene sentido sin las técnicas de recolección de datos. Estas técnicas conducen a la verificación del problema planteado. Cada tipo de investigación determinará las técnicas a utilizar y cada técnica establece sus herramientas, instrumentos o medios que serán empleados.

De lo antes citado puede decirse que las técnicas de recolección de datos son las distintas formas y maneras de obtener información y los instrumentos son los medios materiales que se emplean para recopilar los datos específicos.

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos utilizados para conseguir la información necesaria en este trabajo de investigación, fueron las siguientes: Información documental, observación directa, balanza electrónica y prensa hidráulica; para el registro se utilizó formatos de anotaciones, ver anexo 1.

Para la información documental se revisaron las Normas Venezolanas COVENIN, concernientes a la elaboración de morteros y sus agregados, ensayos metodológicos y datos estadísticos para establecer patrones para el diseño de las mezclas.

La observación directa consiste en percibir activamente la realidad exterior, orientándola hacia la recolección de datos previamente definidos de interés en el curso de la investigación.

En este sentido, en el presente estudio se realizaron observaciones directas en el laboratorio mientras se ensayaban las diferentes mezclas en la elaboración de los morteros.

En la obtención de datos de ensayos realizados a los cubos, se consideró un formato de anotaciones de las características de los morteros, una vez pesados y minar estas características se utilizó los sometidos a esfuerzos a compresión, para determinar siguientes instrumentos: balanza electrónica, prensa hidráulica y formatos de medición.

En consecuencia los instrumentos descritos anteriormente, se aplicaron a las muestras seleccionadas y sus resultados fueron analizados y tabulados, con la finalidad de diseñar morteros con la incorporación de la arcilla y su correspondiente comparación con morteros tradicionalmente hechos a base de cemento, comprobando su resistencia a la compresión.

## **ENSAYOS DE LABORATORIO PARA EL CONCRETO**

### **Diseño de mezcla para la relación A/C = 0.684**

- Análisis por tamices del agregado Grueso – ASTM C. 136
- Peso específico y absorción de agregado grueso – Norma ASTM C. 127
- Peso unitario del agregado – Norma ASTM C.29
- Módulo de fineza ASTM C. 125



### **Fabricación de probetas (estado fresco y endurecido)**

- Muestreo de concreto fresco – Norma ASTM C. 172
- Resistencia a la compresión – Norma ASTM

### **DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES**

#### **Cemento Portland Tipo I – Pacasmayo**

Se optó por usar el cemento Peruano Pacasmayo Portland tipo I.

#### **Características Físicas**

**TABLA N° 10 Características físicas del cemento portland**

<b>CARACTERÍSTICAS CEMENTO PORTLAND TIPO I – PACASMAYO</b>	
Pesco Especifico	3.11 %
Contenido de Aire	10.5 %

#### **Usos del Cemento**

El cemento portland tipo I Pacasmayo, se utiliza en nuestra localidad para construcciones en general, Que requiere condiciones típicas de concreto que se fabrica, tales como: edificaciones, obras hidráulicas, veredas, pavimentos, alcantarillado, tanques elevados, etc. (ASTM – C. 150). Es el más usado en obras por constructores e ingenieros de la Región

## **Agregados**

### **Características a usarse en la Investigación**

#### **- Chancadora Luis Medina**

Propietario: Luis Medina

Ubicación: La Chancadora esta:

Distrito        Nepeña

Provincia     : Del Santa

Departamento: Ancash

Región        : Ancash

#### **Método de Explotación:**

La explotación se realizara a cielo abierto mediante uso de explosivos para obtener una roca mediana, la cual es trasladada hacia la chancadora, y obtener así el producto final.

#### **Tipos de Agregados:**

El material que comercializa esta cantera es piedra chancada de ½” a ¼” y de 1”, confitillo, y agregado integral (material para afirmado).

#### **- Cantera La Cumbre**

La cantera La Cumbre o Lorena Paola es una cantera no metálica dedicada exclusivamente a la explotación de arena gruesa para la construcción, es explotada por el propietario a solicitud de terceros clientes, por lo que no cuenta con un personal permanente en la zona.

Propietario: Sr. Isidoro Chero Gálvez.

Ubicación: La cantera está ubicada en:

Localidad: Pampa Carbonera

Distrito: Nepeña

Provincia: Del Santa

Departamento: Ancash

Región: Ancash

Se encuentra ubicada a la derecha de la carretera Panamericana Norte a la altura del Kilómetro 415 y a 2,77 km. Al Este de la Panamericana.

### **Accesibilidad**

La vía principal de acceso a esta cantera es la Carretera Panamericana Norte, complementándose con el camino de acceso a la margen derecha de la Panamericana y a una distancia aproximada de 2.77 km.

### **Métodos De Explotación**

La explotación se realiza a cielo abierto con Maquinaria pesada (cargador: Frontal) y una zaranda estática de diámetro de ¾”.

### **Tipos de Agregados**

El material que comercializa esta cantera.

#### **- Arcilla**

Ubicación: La cantera se encuentra ubicada en:

Distrito: Cusca

Provincia: Corongo

Departamento: Ancash

Región: Ancash

La arcilla que se utilizo es de la localidad del Distrito de Cusca, Provincia Corongo, Región Ancash es una arcilla utilizada para hacer arcilla artesanía (ollas, vasijas) es una arcilla de color rojo.

Esta arcilla en el ensayo visual arrojó 87% de Arcilla y solo 2.3% de agregado.

