

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



## **TESIS**

**Influencia de cenizas de carbón de madera de eucalipto en la resistencia de  
concreto estructural  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Civil**

**Autor: Bach. Milton Abel OSORIO PALMA**

**Asesor: Mg. Pedro YARASCA CORDOVA**

**Cerro de Pasco - Perú - 2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**Influencia de cenizas de carbón de madera de eucalipto en la resistencia de  
concreto estructural  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado.**

---

**Mg. Vidal Victor CALSINA COLQUI**  
**PRESIDENTE**

---

**Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO**  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

Es dedicado a mis padres quienes me guiaron por un buen camino y fueron mi motivación y a mis hermanos por su apoyo constante en mi formación como Ingeniero Civil.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a los responsables del Laboratorio, quienes apoyaron en la obtención de cenizas de carbón, que ha conllevado mucho tiempo.

Agradezco a mi Asesor por su constante aclaración de mis dudas y guiarme por el camino seguro para la culminación del presente trabajo de investigación.

## RESUMEN

Muchos estudios se han realizado sobre la influencia de las cenizas en diversos problemas de la ingeniería civil, pero los trabajos con ceniza de carbón de eucalipto son pocos, además se conoce que el eucalipto es un árbol que tiene raíces profundas y por tanto se alimenta de partículas minerales profundas. El estudio tiene diseño experimental, de tipo transversal y el objetivo es conocer la influencia de las cenizas de carbón de eucalipto en la resistencia del concreto estructural de 210Kg/cm<sup>2</sup>. El método es de tipo hipotético deductivo, el estudio es cuantitativo; la prueba de la hipótesis se realizó con el test de ANOVA. La influencia de la resistencia del concreto es incrementada si se adiciona en bajos porcentajes sin tratar de disminuir las proporciones de agregados, encontrándose los mejores resultados al 2% de adición de cenizas de carbón de madera de eucalipto. La aplicación de las cenizas de carbón de madera de eucalipto es factible, debido a que en el Perú existe muchos bosques de eucalipto, el cual provee de materia prima.

*Palabras claves: cenizas, resistencia del concreto, carbón de madera, eucalipto.*

## ABSTRACT

Many studies have been carried out on the influence of ashes in different problems of civil engineering, but the works with eucalyptus coal ash are few, besides it is known that eucalyptus is a tree that has deep roots and therefore feeds on deep mineral particles. The study has an experimental design, of transversal type and the objective is to know the influence of eucalyptus charcoal ash on the resistance of structural concrete of 210Kg/cm<sup>2</sup>. The method is of the hypothetical deductive type, the study is quantitative; the test of the hypothesis was carried out with the ANOVA test. The influence of the concrete resistance is increased if it is added in low percentages without trying to decrease the aggregate proportions, finding the best results at 1% addition of eucalyptus wood charcoal ashes. The application of eucalyptus wood charcoal ashes is feasible, due to the fact that in Peru there are many eucalyptus forests, which provide raw material.

*Key words: ashes, concrete strength, wood charcoal, eucalyptus.*

## INTRODUCCION

El trabajo de investigación, se ha realizado para brindar una alternativa en la obtención de concreto estructural, para el cual se evaluaron la adición de cenizas que contienen materiales puzolánicos.

La investigación está dividida en 4 partes, que a continuación detallamos:

El capítulo uno trata de la formulación del problema y la respectiva justificación de la investigación explicando la importancia del trabajo de investigación, tratando de buscar la ruta que nos llevara a lograr los objetivos que nos hemos planteado.

Capitulo dos, se realiza la búsqueda de estudios previos que se han realizado con la adición de cenizas de carbón de madera, tratando de buscar las oportunidades de investigación, planteando además los fundamentos teóricos respecto a la adición de cenizas de carbón.

Capitulo tres, se trata de la metodología y la sistematización de los procedimientos que se realizaran para la obtención de los resultados, además se define el diseño que debemos realizar con la finalidad de obtener mejores resultados y estandarizados.

Capitulo cuatro, trata de remarcar los resultados obtenidos, y realizando el procesamiento de los datos y la contrastación de la hipótesis.

## INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCION	
INDICE	

### CAPITULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1	Identificación y planteamiento de problema .....	1
1.2	Delimitación de la investigación .....	2
1.3	Formulación del problema .....	3
1.4	Formulación de objetivos .....	4
1.5	Justificación de la investigación .....	4
1.6	Limitaciones de la investigación .....	5

### CAPITULO II

#### MARCO TEORICO

2.1	Antecedentes de estudio.....	7
2.2.	Bases teóricas .....	9
2.3.	Definición de términos básicos .....	14
2.4.	Formulación de hipótesis .....	15
2.5.	Identificación de variables .....	16
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores .....	17

### CAPITULO III

## **METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1	Tipo de investigación .....	18
3.2	Nivel de la Investigación .....	18
3.3	Método de investigación .....	18
3.4	Diseño de investigación .....	19
3.5	Población y muestra .....	19
3.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	20
3.7	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación ..	20
3.8	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	20
3.9	Tratamiento estadístico.....	20
3.10	Orientación ética filosófica y epistémica.....	21

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1	Descripción del trabajo de campo.....	22
4.2	Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	31
4.3	Prueba de Hipótesis .....	36
4.4	Discusión de resultados.....	41

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXOS

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 1</b> .....	10
<b>Tabla N° 2</b> .....	11
<b>Tabla N° 3</b> .....	11
<b>Tabla N° 4</b> .....	12
<b>Tabla N° 5</b> .....	14
<b>Tabla N° 6</b> .....	19
<b>Tabla N° 7</b> .....	28
<b>Tabla N° 8</b> .....	29
<b>Tabla N° 9</b> .....	30
<b>Tabla N° 10</b> .....	31
<b>Tabla N° 11</b> .....	32
<b>Tabla N° 12</b> .....	33
<b>Tabla N° 13</b> .....	34
<b>Tabla N° 14</b> .....	35
<b>Tabla N° 15</b> .....	36
<b>Tabla N° 16</b> .....	37
<b>Tabla N° 17</b> .....	39
<b>Tabla N° 18</b> .....	39
<b>Tabla N° 19</b> .....	40
<b>Tabla N° 20</b> .....	40

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> .....	24
<b>Figura 2</b> .....	26
<b>Figura 3</b> .....	29
<b>Figura 4</b> .....	31
<b>Figura 5</b> .....	32
<b>Figura 6</b> .....	33
<b>Figura 7</b> .....	34
<b>Figura 8</b> .....	35
<b>Figura 9</b> .....	38

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **1.1 Identificación y planteamiento de problema**

##### **1.1.1 Descripción del problema**

La búsqueda de materiales con el que se pueda hacer elementos estructurales resistentes a diversos fenómenos naturales como los sismos, hace necesario la investigación de buscar sinergias entre los materiales y encontrar cuales son las proporciones que necesitamos para la obtención de dichos elementos.

El diseño de la resistencia de concreto se necesita mejorar, para las condiciones climáticas de Pasco y diversas temperaturas, la resistencia del concreto se mejora cuando adicionamos materiales que podrían realizar sinergia con los materiales del concreto.

En su trabajo de investigación (Vijay et al., 2021) nos dice que es necesario utilizar materiales eco amigables con la naturaleza, por eso se hace necesario el reemplazo del cemento por cenizas de madera, porque en la producción de cemento es necesario el uso de combustibles fósiles o una gran

cantidad de energía, pero la madera brinda calor y es más compatible con el medio ambiente, esto es posible para la construcción de casas ecológicas.

El uso de concreto fabricado con cenizas volantes en reemplazo del humo de sílice, para obtener concretos resistentes a cloruros es posible, debido a que el concreto con materiales muy finos reduce la permeabilidad y el aumento en su durabilidad, también se tiene considerables aumentos en las propiedades de resistencia del concreto (Valderrama et al., 2011)

En la actualidad existe gran cantidad de desechos producto de la combustión de carbón de madera, este material es de tamaño muy fino; además es muy amigable con el medio ambiente, además podría ser reemplazo de material puzolánico que podría incrementar la resistencia del concreto.

La finalidad de esta investigación es determinar la influencia de las cenizas de carbón de madera en la resistencia de concreto.

## **1.2 Delimitación de la investigación**

Todo trabajo que busca encontrar la influencia de aditivos en el concreto es necesario realizar la demarcación de las fronteras en el espacio, tiempo y apoyo económico para realizar el trabajo.

### **1.2.1 Delimitación espacial**

La investigación será realizada en laboratorios de concreto en la ciudad de Pasco y los materiales serán recolectados producto de las actividades dominicales y de fiestas costumbristas en la ciudad de Pasco.

### **1.2.2 Delimitación Temporal**

Los tiempos para la realización de este trabajo han sido muy cortos, por tal motivo lo estamos haciendo de mayo del 2021 a octubre de 2021, teniendo seis meses de trabajo.

### **1.2.3 Delimitación conceptual**

- Cenizas de madera
- Puzolana
- Humo de sílice
- Resistencia del concreto
- Diseño de mezcla
- ACI-211

## **1.3 Formulación del problema**

El planteamiento del problema nos servirá para poder guiarnos en este trabajo de búsqueda de conocimiento; teniendo que plantearse enmarcado en las delimitaciones que se plantearon, este podría abarcar muchos párrafos (tesistipsonline, n.d.)

### **1.3.1 Problema general**

¿Cuál es la influencia de cenizas de carbón de madera de eucalipto en la resistencia de concreto estructural  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021?

### **1.3.2 Problemas específicos**

¿Cuál es la dosificación de las cenizas de carbón de madera de eucalipto en la resistencia de concreto estructural  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021?

¿Cuáles son las propiedades físicas de las cenizas de carbón de madera de eucalipto en la resistencia de concreto estructural  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021?

¿Cuáles son las propiedades físicas de los agregados gruesos en la resistencia de concreto estructural  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021?

¿Cuáles son las propiedades físicas de los agregados finos en la resistencia de concreto estructural  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021?

¿Cuál es la resistencia de concreto estructural  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> con cenizas de carbón de madera de eucalipto en Pasco 2021?

## **1.4 Formulación de objetivos**

Cuando las preguntas planteadas se hacen realidad y estas deben enmarcarse en las delimitaciones y consideraciones que deben ser realistas a fin de que el tesista pueda alcanzarlos, siempre debe tenerse el cuidado de no confundir los objetivos generales con los específicos (Cardoso et al., 2016),

### **1.4.1 Objetivo general**

Verificar la influencia de cenizas de carbón de madera de eucalipto en la resistencia de concreto estructural  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021

### **1.4.2 Objetivos específicos**

1. Calcular la dosificación de las cenizas de carbón de madera de eucalipto en la resistencia de concreto estructural  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021
2. Medir las propiedades físicas de las cenizas de carbón de madera de eucalipto en la resistencia de concreto estructural  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021
3. Medir las propiedades físicas de los agregados gruesos en la resistencia de concreto estructural  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021
4. Medir las propiedades físicas de los agregados finos en la resistencia de concreto estructural  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021
5. Determinar la resistencia de concreto estructural  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> con cenizas de carbón de madera de eucalipto en Pasco 2021

## **1.5 Justificación de la investigación**

Según lo afirmado por (Toiral Corral, 1997) en su artículo sobre aditivos en hormigones prefabricados, nos indica que los aditivos superplastificantes ayudan en los tiempos de fraguado y en la reducción de agua, pero también se puede notar que existen una gran cantidad de aditivos según la necesidad de trabajo con el concreto. Por eso la búsqueda de nuevos materiales y aditivos es

constante con la finalidad de mejorar las propiedades mecánicas de los concretos con adición de cenizas de carbón de madera de eucalipto.

Los materiales en el mundo se vuelven más escasos debido a la sobreexplotación de los recursos naturales debido a la necesidad de vivienda por parte de la población que ha crecido exponencialmente. Y la contaminación ambiental es evidente por la quema de madera y carbón de madera y su libre disposición, pero estas cenizas de carbón de madera podrían ser activadas y ser utilizadas como reemplazo del cemento, también deben tener el adecuado tratamiento como es el curado a temperatura aproximada de 80°C, además se evidencia que estas cenizas tienen un potencial químico alcalino que es propio de los cementos (Prieto et al., 2019)

La obtención de las cenizas de carbón de madera puede ser obtenidos a un costo mínimo, porque estos son considerados desechos de las actividades culinarias en grandes festividades de parrilladas y luego no existe forma de desecharlas, por tanto, el costo va representar el traslado y recolección de estos desechos, los materiales para la fabricación del carbón son principalmente el eucalipto, por tener grandes áreas en las zonas cercanas de la Provincia Daniel Alcides Carrión.

El uso de concreto de elevadas resistencias es una gran ventaja porque permite el uso de menores dimensiones en los elementos estructurales, pero el problema es el comportamiento ante sismos, porque estas pueden fallar ante eventos sísmicos, por tanto, se recomienda el uso de fibras para tener un comportamiento ligeramente dúctil (Nebarara et al., 2017)

## **1.6 Limitaciones de la investigación**

En la realización de este trabajo de investigación se encontraron dificultades, pero se trataron de superar y así poder presentar los resultados

- Financiamiento económico para .la realización de los ensayos y compra de materiales
- Los materiales de piedra chancada no es fácil conseguir, por no tener mucha demanda en Pasco
- Bibliografía especializada porque la UNDAC no brinda el servicio a egresados.
- En Pasco no encontramos laboratorio acreditado por INACAL

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 Antecedentes de estudio**

Los trabajos de investigación con la finalidad de encontrar los materiales más resistentes al efecto de las acciones sísmicas debido a la ubicación del Perú en el cinturón de fuego del Pacífico y sobrecargas debido al crecimiento económico y demográfico de nuestro País.

##### **2.1.1 Antecedentes internacionales**

La tarea de las universidades y centros de investigación tienen la gran tarea de buscar materiales y aditivos nuevos, así tenemos a (Vivas Villarreal, 2006) en Ambato, Ecuador el año 2016 realizó la investigación “Diseño de un hormigón liviano elaborado con ceniza de madera como sustituto parcial del agregado fino”, en donde se evidencia que la resistencia del concreto obtenido disminuye la resistencia del concreto así como también disminuye el peso unitario del concreto en estado seco, se realizaron pruebas reemplazando la ceniza de madera de origen de las industrias madereras del lugar, los valores que cumplen la norma son aquellas que están fabricados con cenizas en proporciones menores del 30% y tienen una disminución aproximada del 3% en

la resistencia, teniendo tales casos, la investigadora propone el uso del concreto como concreto de mampostería y división de ambientes.

En la india se realizaron estudios de incorporación de cenizas de madera en proporciones de 5%, 10%, 15% y 20% en reemplazo del cemento realizado por (Vijay et al., 2021); teniendo que los valores de la resistencia del concreto aumenta aproximadamente en 8%, utilizando el 15% de cenizas de madera en reemplazo del cemento, además se nota que esta proporción disminuye ligeramente la durabilidad, además la importancia de esta investigación es el disminuir el uso del cemento que para su producción utiliza residuos fósiles y contribuye al calentamiento global, pero las cenizas de madera son productos que se obtienen de recursos renovables y son eco amigables comparado al uso del cemento, entonces si incentivamos el uso de este tipo de concreto este podría ser autosostenible en el tiempo.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

En el Perú, se tiene la experimentación en la región de Huaraz, que se utilizó cenizas de madera del Huarango, esta investigación fue llevada por (Ponte Jesus, 2018); adicionando 3% y 5% junto al cemento, teniendo un ligero incremento en la resistencia a la compresión del concreto, teniendo a los 28 días; la muestra de concreto patrón llega a 222.06 Kgf/cm<sup>2</sup> y el concreto con la sustitución del cemento en 3%; se tiene 231.35 Kgf/cm<sup>2</sup> y el concreto con sustitución del 5% del cemento se tiene una ligera disminución en la resistencia del concreto de 227.66 Kgf/cm<sup>2</sup>; también se puede apreciar que al medir el Ph del huarango es 12.38, estando dentro del rango alcalino, el cual es muy afín al cemento, por lo cual se podría dar una relativa sinergia.

Los concretos fabricados con ceniza de viruta de madera se investigaron en la ciudad de Huaraz y fue hecho por (Evaristo Alberto, 2018), las cenizas de

madera de tornillo se obtuvo incinerando en hornos a la temperatura de 650 °C; para la mezcla del concreto se tuvieron que realizar las mezclas con la relación de agua/cemento (a/c) de 0.57, se obtuvo 36 probetas, teniendo la muestra patrón de concreto y se elaboraron las otras muestras de concreto con contenidos de 1%, 2% y 3% de cenizas de viruta de madera tornillo, el análisis de los datos se realizaron con los softwares SPSS, realizando la prueba estadística de la hipótesis con el ANOVA, con un nivel de confianza del 5%; se elaboraron los instrumentos para esta investigación teniéndose en cuenta que la muestra del concreto patrón tuvo una resistencia a la compresión del concreto 219.276 Kgf/cm<sup>2</sup> y al muestra de concreto con la adición de cenizas de madera tornillo al 1% tiene una resistencia a la compresión del concreto de 237.048Kgf/cm<sup>2</sup>, con la incorporación de cenizas de madera de tornillo de 2% se obtuvieron resistencia a la compresión del concreto 231.924 Kgf/cm<sup>2</sup> pero utilizando la ceniza de madera de tornillo al 3% se obtuvo la resistencia a la compresión del concreto es de 223.042 Kgf/cm<sup>2</sup>.

## 2.2. Bases teóricas

**Cemento.** En su descripción de los orígenes del cemento estos se remontan a la época de los romanos que vieron que la cal triturada tenía una mejor resistencia al agua natural y los más sorprendente es ante el agua de mar según, Sanjuán Barbudo & Chinchón Yepes, (n.d.) ; el cemento es un conglomerado inorgánico, que al ser molido y amasado con agua, este se hidrata y al pasar al estado endurecido tiene estabilidad química, esto también se tiene bajo el agua; además la proporción de agua nos asegura la trabajabilidad durante un tiempo determinado y darle la forma que se requiera según el trabajo planteado; el endurecimiento se debe primordialmente a la hidratación de los silicatos de calcio, también participan activamente los aluminatos, las proporciones de oxido de calcio (CaO) y de dióxido de silicio

(SiO<sub>2</sub>) debe ser proporciones aproximadas al 50% según (Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones, 2017).