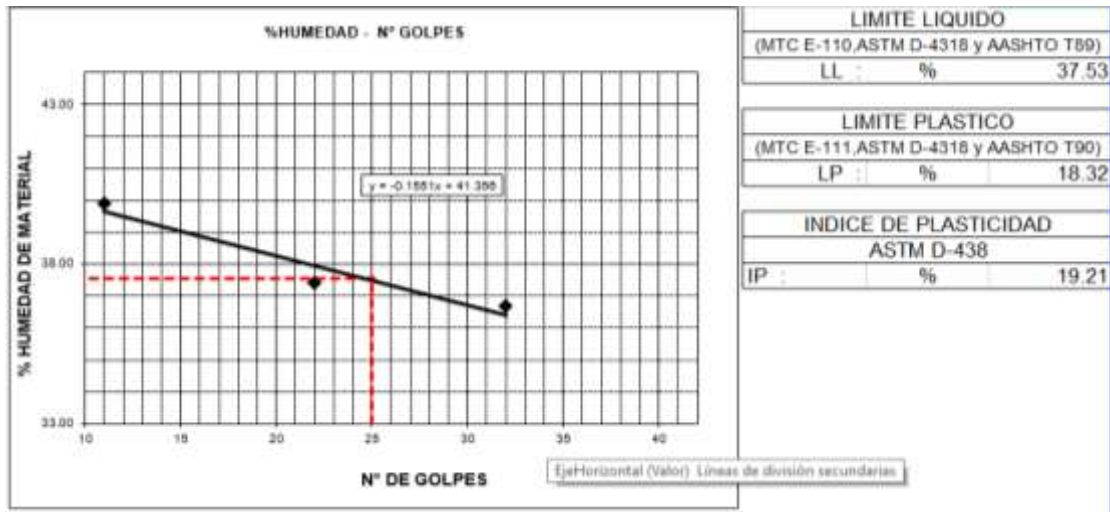
#### - **Ensayos Visuales**

Se hizo una masa y se dio forma circular de 3cm de diámetro y se dejó caer a cierta altura y la arcilla solo cambio de forma mas no se quebró ni presento grietas lo cual confirmaría la calidad del material.

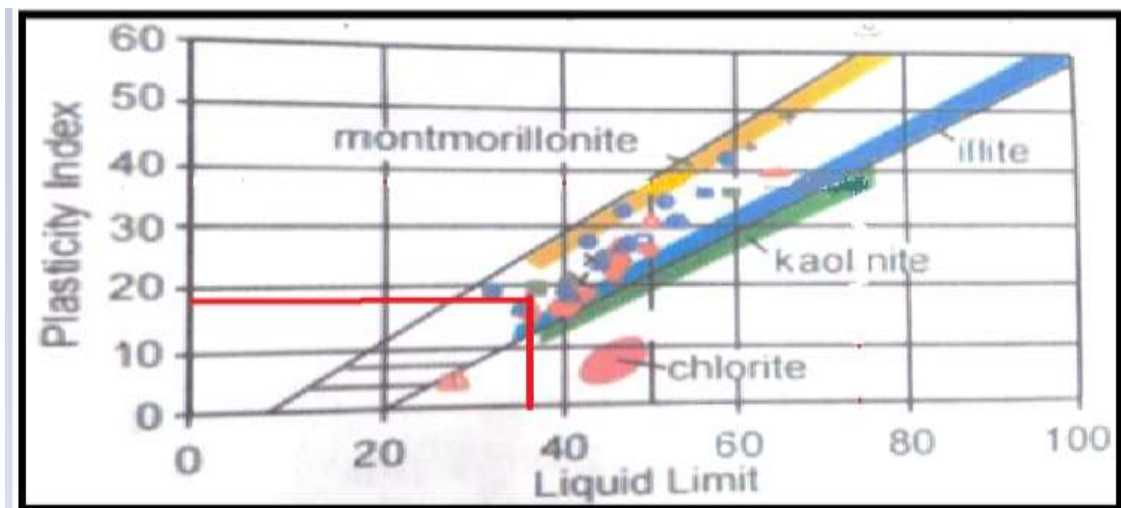
## 7.- Resultados

### ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG

Resultados obtenidos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos USP.



Con estos datos nos dirigimos al gráfico de COVAR que nos indicará que tipo de Arcilla es.



**Figura N°1:** Gráfico de Plasticidad Casagrande, 1932; con nuestros datos de índice de plasticidad y límite líquido nos indica que está dentro de una arcilla inorgánica de mediana plasticidad.

Podemos observar que de acuerdo a la diferencia entre el límite líquido y límite plástico tenemos un índice de plasticidad bajo pero que se encuentra dentro del rango

de una arcilla inorgánica, también gracias a ellos podemos interpretar que la arcilla se aproxima a un tipo de Arcilla Montmorillonita.

### ACTIVACIÓN DE LA ARCILLA

La arcilla luego de haber secado durando 8 días en ambiente natural y 24 horas en el horno y determinar que se aproxima a un tipo de Arcilla Caolinita por nuestros antecedentes nos indica que se deberá calcinar a 550° C por 1 hora y media.

GRADO DE CALCINACION: 550°

TIEMPO DE CALCINACION: 1Hr 30 min

PESO DE MUESTRA = 2,535.80 gr.

PESO DE MUESTRA CALCINADA = 2,287.50 gr.

PORCENTAJE REDUCIDO = 100 % - 90.21 % = 9.79 %

Como vemos el material después de ser calcinado ha sufrido una pérdida de peso de 9.79% del total esto debido a que las partes internas de la arcilla pudo contener humedad que no pudo secar en ambiente natural.

Dosificación de materiales

**Tabla 11:** Proporción De Materiales Utilizado Para Calcular La trabajabilidad de la probeta patrón.

Descripción	Relación	Agregado	Agregado	Aglomerante	
	Agua/Cemento	grueso (kg/m3)	fino (kg/m3)	Cemento (kg/m3)	Agua(kg/m3)
Patrón	0.684	1057.081	905.202	282.164	199.932

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 12:** Dosificación de materiales utilizado para calcular la trabajabilidad de las probetas experimentales al 30,40 Y 50% de sustitución a cemento.

Descripción	Relación	Agregado	Agregado	Aglomerante		
	Agua/Cemento	grueso (kg/m3)	fino (kg/m3)	Cemento (kg/m3)	Arcilla activada (kg/m3)	Agua (kg/m3)
Exp 30%	0.684	1057.08	905.20	197.51	84.649	199.93
Exp 40%	0.684	1057.08	905.20	169.30	112.865	199.93
Exp 50%	0.684	1057.08	905.20	141.082	141.082	199.93

**Fuente:** Elaboración propia

Se utilizó para la realización de los especímenes de las probetas experimental, teniendo en cuenta que para la probeta patrón utilizando cemento Portland la relación A/C=0.684.