**Agregados.** De acuerdo a las aseveraciones de Supermix, (2021); los agregados están en proporción de 60% al 75% del volumen del concreto, influyen en las propiedades físicas del concreto fresco y endurecido; los agregados deben de cumplir con la normas ASTM C33 y NTP 400.037, los agregado pueden ser finos, son considerandos aquellos que pasan el tamiz N° 4, estos pueden provenir de canteras o producto de la trituración de agregados, esos agregados no pueden ser mas de 30%. Los principales parámetros se tienen en la Tabla 1 y 2.

**Tabla N° 1**

*Granulometría de la arena fina*

<b>TAMIZ</b>	<b>PORCENTAJE QUE PASA</b>
9.5 mm (3/8 in.)	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18 mm (N° 16)	50 a 85
600 µm (N° 30)	25 a 60
300 µm (N° 50)	05 a 30
150 µm (N° 100)	0 a 10

*Fuente: se describe los porcentajes que deben tener los tamaños de acuerdo a los porcentajes que deben tener los tamaños y sus respectivos porcentajes pasantes, tomado de (Supermix, 2021) de la pagina web <https://www.supermix.com.pe/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/>*

**Tabla N° 2***Características físicas y químicas del agregado fino*

CARACTERÍSTICAS	REQUISITO		UNIDAD
	MIN	MAX	
Módulo de finura	2.3	3.1	N.A.
Pasante de la malla N° 200	N.A.	5	%
Cloruros solubles	N.A.	1000	ppm
Sulfatos solubles	N.A.	12000	ppm
Terrones de arcilla y partículas deleznable	N.A.	3	%
Impurezas orgánicas	N.A.	3	Plato de Color
Inalterabilidad por sulfato de magnesio	N.A.	15	%

*Fuente:* se describe los límites máximos permisibles del agregado fino (Supermix, 2021) de la página web <https://www.supermix.com.pe/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/>

**Agregado grueso.** El agregado grueso se considera al material retenido en el tamiz N° 4, debe estar exento de partículas planas, blandas o alargadas, también deben contener bajo porcentaje de polvo, los límites mínimos permisibles se dan en la tabla 3 y 4

**Tabla N° 3***Características físicas y químicas del agregado grueso*

CARACTERÍSTICAS	REQUISITO		UNIDAD
	MIN	MAX	
Pasante de la malla N° 200	N.A.	1	%
Cloruros solubles	N.A.	1000	ppm
Sulfatos solubles	N.A.	10000	ppm
Terrones de arcilla y partículas deleznable	N.A.	5	%
Abrasión por la máquina de los ángeles	N.A.	50	%
Inalterabilidad por sulfato de magnesio	N.A.	18	%

*Fuente:* Límites máximos permisibles del agregado grueso de la página web <https://www.supermix.com.pe/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/>

**Tabla N° 4**

*Distribución de tamaños del agregado grueso*

HUSO	TAMAÑO MÁXIMO MONIMAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4 in.)	90 mm (3 ½ in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2 1/2 in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1 ½ in.)	25 mm (1 in.)	19 mm (3/4 in.)	12.5 mm (1/2 in.)	9.5 mm (3/8 in.)	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 µm (N° 50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2 a 1 ½ in.)	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37.5 mm (2 1/2 a 1 1/2 in.)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25 mm (2 a 1 in.)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	50 mm a 4.75 mm (2 in. a N° 4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37.5 mm a 9 mm (1 1/2 a 3/4 in.)	-	-	-	-	100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2 in. a N° 4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 mm a 12.5 mm (1 a 1/2 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 mm a 9.5 mm (1 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 mm a 4.75 mm (1 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 mm a 9.5 mm (3/4 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 mm a 4.75 mm (3/4 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9.5 mm a 2.56 mm (3/8 in. a N° 8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 in. a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: porcentaje pasante de las partículas del agregado grueso de la página web

<https://www.supermix.com.pe/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/>

**Aditivos.** Los aditivos son para mejorar las propiedades físicas y químicas del concreto fresco o endurecido, según afirmaciones de Sika Peru S.A. (2013) en los primeros años el Opus Caementitium, era uno de los mejores concretos que sirvió para desarrollar la infraestructura en Roma. Luego se buscaron otros materiales aditivos que mejoraran las propiedades de acelerar y mejorar la resistencia, también se buscaron aditivos que mejoren la estanqueidad en los acueductos que incluyeron sangre, huevos, manteca de cerdo, ya que la finalidad era el mejorar la impermeabilidad del concreto.

En el año de 1932 se patentaron los primeros productos químicos para mejorar la plasticidad reduciendo la cantidad de agua, entre estos tenemos el de ácidos carboxílicos hidroxilados, también en 1936 se patentaron las sales de ácido lignosulfonado como dispersante para mejorar la plasticidad, la industria

de la pintura ha influido en la creación de superplastificantes en la década de 1970, así tenemos a los policarboxilatos que reducen la cantidad de agua y mejoran la plasticidad, recurriendo a la tecnología molecular para la obtención de nuevos productos-, actualmente tenemos los geo polímeros que son materiales sustitutos del cemento portland, permite el uso de menores cantidades en pasta y permite una mejor manipulación. La norma internacional que menciona los aditivos mas usados en la industria del concreto es ASTM C 94, el cual establece aditivos desde el tipo A hasta la G, incluyendo, reductores de agua, retardantes, acelerantes y la combinación de ellos.

**Plastificantes.** Los plastificantes utilizamos para alterar el tiempo de fraguado, también se debe tener en cuenta que debe reducir la cantidad de agua en un 5%; además debe ofrecer una mayor resistencia en el concreto endurecido del orden del 10%; los concretos están formado por compuestos orgánicos de aminas, carbohidratos; pero estos tienen que mejorar las propiedades de fluidez, también facilitar el transporte a grandes distancias y como aumentar la resistencia a compresión del concreto(Sika Peru S.A., 2013).

**Retardantes.** Los tiempos deben ser prolongados en zonas de altas temperaturas, por eso se debe incorporar los retardantes que prolongan los tiempos de fraguado y bajan el ritmo de hidratación, pero estos han encontrado gran aplicación en los morteros ya que se pueden usar desde 3 horas hasta 72 horas permitiendo, también se usa en el concreto lanzado en zonas de alta temperatura.(Sika Peru S.A., 2013)

**Estabilizadores.** Los tiempos de transporte hace que se pierda la manejabilidad, debido a los asentamientos producidos; esto depende la vaporación del agua, la disolución del yeso, la hidratación del concreto armado entonces debemos mejorar la transportabilidad, para este caso es necesario usar los aditivos estabilizadores.

**Superplastificantes.** Los aditivos de este tipo utilizan los compuestos sulfonados, vinilos, malaminas; estas moléculas orgánicas permiten que el concreto este en una constante dispersión, esto permite que se inhiba la hidratación y reduciendo la cantidad de agua. Los policarboxilatos permiten una mayor dispersión, las reducciones máximas de agua.

**Acelerantes.** Los acelerantes son compuestos químicos que permiten la aceleración del fraguado, es así que tenemos acelerantes con cloruro que probablemente actúan sobre  $C_2S$  o  $C_3A$ ; también se tiene aditivos acelerantes sin cloruro, pero su efectividad es menor.

**Incorporadores de aire.** La incorporación de burbujas de aire permite un mejor trabajo del concreto en zonas de congelamiento, así también permite una mejor impermeabilidad, además disminuye la exudación.

**Tabla N° 5**

*Aditivos usados para el concreto*

TIPO DE ADITIVO	FUNCIÓN PRINCIPAL
Reductores de agua / Plastificantes	Disminuir el contenido de agua de un hormigón para una misma trabajabilidad o aumentar la trabajabilidad sin modificar el contenido de agua.
Reductores de agua de alta actividad / Superplastificantes	Disminuir significativamente el contenido de agua de un hormigón sin modificar la trabajabilidad o aumentar significativamente la trabajabilidad sin modificar el contenido de agua.
Modificadores de fraguado / Aceleradores, retardadores	Modificar el tiempo de fraguado de un hormigón.
Inclusores de aire	Producir en el hormigón un volumen controlado de finas burbujas de aire, uniformemente repartidas, para mejorar su comportamiento frente a las heladas.
Multifuncionales	Modificar más de una de las funciones principales definidas con anterioridad.

*Fuente: aditivos usados para la mejor disposición del concreto tomado de (ingeniero-de-caminos.com, 2021)*

### 2.3. Definición de términos básicos

**Ceniza:** las cenizas son residuos de la combustión de materiales orgánicos, estos generalmente tienen un color grisáceo, estos productos tienen

gran cantidad de elementos y compuestos inorgánicos y orgánicos que pueden ayudar a la mejora de las propiedades del concreto.

**Concreto.** Es un material compuesto por la mezcla de tres principales materiales que son: el cemento, agregados, y agua; teniendo una de sus principales propiedades el calor de hidratación, así como las propiedades de exudación para el fraguado del concreto.

**Aditivos:** son compuestos inorgánicos y mayormente orgánicos, para mejorar las propiedades físicas y químicas del concreto fresco y estos van a mejorar las propiedades mecánicas del concreto endurecido.

**Resistencia a la compresión;** es la cantidad de esfuerzo que se necesita para llevar al estado de rotura del material.

## 2.4. Formulación de hipótesis

La hipótesis va a suponer las posibles respuestas que se tendrán.

### 2.4.1. Hipótesis general

Hi. Las cenizas de carbón de madera de eucalipto mejoran la resistencia de concreto estructural  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021.

Ho. Las cenizas de carbón de madera de eucalipto no mejoran la resistencia de concreto estructural  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021.

### 2.4.2. Hipótesis específica

1. Hi<sub>1</sub>..La dosificación óptima de las cenizas de carbón de madera de eucalipto aumenta la resistencia de concreto estructural  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021
2. Hi<sub>2</sub> Las propiedades físicas de las cenizas de carbón de madera de eucalipto mejoran la resistencia de concreto estructural  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021
3. Hi<sub>3</sub>. Las propiedades físicas de los agregados gruesos mejoran la resistencia de concreto estructural  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021

4. Hi<sub>4</sub>. Las propiedades físicas de los agregados finos mejoran la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021
5. Hi<sub>5</sub>. La resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> depende de la dosificación de las cenizas de carbón de madera de eucalipto en Pasco 2021

## **2.5. Identificación de variables**

Hernández S. (2014) las variables cambian de valor para evaluar el efecto que estas producen.

Las variables identificadas para este trabajo de investigación son:

### **Variable independiente**

Cenizas de carbón de madera de eucalipto

### **Variable dependiente**

Resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

ORGANIZACIÓN DE LAS VARIABLES		
VARIABLE	INDICADORES	ÍNDICES
<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <p>Cenizas de carbón de madera de eucalipto</p>	<p><b>Indicadores:</b></p> <p>Dosificación</p>	<p>✓ Dosificaciones del 0.5%; 1%, 2%</p>
<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <p>Resistencia de concreto estructural <math>f_c</math> 210 Kg/cm<sup>2</sup></p>	<p><b>Indicadores:</b></p> <p>Resistencia del concreto estructural</p>	<p>✓ De 175 Kg/cm<sup>2</sup> a 210 Kg/cm<sup>2</sup></p>

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Tipo de investigación**

La investigación realizada es de tipo cuantitativo.

#### **3.2 Nivel de la Investigación**

Por la naturaleza del trabajo de investigación es de nivel explicativo, porque trataremos de buscar las causas de la variación de la resistencia del concreto.

La investigación es evidentemente aplicada para evaluar la influencia de la ceniza en el concreto.

#### **3.3 Método de investigación**

El método de la investigación será hipotético deductivo, ya que se planteará las hipótesis; luego con la realización de los ensayos se realizarán los contrastes de hipótesis y su comprobación científica mediante la inferencia estadística.

### 3.4 Diseño de investigación

La investigación tiene un diseño experimental, para el cual se realizará el siguiente diseño de acuerdo a los ensayos a realizar, se tendrá una muestra patrón, el diseño de mezcla se realizará de acuerdo al ACI 211, luego se realizará el reemplazo del cemento en proporciones de 0,5%, 1% y 2%.

**Tabla N° 6**

*Diseño de experimentos*

<b>Código</b>	<b>Numero de muestra 7 días</b>	<b>Numero de muestra 14 días</b>	<b>Numero de muestra 28 días</b>	<b>Dosificación ceniza</b>	<b>Número Total de muestras</b>
MP0	3	3	3	0%	9
MC1	3	3	3	0.5%	9
MC2	3	3	3	1%	9
MC3	3	3	3	2%	9
<b>Total, de muestras</b>					<b>36</b>

*Fuente: elaboración propia*

### 3.5 Población y muestra

#### **Población**

La población es la misma de la muestra, la técnica de muestreo es no probabilística, ya que este será determinado al intencionalmente.

#### **Muestra**

esta muestra será de 36 muestras.

#### **Muestreo**

No es aleatorio, por conveniencia.

### **3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las prácticas de recolección de datos se realizarán mediante formatos que se han preparado, o se tiene en los laboratorios de concreto, los cuales han sido validados por los profesionales que certifican la calidad de los ensayos.

#### **Instrumentos**

Los principales instrumentos que utilizare en la investigación son:

- Formatos para agregados gruesos
- Formatos para la medición de propiedades mecánicas
- Formato para agregados finos.

### **3.7 Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación**

Los instrumentos han sido validados por los ingenieros especialistas para realizar los ensayos y la recolección de datos.

### **3.8 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para la presentación de los datos se utilizarán los programas de Excel y los programas de spss.

### **3.9 Tratamiento estadístico**

Los datos se presentarán según los criterios de la estadística descriptiva, y para realizar la validación de los datos se realizará mediante las pruebas estadísticas, dependiente de la normalidad de los datos. Inicialmente será la estadística descriptiva para su posterior tratamiento e interpretación, realizando los siguientes tratamientos:

Primero vamos obtener las frecuencias y porcentajes en las dimensiones respectivas de las variables.

Elaboración de tablas según la variable tratada

construcción de gráficos para la interpretación

Finalmente, para la prueba estadística de hipótesis se realiza el respectivo análisis inferencial.

### **3.10 Orientación ética filosófica y epistémica**

En todo el desarrollo del trabajo de investigación se realiza el respeto por el derecho de la propiedad intelectual de la bibliografía analizada, realizando la respectiva referencia de acuerdo a las normas APA.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1 Descripción del trabajo de campo**

##### **4.1.1 Eucalipto**

Los nombres comunes que se tiene es eucalipto, eucaliptus, eucalipto goma azul; este árbol puede llegar hasta 60 m y siempre presenta hojas verdes, este puede tener tronco retorcido, liso o con flecos. Hojas perennes con glándulas sebáceas: hojas jóvenes, verde claro, opuestas, sésiles, dispuestas en ramas tetragonales; adultos, alternos, pecíolos, oscuros, lanceolados, de 10 a 20 cm de largo. Flores solitarias, blancas. Fruto cónico, troncocónico, de 2 - 3 cm de diámetro, rugoso, basto, de color verde claro con margen superior convexo, redondeado y valvas discretas.

El eucalipto es una solución y a la vez un gran problema, por su alto consumo de agua. Es así que es un problema importante es que no existe una estimación precisa del número de árboles de eucalipto en el Perú. El ingeniero forestal Armando Quispe sostiene que podría rondar las 300.000 hectáreas, mientras que el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) tiene

solo 9188,90 hectáreas de plantaciones registradas. Una de las razones es que muchos agricultores no registran sus cultivos, lo que conduce a una significativa subestimación de las cifras.

Según Lombardi, el departamento con más plantaciones de eucalipto es Cusco, exactamente donde ha visto un problema en el pasado. Siendo muy joven, a mediados de la década de 1970, llevó a cabo un proyecto de plantación de eucaliptos en Cusco con el objetivo de sembrar de 2000 a 3000 hectáreas con especies de eucaliptos, pero fracasó después de un tiempo porque el suelo era demasiado calizo, rico en carbonato de calcio, por lo tanto, inadecuado para los árboles.

Al año siguiente, en el mismo Cusco, hubo una fuerte sequía que provocó el marchitamiento no sólo de una especie sino también de otra. El problema surgió, según el informe "Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la sierra peruana" —publicado en 1985—, hacia 1983 en Cusco y también en la provincia de Junín. Tal episodio, según el documento, despertó un "fuerte interés" en la cría de especies forestales nativas, en lugar de especies introducidas como el eucalipto.

Es importante para el cultivo de eucalipto: "no se debe plantar en lugares donde la precipitación [lluvia] no llega a los 800 mm anuales". Como dijo, la lluvia debe ser más que esta cantidad; De lo contrario, podría complicar el ecosistema donde reside, lo que parece haber ocurrido en la década de los 80 en Cusco, una zona donde había lluvias intensas, pero en ese momento no eran en volumen significativo.

El eucalipto tiene la gran capacidad de absorber agua del suelo. Si se cultiva en un territorio con pocas precipitaciones, puede dejar sin fuente de agua a otras especies del entorno.