### ENSAYOS DE COMPRESIÓN DEL PATRÓN

**Tabla 13:** Ensayos de Compresión Patrón 7 días

Descripción	Diámetro (cm)	Peso (kg)	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN 7D-1 (P1)	15.02	13.377	149.65
PATRÓN 7D-2 (P2)	15.08	13.352	160.58
PATRÓN 7D-3 (P3)	14.97	13.496	159.58
		<b>Promedio</b>	<b>156.63</b>

**Fuente:** Prueba de Compresión. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**Tabla 14:** Ensayos de Compresión Patrón 14 días

Descripción	Diámetro (cm)	Peso (kg)	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN 14D-1 (P1)	14.95	13.152	173.03
PATRÓN 14D-2 (P2)	14.98	13.400	167.13
PATRÓN 14D-3 (P3)	14.96	13.502	171.20
		<b>Promedio</b>	<b>170.45</b>

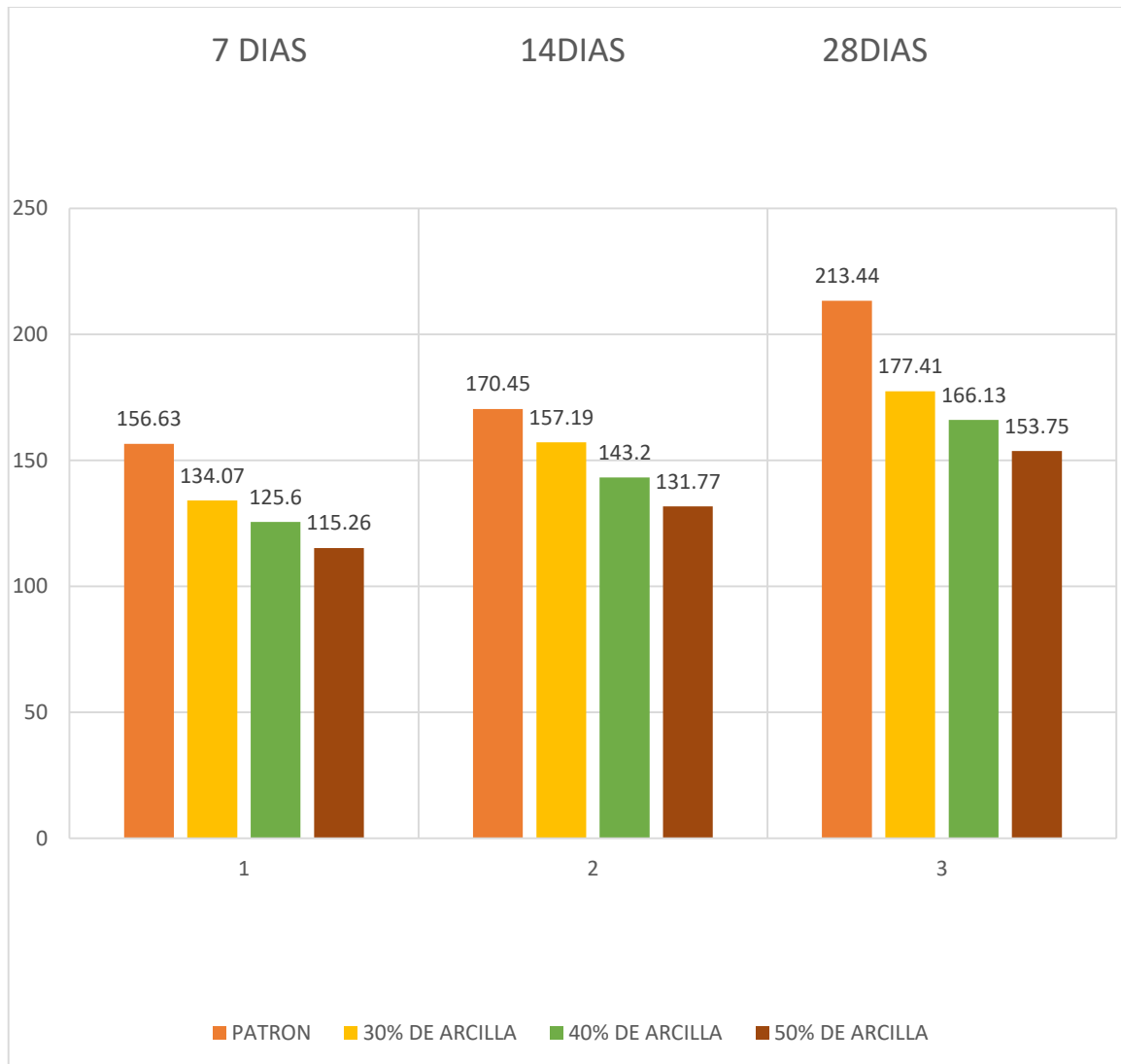
**Fuente:** Prueba de Compresión. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**Tabla 15:** Ensayos de Compresión Patrón 28 días

Descripción	Diámetro (cm)	Peso (kg)	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN 28D-1 (P1)	15.07	13.471	210.79
PATRÓN 28D-2 (P2)	15.03	13.446	214.75
PATRÓN 28D-3 (P3)	15.06	13.383	214.79
		<b>Promedio</b>	<b>213.44</b>

**Fuente:** Prueba de Compresión. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ENSAYOS DE COMPRESIÓN (KG/CM2) DE CONCRETO PATRÓN Y EXPERIMENTALES CON 30, 40 Y 50 % DE ARCILLA.**



**Figura 2:** Resistencia a la Compresión (Kg/cm2) Vs. Edad (Días)

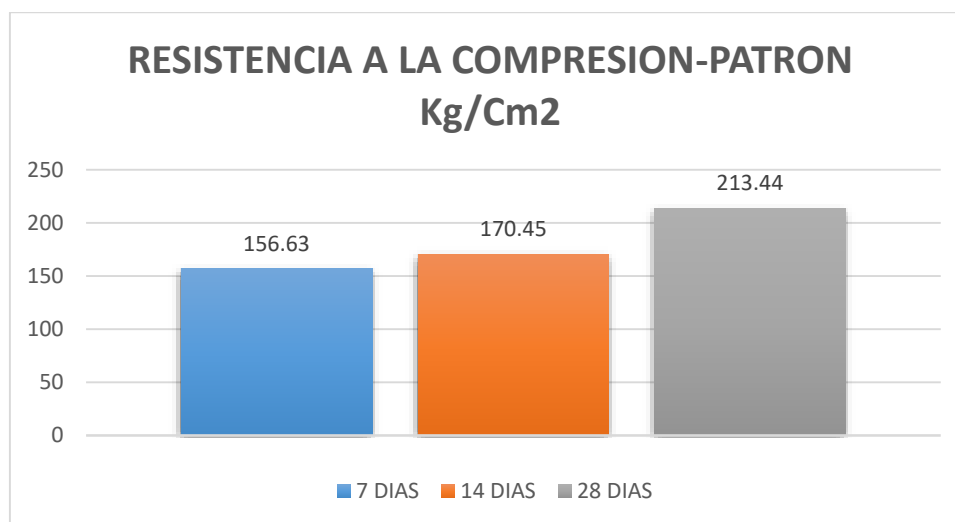


**ENSAYOS DE COMPRESIÓN (KG/CM<sup>2</sup>) DEL CONCRETO PATRÓN Y EXPERIMENTALES.**



**Figura 3:** Resistencia a la Compresión Vs. Edad

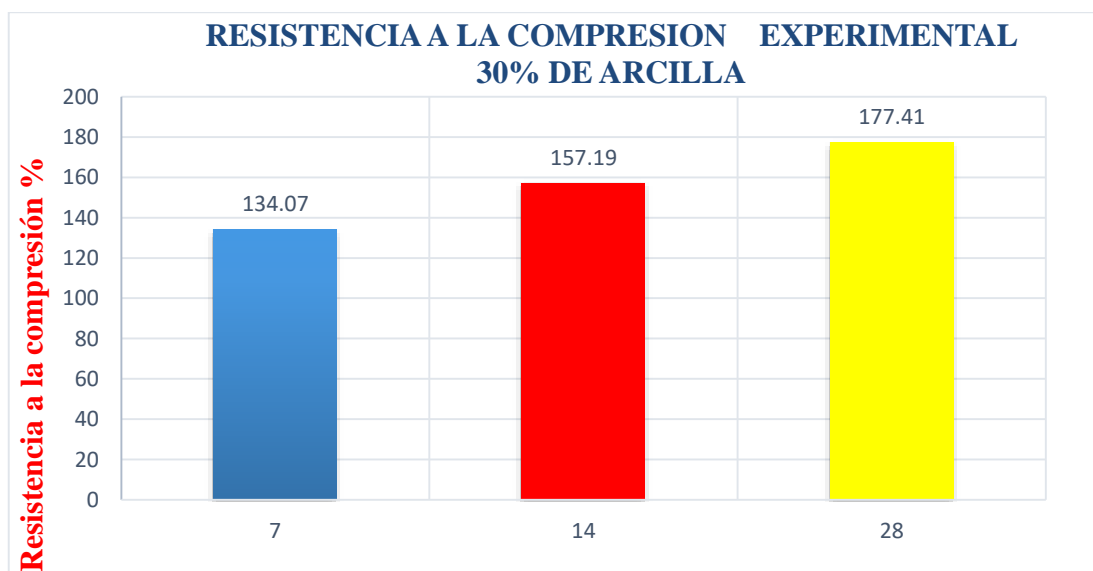
### PROBETAS PATRÓN



**Figura 4:** Resistencia a la compresión 7,14 y 28 días de curado de la muestra patrón.

### PROBETAS EXPERIMENTALES

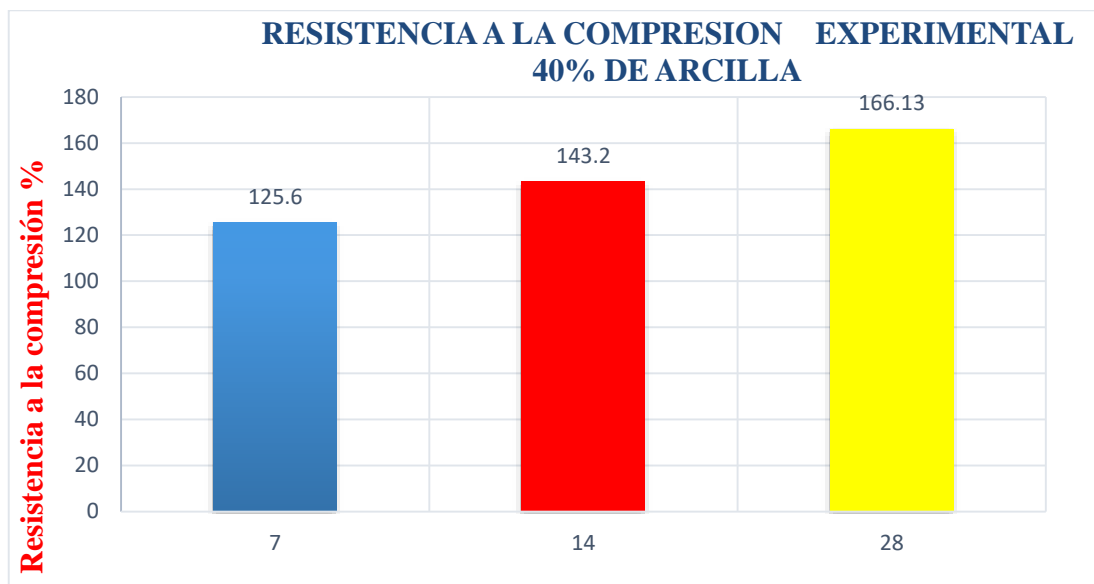
#### Probetas con Sustitución 30%



**Figura 5:** Resistencia a la compresión 7,14 y 28 días de curado de la muestra experimental a 30% de arcilla.

Se registra datos que alcanzaron una resistencia promedio que supera considerablemente lo establecido según el RNE que es de un 60% en los primeros 7 días, un 74 % a los 14 días, pero no logra llegar al 100% a los 28 días. En conclusión, no se obtuvieron resultados favorables.