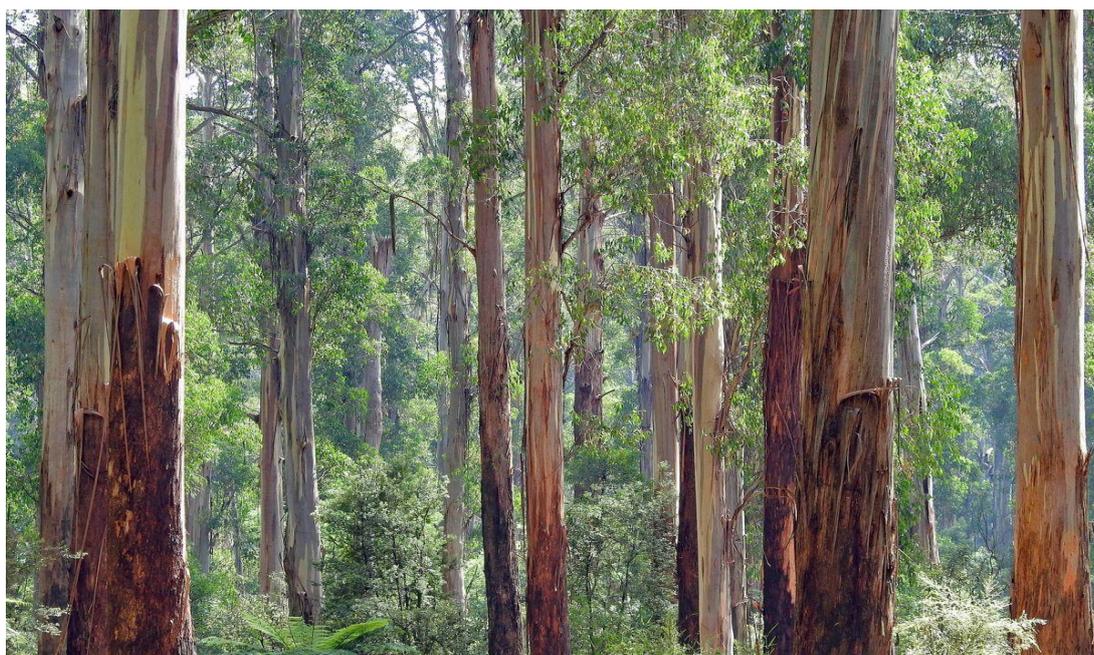
Además de este riesgo, otra de las características controvertidas de esta planta es que induce la enfermedad alélica, que, como explica la FAO, es "el

efecto directo de un compuesto químico secretado por una planta sobre el desarrollo y crecimiento de otra planta". ". En otras palabras, su presencia podría reducir el número de otras especies, hasta el punto de que podrían llegar a extinguirse. Algunos estudios sugieren que es probable que los árboles de eucalipto representen un riesgo de este tipo en los ecosistemas o las plantaciones.

Francisco J. Espinosa-García, de la Universidad Autónoma de México, en su trabajo "Evaluación de la patología alélica del eucalipto", recoge estudios de otros científicos que afirman que la especie de esta planta posee ácidos fenólicos y monoterpenoides como el cineol, que dan un olor característico que ha demostrado ser tóxico in vitro para varias especies de plantas. Luego determinó que este efecto obtenido en el laboratorio no era el mismo que el efecto que se produce en el bosque, aunque fuera una señal de riesgo.(Escobar, 2022)

### **Figura 1**

*Arboles de eucalipto*



Fuente: <https://bit.ly/3vwsyv8>

#### **4.1.2 Carbón de madera de eucalipto**

El carbón vegetal es un producto forestal ampliamente utilizado con muchas ventajas.

Por lo tanto, ahora se puede encontrar como colorante en la industria alimentaria, en la producción de acero debido a su baja reactividad, como purificador de agua y en la industria médica como medicamento para tratar problemas digestivos. Gracias a estos nuevos servicios públicos, la industria del carbón vegetal está revolucionando el uso de energía tradicional y se está convirtiendo cada vez más en parte de la industria mundial. El carbón vegetal es un producto combustible de la combustión sin aire de la madera, es decir, combustión sin oxígeno, solo cuando la madera se expone a altas temperaturas durante un período de tiempo. Esta reacción de carbonatación se llama PIRÓLISIS y tiene los siguientes productos:

Carbón, Agua, Metanol, Alquitrán, Monóxido de carbono, dióxido de carbono y Acido Acetico.(Melina Díaz et al., 2010)

Según la FAO (1983), a una temperatura de carbonización baja de se obtiene un mayor rendimiento de carbón, pero el producto es de baja calidad, porque es corrosivo porque contiene ácidos que no se queman con llama limpia sin gases. Un buen carbón vegetal comercial debe contener carbón fijo, carbón puro, alrededor del 75%; el cual es necesario para que la carbonización del alcance una temperatura de 500°C Otro factor que afectó el rendimiento fue la cantidad de especies de lignina quemada. Existe evidencia de que el contenido de lignina tiene un efecto positivo en el rendimiento, es decir, un alto contenido de lignina da como resultado un alto rendimiento de carbón vegetal. La fragilidad es una propiedad del carbón ya que se vuelve quebradizo y tiende a desmoronarse. Este aumentó con un aumento en la temperatura de

carbonatación de donde el contenido de carbonos fijos aumentó mientras que el contenido de volátiles disminuyó (alquitranes, etc.). según la FAO (1983) indica que una temperatura alrededor de los 475°C proporciona el equilibrio óptimo entre la friabilidad y el deseo de un alto contenido de carbono fijo.(Melina Díaz et al., 2010)

## **Figura 2**

*Obtención de carbón de eucalipto*



*Fuente: <https://andina.pe/agencia/noticia-minagri-capacita-para-producir-carbon-vegetal-eucalipto-procedente-plantaciones-715642.aspx>*

## **Cenizas**

La ceniza vegetal (madera, ichu, paja, etc.) tiene un alto contenido de potasio, calcio, magnesio y otros minerales necesarios para ellos. Puede usarse como fertilizante si no contiene metales pesados u otros contaminantes. Como suele ser muy alcalino, se puede mezclar con agua y dejar en el aire durante un tiempo para captar el CO<sub>2</sub> del ambiente y neutralizarlo parcialmente. También se puede mezclar con otro fertilizante más ácido, como el humus. La

descomposición en el humus también hace que los minerales sean más biodisponibles.

La composición de la ceniza puede ser:

1. Óxido de Silicio ( $\text{SiO}_2$ ) 70% al 75%
2. Óxido de Aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 0.50% a 1.00%
3. Óxido de Hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 0.4% - 0.5%
4. Óxido de Calcio (CAO) 4.0% a 5%
5. Óxido de Azufre ( $\text{SO}_3$ ) 2.00% a 4%
6. Óxido de Magnesio ( $\text{MgO}$ ) 0.5% a 1%
7. Cloruro de Potasio (KCl) 6-9%

En las cenizas se tienen diversos tipos de cenizas y estas se pueden clasificar de la siguiente manera

**La ceniza silicoaluminosa**, también conocida como puzolánica inactiva, con un contenido de CaO del 15% (correspondiente a la norma ASTM clase C), los óxidos presentes son  $\text{SiO}_2$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y también los óxidos del grupo del hierro como  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , debido al óxido de calcio son muy básicos con pH mayor a 10. (Caballero & Médico, 2013)

**La cenizas sulfocalcicas**, con altos contenidos de CaO mayores al 15%, estas también se denominan hidráulicas o activas (Caballero & Médico, 2013)

#### 4.1.2 Agregados

Se realizaron los ensayos para determinar las características del agregado fino y agregado grueso. Para la obtención de los resultados arriba indicados, se desarrollaron trabajos de campo y laboratorio. Los trabajos de campo comprendieron en recolectar la muestra de agregado fino y grueso. En el laboratorio se ejecutaron ensayos tipo estándar necesaria para definir los parámetros requeridos. Al final del presente informe se detallan y definen las

conclusiones y recomendaciones necesarias para el adecuado uso de los agregados a emplear en el diseño de mezcla. Se acompañan también resultados del laboratorio.

### Procedencia de los agregados

Distrito: Simón Bolívar

Provincia: Pasco

Región: Pasco

Latitud Sur: 10° 44' 46.7" S (-10.74629332000)

Latitud Oeste: 76° 18' 42.7" W (-76.31186635000)

### Ubicación de la cantera

Las materias primas se obtuvieron de canteras ubicadas en el lado sur de la ciudad de Pasco, específicamente de la localidad de Sacra Familia, donde se tiene depósitos de material sedimentario, entendiéndose la composición mayoritariamente por calizas dolomíticas.