### **Probetas con Sustitución 40% de arcilla**

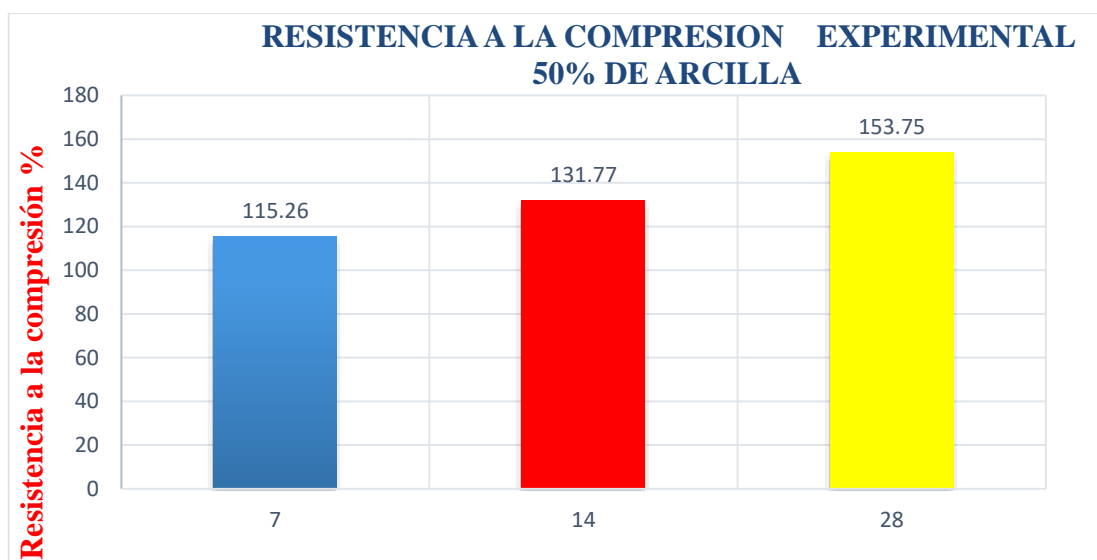


**Figura 6:** Resistencia a la compresión 7,14 y 28 días de curado de la muestra experimental a 30% de arcilla.

Se registra datos que alcanzaron una resistencia promedio que no supera lo establecido según el RNE que es de un 60% en los primeros 7 días. Asimismo podemos apreciar que los resultados registrados a los 14 no superaron el 80%, igualmente a los 28 días no se logró llegar al 100% de lo establecido respectivamente.

Esta sustitución no es aplicable ya que no genero resultados de resistencia con un incremento considerable respecto a la mezcla patrón.

### Probetas con Sustitución 5% a 700°



**Figura 7:** Resistencia a la compresión 7,14 y 28 días de curado de la muestra experimental a 50% de arcilla.

Se registra datos que alcanzaron una resistencia promedio que no supera lo establecido según el RNE que es de un 60% en los primeros 7 días. Asimismo podemos apreciar que los resultados registrados a los 14 no superaron el 80%, igualmente a los 28 días no se logró llegar al 100% de lo establecido respectivamente.

Esta sustitución no es aplicable ya que no genero resultados de resistencia con un incremento considerable respecto a la mezcla patrón.

## EXPERIMENTAL 30% DE ARCILLA

**Tabla 16:** Ensayos de Compresión Experimental 30% de arcilla a los 7 días

Descripción	Diámetro (cm)	Peso (kg)	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN 7D-1 (E1)	14.98	13.094	133.03
PATRÓN 7D-2 (E2)	14.98	13.432	136.67
PATRÓN 7D-3 (E3)	14.99	13.407	132.52
<b>Promedio</b>			<b>134.07</b>

**Fuente:** Prueba de Compresión. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**Tabla 17:** Ensayos de Compresión Experimental 30% de arcilla a los 14 días

Descripción	Diámetro (cm)	Peso (kg)	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN 14D-1 (E4)	14.98	13.510	158.04
PATRÓN 14D-2 (E5)	14.97	13.501	155.10
PATRÓN 14D-3 (E6)	14.98	13.583	158.44
<b>Promedio</b>			<b>157.19</b>

**Fuente:** Prueba de Compresión. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**Tabla 18:** Ensayos de Compresión Experimental 30% de arcilla a los 28 días

Descripción	Diámetro (cm)	Peso (kg)	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN 28D-1 (E7)	14.98	13.285	177.83
PATRÓN 28D-2 (E8)	14.99	13.380	176.87
PATRÓN 28D-3 (E9)	14.99	13.578	177.95
<b>Promedio</b>			<b>177.41</b>

**Fuente:** Prueba de Compresión. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## EXPERIMENTAL 40% DE ARCILLA

**Tabla 19:** Ensayos de Compresión Experimental 40% de arcilla a los 7 días

Descripción	Diámetro (cm)	Peso (kg)	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN 7D-1 (E10)	15.13	13.617	123.73
PATRÓN 7D-2 (E11)	14.96	13.531	125.45
PATRÓN 7D-3 (E12)	15.03	13.356	125.62
<b>Promedio</b>			<b>125.60</b>

**Fuente:** Prueba de Compresión. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**Tabla 20:** Ensayos de Compresión Experimental 40% de arcilla a los 14 días

Descripción	Diámetro (cm)	Peso (kg)	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN 14D-1 (E13)	14.98	13.469	143.31
PATRÓN 14D-2 (E14)	14.97	13.610	142.95
PATRÓN 14D-3 (E15)	14.97	13.465	143.36
<b>Promedio</b>			<b>143.20</b>

**Fuente:** Prueba de Compresión. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**Tabla 21:** Ensayos de Compresión Experimental 40% de arcilla a los 28 días

Descripción	Diámetro (cm)	Peso (kg)	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN 28D-1 (E16)	14.99	13.335	160.42
PATRÓN 28D-2 (E17)	14.97	13.430	168.82
PATRÓN 28D-3 (E18)	14.98	13.419	169.17
<b>Promedio</b>			<b>166.13</b>

**Fuente:** Prueba de Compresión. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## EXPERIMENTAL 50% DE ARCILLA

**Tabla 22:** Ensayos de Compresión Experimental 50% de arcilla a los 7 días

Descripción	Diámetro (cm)	Peso (kg)	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN 7D-1 (E19)	15.10	13.290	113.48
PATRÓN 7D-2 (E20)	14.98	13.421	117.48
PATRÓN 7D-3 (E21)	14.98	13.305	114.84
<b>Promedio</b>			<b>115.26</b>

**Fuente:** Prueba de Compresión. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**Tabla 23:** Ensayos de Compresión Experimental 50% de arcilla a los 14 días

Descripción	Diámetro (cm)	Peso (kg)	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN 14D-1 (E22)	15.02	13.336	133.40
PATRÓN 14D-2 (E23)	15.03	13.335	131.38
PATRÓN 14D-3 (E24)	14.98	13.350	130.53
<b>Promedio</b>			<b>131.77</b>

**Fuente:** Prueba de Compresión. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**Tabla 24:** Ensayos de Compresión Experimental 50% de arcilla a los 28 días

Descripción	Diámetro (cm)	Peso (kg)	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN 28D-1 (E25)	14.99	13.251	153.13
PATRÓN 28D-2 (E26)	14.97	13.336	155.75
PATRÓN 28D-3 (E27)	14.98	13.335	152.37
<b>Promedio</b>			<b>153.75</b>

**Fuente:** Prueba de Compresión. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## Resultados Finales

**Tabla 25:** Resultados Finales de los Ensayos de Compresión

Días	Patrón	Resistencias (kg/cm <sup>2</sup> )		
		Experimental 30% Arcilla	Experimental 40% Arcilla	Experimental 50% Arcilla
7	156.63	134.07	125.60	115.26
14	170.45	157.19	143.20	131.77
28	213.44	177.41	166.13	153.75

**Fuente:** Prueba de Compresión. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (KG/CM2)

**Tabla 26:** Ensayos de Compresión Patrón en Porcentajes

Días	Resistencias (kg/cm <sup>2</sup> )	
	Patrón	
7	156.63	74.58%
14	170.45	81.16%
28	213.44	101.64%

**Fuente:** Prueba de Compresión. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO

De los resultados obtenidos del Ensayo a la Compresión, se registra que se alcanzó una resistencia promedio que supera lo establecido según el RNE que es de un 60% en los primeros 7 días. Así mismo podemos apreciar que los resultados registrados a los 14 días superaron el promedio del 80% y a los 28 días se obtuvo una resistencia de 213.44 Kg/cm<sup>2</sup>.



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (KG/CM<sup>2</sup>) OBTENIDAS SEGÚN PROBETAS EXPERIMENTALES

**Tabla 27:** Ensayos de Compresión Experimentales en Porcentajes

Días	<i>Resistencias (kg/cm<sup>2</sup>)</i>					
	Experimental 30% de Arcilla		Experimental 40% de Arcilla		Experimental 50% de Arcilla	
7	134.07	63.84%	125.60	59.80%	115.26	54.88%
14	157.19	74.85%	143.20	68.19%	131.77	62.74%
28	177.41	84.48%	166.13	79.10%	153.75	73.21%

**Fuente:** Prueba de Compresión. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO

Según apreciamos con los resultados obtenidos, podemos concluir que con el material sustituido al 30, 40 Y 50% son inferiores en porcentaje en comparación al patrón a los 7,14 y 28 días.

**Tabla 28:** Cuadro Comparativo De Probetas Patrón Y Experimentales

Días	Patrón	Resistencias (kg/cm <sup>2</sup> )		
		Experimental 30% Arcilla	Experimental 40% Arcilla	Experimental 50% Arcilla
7	156.63	134.07	125.60	115.26
14	170.45	157.19	143.20	131.77
28	213.44	177.41	166.13	153.75

**Fuente:** Prueba de Compresión. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO

En conclusión, se pudo obtener un resultado no favorable en los ensayos a la compresión de las probetas experimentales, con respecto a la probeta patrón.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk con  $p > 0.05$  para las muestras) y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene ( $F=0.398$ ,  $p=0.758$ ,  $p > 0.05$ ) de las resistencias medias obtenidas en las probetas de concreto para cada tratamiento (sustitución de un porcentaje de cemento por arcilla) se procedió a realizar la prueba ANOVA.

Tabla 29: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas de concreto.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Sustitución (cemento x arcilla)	3562,717	3	1187,572	36,007	,000
Días de curado	4069,994	2	2034,997	61,701	,000
Error	197,891	6	32,982		
Total	7830.601	11			

Fuente: Resultados de las ensayos del laboratorio de la USP

En la tabla 29 se puede visualizar que el  $p\text{-value} < \alpha$  ( $p=0.000$ ,  $p < 0.05$ ) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ : Las resistencias medias son iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm<sup>2</sup> logradas en las probetas de concreto, con sustitución del cemento en 0%, 30%, 40% y 50%, son diferentes. Es decir existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de las probetas de concreto.

También se tienen que para los días de curado  $p\text{-value} < \alpha$  ( $p=0.000$ ,  $p < 0.05$ ) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas de concreto son diferentes a consecuencia de los días de curado.

Tabla 30:

Calculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de las resistencias medias de las probetas de concreto es diferente.

Porcentaje de sustitución de arcilla	Subconjunto para alfa = 0,05		
	1	2	3
50%	133.59333		
40%	144.9767	144.9767	
30%		156.2233	
0% (patrón)			180.1733

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales

0% sustitución	180.1733 .....	a
30% sustitución	156.2233 .....	b
40% sustitución	144.9767 .....	b
50% sustitución	133.5933 .....	c

En la tabla 30 y después de realizar la prueba de Duncan podemos apreciar que las probetas de concreto que tiene mayor resistencia a la compresión es cuando no se sustituye el cemento por arcilla (patrón), la resistencia que se genera cuando se sustituye 30% o 40% son similares y cuando se sustituye el cemento en un 50% la resistencia a la compresión es menor que todos los tratamientos.

## 8.- Análisis y discusión de resultados

Se registra datos que alcanzaron una resistencia promedio que supera lo establecido según el RNE que es de un 60% en los primeros 7 días. Asimismo, podemos apreciar que los resultados registrados a los 14 y 28 días incrementaron y superaron el 80% y 100% de lo establecido respectivamente. En conclusión, se obtuvieron buenos resultados de probetas patrón.

En la Tabla 26 de los Ensayos de Compresión Patrón en Porcentajes observamos los resultados obtenidos del Ensayo a la Compresión, se registra que se alcanzó una resistencia promedio que supera lo establecido según el RNE que es de un 60% en los primeros 7 días. Así mismo podemos apreciar que los resultados registrados a los 14 días superaron el promedio del 80% y a los 28 días se obtuvo una resistencia de 213.44 Kg/cm<sup>2</sup>.

Se asemeja a los resultados del Autor [Díaz y Bocanegra \(2005\)](#) En su tesis se registra que adicionando polvo de roca gabro en un 5% a un concreto patrón se alcanzó una resistencia promedio que supera lo establecido que es de un 60% en los primeros 7 días. Asimismo podemos apreciar que los resultados registrados a los 14 y 28 días incrementaron y superaron el 80% y 100% de lo establecido respectivamente. En conclusión se obtuvieron buenos resultados de probetas adicionando polvo de roca gabro en comparación con las probetas patrón.

En la tabla 27 Según apreciamos con los resultados obtenidos, podemos concluir que con el material sustituido al 30, 40 Y 50% son inferiores en porcentaje en comparación al patrón a los 7,14 y 28 días.

Se asemeja a los resultados del autor **García y Morales (2014)**, en su tesis “Análisis de la Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=250$  kgf/cm<sup>2</sup> sustituyendo 20% de cemento por vidrio molido”, realizado en la Universidad Rafael Urdaneta en Maracaibo, valor que resulto mayor que el obtenido en las probetas de concreto patrón.

Tomando en cuenta las características de impermeabilidad del vidrio se asume que la mezcla de concreto modificado tuvo mayor contenido de humedad que el esperado, siendo un factor influyente en brusca disminución de la resistencia.