### Análisis granulométrico

**Tabla N° 7**

*Agregado fino*

TAMIZ	w (RET) (g)	% w RET	%ACUM RETENIDO W(+)	%ACUM PASANTE W(-)
4"	0,0000	-	-	
3 1/2"	0,0000			
3"	0,0000			
2 1/2"	0,0000			
2"	0,0000			100,00
1 1/2"	0,0000			100,00
1"	0,0000			100,00
3/4"	0,0000		-	100,00
1/2"	0,0000		-	100,00
3/8"	6.46	0.60	0.60	99.40
N° 4	206.68	20.70	21.30	78.70
N° 8	265.49	26,50	47.90	52.10
N° 16	211.87	21.20	69.10	31.00
N° 30	190.5	19.10	88.10	11.90

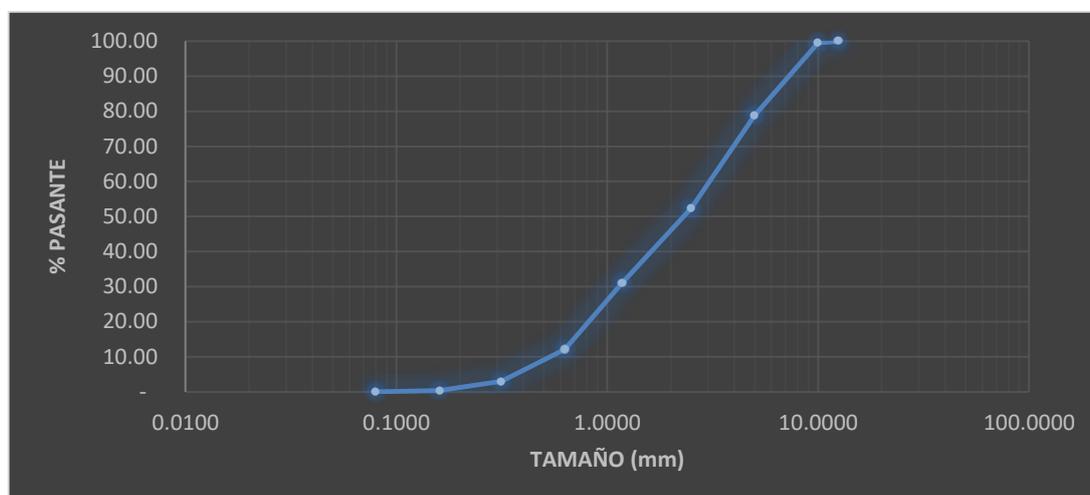
N° 50	90.97	9.10	97.20	2.80
N° 100	26.45	2.60	99.80	0.2
N° 200	3.48	0.30	100.2	-0.2
FONDO	1.09	-	100.3	-0.3

Fuente: Elaboración propia

Se puede visualizar una mayor presencia de los agregados en los tamices 4, 8 y 10.

### Figura 3

*Análisis granulométrico del agregado fino*



Fuente: Elaboración propia

### Propiedades de los agregados

#### Tabla N° 8

*Características de los agregados*

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS		
TIPO DE ENSAYO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Peso unitario suelto	1842	1655
Peso unitario compactado	2127	1974
Peso específico	2.66	2.74
Absorción	1.90	1.40
Módulo de fineza	4.23	6.06

Tamaño máximo nominal	3/8"	3/4"
Contenido de humedad	5.52	0.89

Fuente: Elaboración propia

### Diseño de mezcla

La mezcla ha sido diseñada para los diferentes parámetros de los agregados de la siguiente manera.

### Tabla N° 9

*Diseño de Mezcla Patrón  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$*

PROPORCIONES EN PESO Y VOLUMEN									
<b>PETICIONARIO</b>	:	<b>Bach. Milton Abel Osorio Palma</b>							
<b>PROYECTO</b>	-	<b>" Diseño de Concreto Patrón "</b>							
<b>LUGAR</b>	:	<b>CHAUPIMARCA-PASCO</b>							
<b>FECHA DE RECEPCION</b>	:	<b>08/012022</b>							
<b>FECHA DE EMISION</b>	:	<b>12/01/2022</b>							
<b>FACTOR CEMENTO</b>	:	8.1 bolsas							
<b>RELACION AGUA CEMENTO DE OBRA</b>	:	0.632							
<b>RELACION AGUA CEMENTO DE DISEÑO</b>	:	0.48							
<b>PROPORCION EN PESO (Kg) X Bolsa</b>	=	<b>1</b>	:	<b>2.37</b>	:	<b>2.86</b>	/	<b>20.4</b>	L/bolsa de cemento
<b>RELACION EN VOLUMEN (Pie<sup>3</sup>) X Bolsa</b>	=	<b>1</b>	:	<b>1.83</b>	:	<b>2.57</b>	/	<b>20.4</b>	L/b
<b>CANTIDAD DE MATERIALES SECOS POR METRO CÚBICO (P.U.C.=</b>		<b>2356 Kg/m<sup>3</sup></b>							
<b>CEMENTO</b>	:	340	Kg	<b>CEMENTO ANDINO TIPO I</b>					
<b>AGUA</b>	:	215	Lt	<b>POTABLE</b>					
<b>A.F</b>	:	840	Kg	<b>A.F : SACRA FAMILIA</b>					
<b>A.G</b>	:	960	Kg	<b>A.G : SACRA FAMILIA</b>					
<b>CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CÚBICO, CORREGIDOS POR HUMEDAD Y POR PESO</b>									
<b>UNITARIO DEL CONCRETO</b>		<b>2321</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>						
<b>CEMENTO</b>	:	346	Kg	<b>CEMENTO ANDINO TIPO I</b>					
<b>AGUA</b>	:	166	Lt	<b>POTABLE</b>					
<b>A.F</b>	:	821	Kg	<b>AGREGADOS: : SACRA FAMILIA AF</b>					
<b>A.G</b>	:	987.9	Kg	<b>SACRA FAMILIA AG</b>					
<b>CANTIDAD DE MATERIALES UTILIZADO EN EL DISEÑO PARA 36 TESTIGOS DE CONCRETO PATRON 210 Kg/cm<sup>2</sup>,</b>									
<b>CEMENTO</b>	:	105	Kg	<b>CEMENTO</b>		:	2.47	<b>Bis</b>	
<b>AGUA</b>	:	50	Lt	<b>AGUA</b>		:	50	<b>Lt</b>	
<b>A.F</b>	:	249	Kg	<b>A.F</b>		:	0.14	<b>m3</b>	
<b>A.G</b>	:	299.6	Kg	<b>A.G</b>		:	0.18	<b>m3</b>	
-EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUIA PERUANAINDECOPI: GP 004: 1993)									

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados

Se analizaron los ensayos de campo para la resistencia a la compresión del concreto:

**Tabla N° 10**

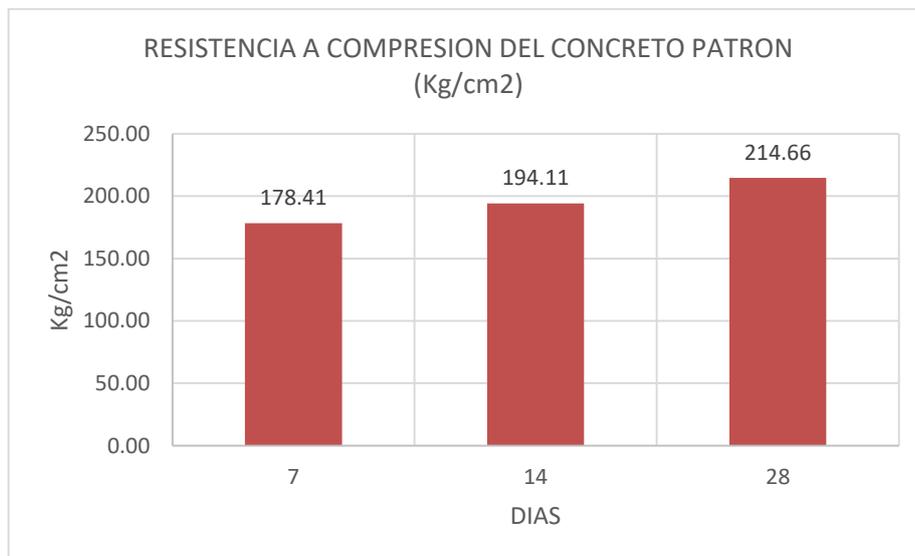
*Resistencia concreto patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>*

N° DE ENSAYO	Tipo de Estructura	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Diametro (cm.)	Carga (KN)	Carga (Kg.)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)
1	CONCRETO BASE	1/12/2022	1/19/2022	7	210	14.99	250.23	25516.35	144.59	178.41	85
					210	15.00	257.89	26297.46	148.81		
					210	15.00	270.45	27578.22	241.84		
2	CONCRETO BASE	1/12/2022	1/26/2022	14	210	14.97	302.45	30841.31	175.23	194.11	92
					210	15.10	352.81	35976.60	200.90		
					210	15.00	357.37	36441.59	206.22		
3	CONCRETO BASE	1/12/2022	2/9/2022	28	210	14.99	370.67	37797.81	214.18	214.66	102
					210	15.01	387.67	39531.33	223.40		
					210	15.00	357.67	36472.18	206.39		

Fuente: elaboración propia

**Figura 4**

*Resistencia concreto patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>*



Fuente: elaboración propia

Se puede visualizar que el incremento de los días, incrementa la resistencia de las probetas, pasando de 178,41 Kg/cm<sup>2</sup> a 214,66 Kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla N° 11**