También los resultados encontrados difieren con la teoría de otro autor **Luis,A (2015)**. En su presente trabajo se determinó la influencia de la arcilla calcinada de Pontezuela en las lechadas de cemento Portland. Se realizaron ensayos de fluido libre y reología, tanto para lechadas de cemento Portland con arcilla calcinada de Pontezuela y lechadas con zeolita del yacimiento San Andrés a 5, 10, 20 y 30 % de sustitución de cemento Portland. Además se determinó la resistencia mecánica de las lechadas con arcilla calcinada a los porcentos de sustitución de cemento mencionados anteriormente. Se observó a medida que aumentaba el porcentaje de sustitución de cemento por arcilla calcinada una disminución del fluido libre, un aumento del punto de cadencia y de la viscosidad plástica así como de la resistencia mecánica. A los mismos porcentos de sustitución la arcilla calcinada presenta valores inferiores de fluido libre y de viscosidad plástica en comparación con la zeolita mientras que el punto de cadencia y la resistencia del gel son superiores. El valor más bajo de resistencia mecánica se alcanzó en el 10 % de sustitución de cemento por arcilla calcinada de Pontezuela, para un 5 y 20 % los valores de resistencia mecánica son similares obteniéndose el mayor valor de resistencia mecánica con un grado de sustitución de un 30 % de arcilla calcinada de Pontezuela.

Por otro lado también difieren con los resultados encontrados con el autor **Díaz y Bocanegra (2005)** En su tesis se registra que adicionando polvo de roca gabro en un 5% a un concreto patrón se alcanzó una resistencia promedio que supera lo establecido que es de un 60% en los primeros 7 días. Asimismo podemos apreciar que los resultados registrados a los 14 y 28 días incrementaron y superaron el 80% y 100% de lo establecido respectivamente. En conclusión se obtuvieron buenos resultados de probetas adicionando polvo de roca gabro en comparación con las probetas patrón.

Lo que nos permite inferir que la resistencia a la comprensión del concreto será menor cuando se sustituye el cemento por un porcentaje mayor a 20% por arcilla.

Hay unos datos que se asemejan y otros difieren dando a la conclusión que confirma con la teoría de tal autor

## 9.- Conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones

1. Podemos observar que de acuerdo a la diferencia entre el límite líquido y límite plástico tenemos un índice de plasticidad bajo pero que se encuentra dentro del rango de una arcilla inorgánica, también gracias a ellos podemos interpretar que la arcilla se aproxima a un tipo de Arcilla Montmorillonita
2. La relación agua-cemento del concreto patrón es 0.684 y la relación agua-cemento del concreto experimental es 0.684, debido principalmente a que la arcilla no presenta ni mayor absorción ni menor contenido de humedad en comparación al agregado grueso convencional, por lo cual el concreto experimental tiene una buena trabajabilidad.
3. El concreto patrón alcanzó una resistencia promedio de 156.63 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días de curado, a los 14 días 170.45 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 213.44 kg/cm<sup>2</sup>. El concreto experimental con 30% de arcilla alcanzó una resistencia promedio de 134.07 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días de curado, a los 14 días 157.19 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 177.41 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto experimental con 40% de arcilla alcanzó una resistencia promedio de 125.60 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días de curado, a los 14 días 146.20 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 166.13 kg/cm<sup>2</sup> y el concreto experimental con 50% a 700° de arcilla alcanzó una resistencia promedio de 115.26 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días de curado, a los 14 días 131.77 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 153.75 kg/cm<sup>2</sup>.
4. Los resultados del ensayo de resistencia a la compresión demuestran que el concreto experimental al 30,40 y 50% de sustitución del cemento por la arcilla de CUZCA CORONGO no es aplicable porque no superan la resistencia promedio del concreto patrón y es el que presenta resultados bajos.

## **Recomendaciones**

1. Realizar concentraciones de arcilla en 3 fases alto, medio y bajo por que sabemos que contienen muchos metales y al agregar más arcilla es el punto débil y al agregar menos arcilla en porcentajes más bajos es el punto fuerte.
2. La viabilidad de aplicación de esta tecnología se ve afectada por la dificultad de obtención de la ceniza, por tanto, hasta que se establezca un método que facilite este proceso no podría aplicarse en proyectos de gran envergadura, se recomienda únicamente su uso a pequeña escala en comunidades rurales asociadas a la producción de maíz.
3. Realizar ensayos a probetas de concreto patrón y experimental a compresión a las edades de 60 y 90 días.
4. Finalmente se destaca que esta investigación no agota el tema, solo da una importante apertura al desarrollo de materiales alternativos de construcción, por lo que se invita a continuar profundizando en esta línea investigativa, para lograr mayores avances en esta tecnología.



## 10.- Referencias bibliográficas

ASTM. (1898) International (American Society for Testing and Materials) es una de las organizaciones internacionales de desarrollo de normas más grandes del mundo. En ASTM se reúnen productores, usuarios y consumidores, entre otros, de todo el mundo, para crear normas de consenso voluntarias.

Copeland & Schulz (1962). *Hidratación, tiempo de fraguado y endurecimiento del Concreto*. Recuperado de <http://notasdeconcretos.blogspot.pe/2011/04/hidratacion-tiempo-de-fraguado-y.html>

Fernández, R. (2009). *Evaluación de concretos puzolanicos elaborados con contenido ceniza de hoja de maíz para uso estructural*. Tesis para optar por el Título de Ingeniería Civil, recuperado de: [http://materialesalternativos.weebly.com/uploads/2/0/6/2/20628570/teg\\_cenizas\\_de\\_planta\\_de\\_maz](http://materialesalternativos.weebly.com/uploads/2/0/6/2/20628570/teg_cenizas_de_planta_de_maz).

Gonzales, M., (1962). *Tecnología Del Concreto Diseño De Mezclas*. Lima – Perú. Recuperado de [https://www.academia.edu/2136287/TECNOLOGIA\\_DEL\\_CONCRETO\\_DISEÑO\\_DE\\_MEZCLAS](https://www.academia.edu/2136287/TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO_DISEÑO_DE_MEZCLAS)

Guerrero, M. (1984), indica en su revista que, las cenizas volantes en el hormigón han sido estudiados en numerosas investigaciones [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/45455784/metodologia\\_investigacion.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1523671148&Signature=5OvyGG%2Fk5n7KCC5oq3RHDotGUVA%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMetodologia\\_de\\_la\\_Investigacion\\_Licencia.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/45455784/metodologia_investigacion.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1523671148&Signature=5OvyGG%2Fk5n7KCC5oq3RHDotGUVA%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMetodologia_de_la_Investigacion_Licencia.pdf).

Kosmatka (1994). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Estados Unidos. Recuperado de <http://www.duravia.com.pe/blog/wp-content/uploads/Resistencia-Concreto-ACI-ICA-version-web.pdf>

NTP. (2008). NORMA TÉCNICA PERUANA 400.011. Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI. Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145. Lima, Perú. AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en concreto y ...<https://edoc.site/ntp-400011-2008-pdf-free.html>

NTP. (2018). 400.037: Título: AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos. 4ª Edición. Publicado: 2018/02/08. Resumen: Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos de granulometría y calidad de los agregados finos y gruesos para uso en concreto.[https://kupdf.com/download/ntp-4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-en-concretopdf\\_5a4233e7e2b6f52b4b9a7232\\_pdf](https://kupdf.com/download/ntp-4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-en-concretopdf_5a4233e7e2b6f52b4b9a7232_pdf)

NTP. (2014). Lil] ...<https://es.slideshare.net/kiaramirellaporrascrisostomo/ntp-339088>

NTP. (2017). - destinado a obras de albañilería, se tendrá en cuenta lo indicado en las Normas NTP399.607 y 399.610. La Norma E-070 ..... en tamiz N°4 y retiene el tamiz N°8 (gradación D) y se colocó junto a la carga abrasiva. (6 esferas) en la máquina de .... de la norma NTP 339.607:2003. - Se eligió el mortero

tipo <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1501/LADRILLOS%20DE%20CONCRETO%20CON%20PL%20C3%81STICO%20PET%20RECI%20CLADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

NTP.2013). 334.051 Título: CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado. Publicado: 2014/01/16. Resumen: Establece el procedimiento para determinar la resistencia a la compresión en morteros  
de ...[https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE\\_DetallarProducto.aspx?PRO=3063](https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=3063)

Osorio, J. (2013). *Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión*, Colombia. Recuperado en <http://blog.360gradosenconcreto.com/resistencia-mecanica-del-concreto-y-resistencia-a-la-compresion/>

Paya, A. (2009), en su documento titulada: “estudio de morteros de cemento portland con ceniza de rastrojo de maíz: posibilidades de uso en construcciones rurales”[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S071850732013000200003&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S071850732013000200003&script=sci_arttext).

Rivva, E. (2000). Todos los productos adicionales deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker. <https://civilgeeks.com/2012/10/03/libro-sobre-naturaleza-y-materiales-del-concreto/>.

Yepez, V. (2012). *Caracterización química y reactividad de la ceniza de caña común y planta de maíz, para su uso como adición puzolánica en morteros y hormigones*. Título para Master Universitario en Ingeniería del Hormigón, recuperado de: <https://riunet.upv.es/handle/10251/30165>

# **11.- ANEXOS Y PANEL FOTOGRAFICO**

➤ **Ubicación de las canteras para los agregados**

• **Agregado Grueso**

Nombre de la cantera : RUBEN  
Ubicación de la cantera : CHIMBOTE  
Propietario : Sr. Rubén Rodríguez  
Accesibilidad : Por la Panamericana norte con desvío a la izquierda. Cerca al túnel de Coishco.  
  
Coordenadas : 762220.83mE. 8999765.11mS; Zona 17L



**Figura 8:** Ubicación de la Cantera Rubén – Chimbote

• **Agregado Fino**

Nombre de la cantera : VESIQUE  
Ubicación de la cantera : CHIMBOTE  
Accesibilidad : Por la Panamericana a la altura de la playa vesique.

➤ RECOLECCIÓN DEL AGREGADO FINO Y GRUESO



**Figura 9:** Extracción del agregado Fino.



**Figura 10:** Extracción del Agregado Grueso.



**Figura 11:** lugar de extracción de arcilla.



**Figura 12:** activación mecánica y térmicamente de la arcilla

➤ **ENSAYO DE LOS AGREGADOS**



**Figura 13:** Agregado para los Ensayos respectivos.



**Figura 14:** Ensayo de Peso Unitario del Agregado Grueso.



**Figura 15:** Ensayo de Peso Unitario del Agregado Fino.





**Figura 16:** Ensayo granulométrico de los agregados.



**Figura 17:** Muestras del agregado para el Ensayo de contenido de humedad.



**Figura 18:** Muestras de agregados en agua para ensayo de gravedad específica y absorción



**Figura 19:** Pesado de muestra seca en agua para ensayo de gravedad específica



**Figura 20:** Pesado de picnómetro con agua para



**Figura 21:** El Ensayo se realizó con la supervisión del Ing. Del laboratorio



**Figura 22:** Probeta Experimental ensayada a los 28 días



**Figura 23** El Ensayo se realizo con la supervisión del Ing. Del laboratorio



**Figura 24:** Probeta Experimental ensayada a la edad de 14 días



**Figura 25** El Ensayo se realizo con la supervisión del Ing. Del laboratorio



**Figura 26:** Probeta Experimental ensayada a la edad de 7 días





**Figura 27:** Resistencia del concreto sistematizado con sustitución del 30% 40% Y 50% de Arcilla/Cemento de Cuzca de la Provincia de Corongo - Ancash



**Figura 28:** Resistencia del concreto sistematizado con sustitución del 50% de Arcilla/Cemento de Cuzca de la Provincia de Corongo - Ancash



**Figura 29:** Resistencia del concreto sistematizado con sustitución del 50% de Arcilla/Cemento de Cuzca de la Provincia de Corongo - Ancash



**Figura 30:** Resistencia del concreto sistematizado con sustitución del 40% de Arcilla/Cemento de Cuzca de la Provincia de Corongo - Ancash



**Figura 31:** Resistencia del concreto sistematizado con sustitución del 40% de Arcilla/Cemento de Cuzca de la Provincia de Corongo - Ancash



**Figura 32:** Resistencia del concreto sistematizado con sustitución del 30% de Arcilla/Cemento de Cuzca de la Provincia de Corongo - Ancash



**Figura 33:** Resistencia del concreto sistematizado con sustitución del 30% de Arcilla/Cemento de Cuzca de la Provincia de Corongo - Ancash



Figura 34: Municipalidad Distrital de Cusca – Corongo – Ancash



Figura 35: Odpe de Cusca – Corongo – Ancash





Figura 36: Lugar de Cusca – Corongo – Ancash, donde se tomó la arcilla.



Figura 37: Cantera Yantacon



**Figura 38: Limpieza del Área a tomar la Arcilla**