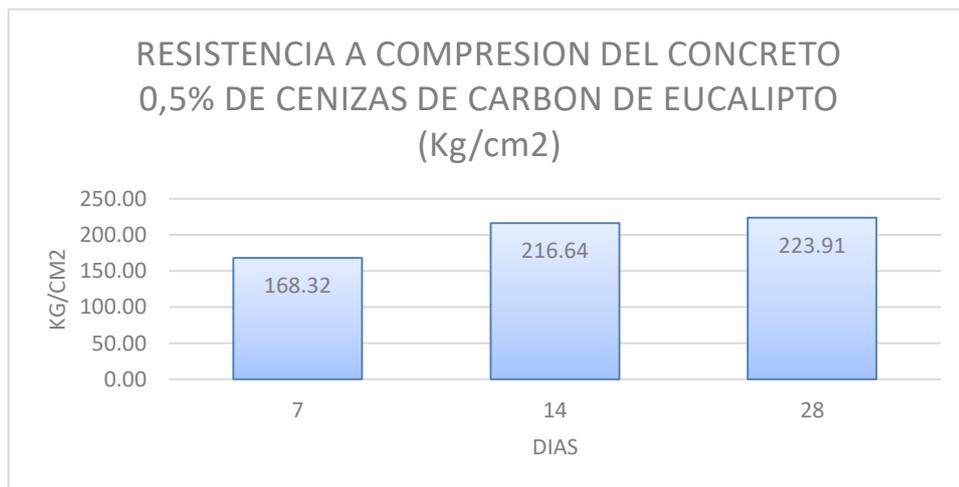
*Resistencia concreto patrón con 0,5% de ceniza de carbón de eucalipto 210 Kg/cm<sup>2</sup>*

N° DE ENSAYO	Tipo de Estructura	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Diámetro (cm.)	Carga (KN)	Carga (Kg.)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)
1	0,5% DE CENIZA DE CARBON DE EUCALIPTO	1/12/2022	1/19/2022	7	210	15.00	281.23	28677.47	162.28	168.32	80
					210	15.01	289.34	29504.46	166.74		
					210	14.98	304.1	31009.56	175.95		
2	0,5% DE CENIZA DE CARBON DE EUCALIPTO	1/12/2022	1/26/2022	14	210	15.00	369.23	37650.97	213.06	216.64	103
					210	15.01	381.24	38875.65	219.70		
					210	15.00	376.34	38375.99	217.16		
3	0,5% DE CENIZA DE CARBON DE EUCALIPTO	1/12/2022	2/9/2022	28	210	15.00	390.12	39781.16	225.12	223.91	107
					210	15.01	383.34	39089.79	220.91		
					210	15.00	391.12	39883.13	225.69		

Fuente: elaboración propia

**Figura 5**

*Resistencia concreto patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> con 0.5% de ceniza de carbón de eucalipto 210 Kg/cm<sup>2</sup>*



Fuente: elaboración propia

La resistencia del concreto se mantiene a partir del día catorce, no se nota un incremento exagerado en la resistencia del concreto, teniendo como concreto con 0.5% cenizas de eucalipto llegando a 223.91 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla N° 12**

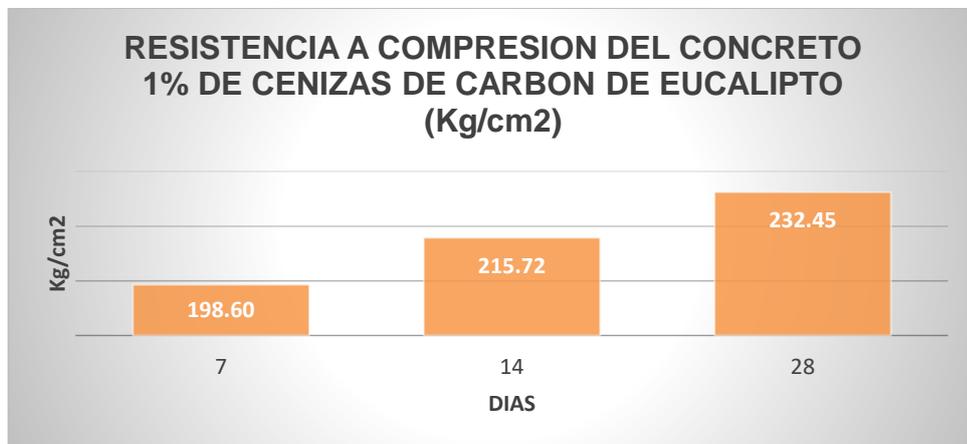
*Resistencia concreto patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> con 1 % de ceniza de carbón de eucalipto 210 Kg/cm<sup>2</sup>*

N° DE ENSAYO	Tipo de Estructura	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Diametro (cm.)	Carga (KN)	Carga (Kg.)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)
1	1% DE CENIZA DE CARBON DE EUCALIPTO	1/12/2022	1/19/2022	7	210	15.03	347.87	35472.86	199.93	198.60	95
					210	15.03	345.12	35192.44	198.35425		
					210	15.01	342.76	34951.79	197.52		
2	1% DE CENIZA DE CARBON DE EUCALIPTO	1/12/2022	1/26/2022	14	210	15.00	377.76	38520.79	217.98	215.72	103
					210	15.00	376.14	38355.60	217.04828		
					210	15.00	367.62	37486.80	212.13		
3	1% DE CENIZA DE CARBON DE EUCALIPTO	1/12/2022	2/9/2022	28	210	14.98	398.45	40630.58	230.54	232.45	111
					210	14.98	405.57	41356.62	234.66		
					210	15.00	402.34	41027.25	232.17		

Fuente: elaboración propia

**Figura 6**

*Resistencia concreto patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> con 1 % de ceniza de carbón de eucalipto 210 Kg/cm<sup>2</sup>*



Fuente: elaboración propia

La resistencia del concreto se incrementa hasta el día veintiuno, no se nota un incremento exagerado en la resistencia del concreto para el día veintiocho llegando a 232.45 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla N° 13**

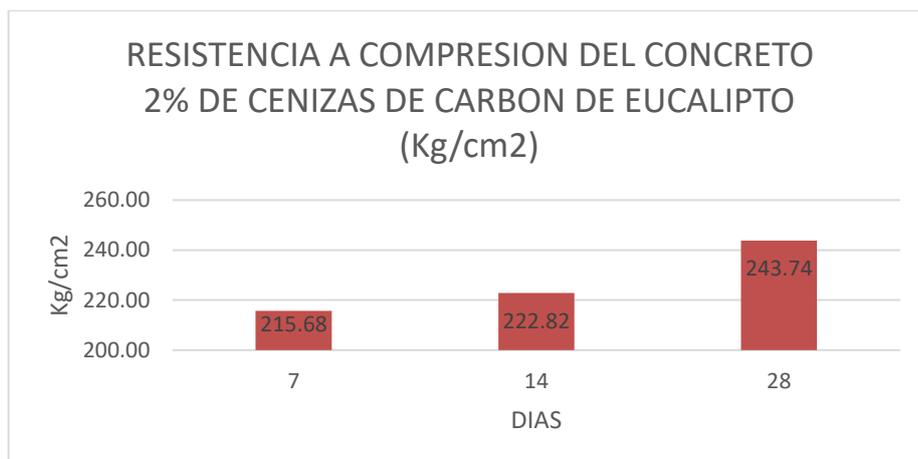
*Resistencia concreto patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> con 2 % de ceniza de carbón de eucalipto 210 Kg/cm<sup>2</sup>*

N° DE ENSAYO	Tipo de Estructura	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (Dias)	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Diametro (cm.)	Carga (KN)	Carga (Kg.)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)
1	2% DE CENIZA DE CARBON DE EUCALIPTO	1/12/2022	1/19/2022	7	210	14.90	359.34	36642.47	210.15	215.68	103
					210	14.90	378.89	38636.02	221.58		
					210	14.80	363.26	37042.20	215.32		
2	2% DE CENIZA DE CARBON DE EUCALIPTO	1/12/2022	1/26/2022	14	210	15.02	387.98	39562.94	223.28	222.82	106
					210	15.02	385.14	39273.34	221.65		
					210	15.00	387.34	39497.68	223.51		
3	2% DE CENIZA DE CARBON DE EUCALIPTO	1/12/2022	2/9/2022	28	210	14.98	416.26	42446.70	240.84	243.74	116
					210	14.98	425.14	43352.21	245.98		
					210	15.00	423.56	43191.09	244.41		

Fuente: elaboración propia

**Figura 7**

*Resistencia concreto patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> con 2 % de ceniza de carbón de eucalipto 210 Kg/cm<sup>2</sup>*



Fuente: elaboración propia

La resistencia del concreto se incrementa progresivamente pasando de 215,68 a los 7 días hasta llegar a tener la resistencia del concreto para el día veintiocho de 243.74 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Consolidado de resistencia de concreto a 28 días desde el concreto patrón hasta la dosificación de 2% de cenizas de carbón de eucalipto**

**Tabla N° 14**

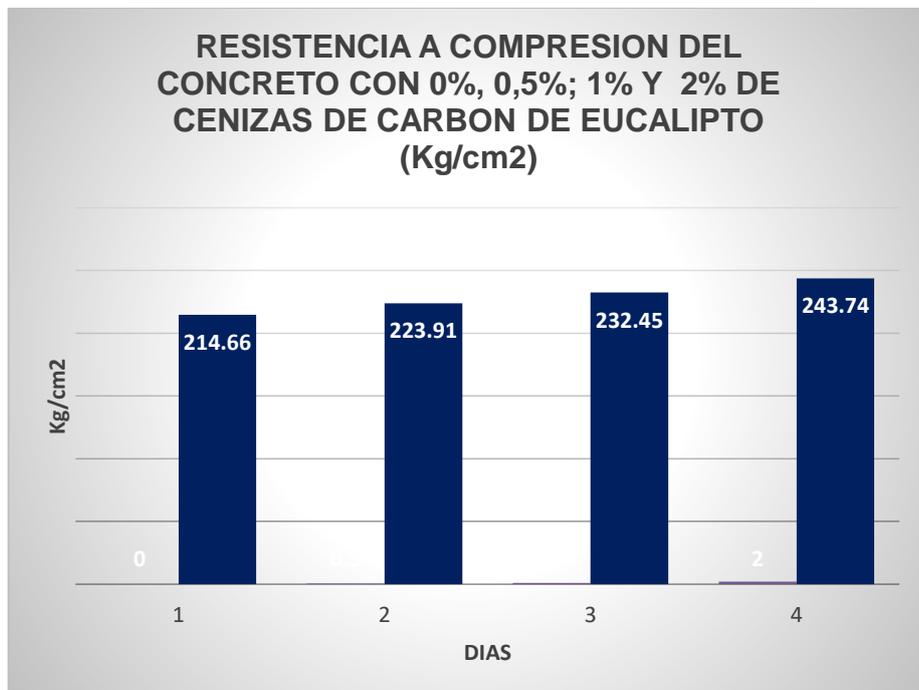
*Resistencia concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> de 0-2 % de ceniza de carbón de eucalipto 210 Kg/cm<sup>2</sup>*

EDAD (DIAS)	DOSIFICACION DE CENIZAS DE CARBON DE EUCALIPTO (%)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )
28	0	214.66
28	0.5	223.91
28	1	232.45
28	2	243.74

Fuente: elaboración propia

**Figura 8**

*Resistencia concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> de 0-2 % de ceniza de carbón de eucalipto 210 Kg/cm<sup>2</sup>*



Fuente: elaboración propia

Se realizó la medición a los 28 días, llegando la resistencia del concreto de 214.66 kg/cm<sup>2</sup> con el concreto patrón e incrementándose con el concreto con 2% de adición de cenizas se obtiene 243.74 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 4.3 Prueba de Hipótesis

#### Prueba de Hipótesis General

##### *Hipótesis General*

*Hi. Las cenizas de carbón de madera de eucalipto mejoran la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021*

*Ho. Las cenizas de carbón de madera de eucalipto no mejoran la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021*

#### Tabla N° 15

*Comparación de estadísticos en la resistencia concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> de 0-2 % de ceniza de carbón de eucalipto 210 Kg/cm<sup>2</sup>*

#### Descriptivos

#### Resistencia del concreto

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Concreto Patron	3	214,6567	8,51501	4,91614	193,5042	235,8091	206,39	223,40
Concreto con adición de 0,5% de cenizas de Eucalipto	3	223,9067	2,61079	1,50734	217,4211	230,3922	220,91	225,69
Concreto con adición de 1% de cenizas de Eucalipto	3	232,4567	2,07491	1,19795	227,3023	237,6110	230,54	234,66
Concreto con adición de 2% de cenizas de Eucalipto	3	243,7433	2,63405	1,52077	237,2000	250,2867	240,84	245,98
Total	12	228,6908	11,91998	3,44100	221,1172	236,2644	206,39	245,98

Fuente: elaboración propia

Se puede visualizar que el incremento de resistencia es en las probetas de 2%, mayores efectos no se pueden cuantificar.

**Tabla N° 16**

*Prueba de ANOVA , Tukey en la resistencia concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> de 0-2 % de ceniza de carbón de eucalipto 210 Kg/cm<sup>2</sup>*

(I) Cenizas de eucalipto	(J) Cenizas de eucalipto	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
Concreto Patron	Concreto con adición de 0,5% de cenizas de Eucalipto	-9,25000	3,88512	,159
	Concreto con adición de 1% de cenizas de Eucalipto	-17,80000*	3,88512	,008
	Concreto con adición de 2% de cenizas de Eucalipto	-29,08667*	3,88512	,000
Concreto con adición de 0,5% de cenizas de Eucalipto	Concreto Patron	9,25000	3,88512	,159
	Concreto con adición de 1% de cenizas de Eucalipto	-8,55000	3,88512	,203
	Concreto con adición de 2% de cenizas de Eucalipto	-19,83667*	3,88512	,004
Concreto con adición de 1% de cenizas de Eucalipto	Concreto Patron	17,80000*	3,88512	,008
	Concreto con adición de 0,5% de cenizas de Eucalipto	8,55000	3,88512	,203
	Concreto con adición de 2% de cenizas de Eucalipto	-11,28667	3,88512	,076
Concreto con adición de 2% de cenizas de Eucalipto	Concreto Patron	29,08667*	3,88512	,000
	Concreto con adición de 0,5% de cenizas de Eucalipto	19,83667*	3,88512	,004
	Concreto con adición de 1% de cenizas de Eucalipto	11,28667	3,88512	,076

Fuente: elaboración propia

-Se puede visualizar que la diferencia entre el concreto patrón y el concreto con adición de 0.5% de cenizas no hay diferencia significativa debido a que el nivel de significancia  $0,159 > 0,05$ , sin embargo existe una diferencia entre el concreto patrón y las muestras que tuvieron adiciones de cenizas de

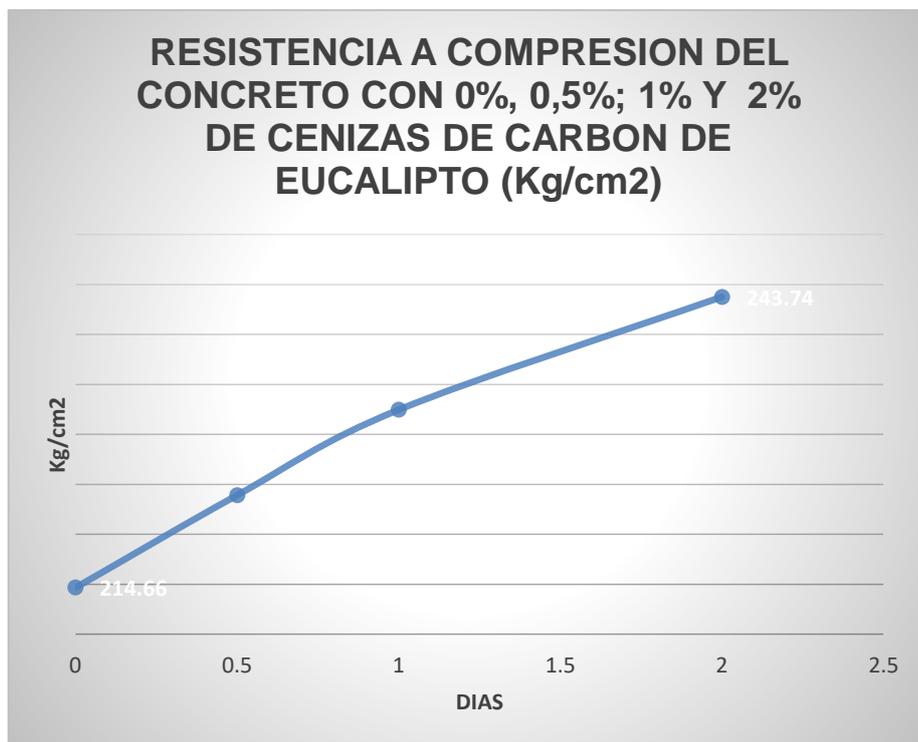
carbón de eucalipto de 1% y 2%, debido a que el nivel de significancia es menor de  $0,008 < 0,05$  y  $0,000 < 0,05$  Por tanto, la adición de cenizas incrementa la resistencia del concreto y se acepta la hipótesis del investigador, *Hi*. Las cenizas de carbón de madera de eucalipto mejoran la resistencia de concreto estructural  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021

### Prueba de Hipótesis Especifica

. *Hi*<sub>1</sub>...La dosificación óptima de las cenizas de carbón de madera de eucalipto aumenta resistencia de concreto estructural  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021.

### Figura 9

*Resistencia a compresión del concreto con 0%, 0,5%; 1% y 2% de cenizas de carbón de eucalipto (kg/cm<sup>2</sup>)*



Fuente: elaboración propia

La dosificación óptima es cuando se maximiza la resistencia del concreto, teniéndose que para 2% se tiene 243.74 Kg/cm<sup>2</sup>

Hi<sub>2</sub> Las propiedades físicas de las cenizas de carbón de madera de eucalipto mejoran la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> Pasco 2021

Las Propiedades físicas de las cenizas de carbón son su tamaño fino, que se encuentran debajo de la malla 400, el cual es de forma palpable al friccionar en los dedos, se puede visualizar que a 2% se encuentran las mayores resistencias de concreto.

**Tabla N° 17**

*Dosificación de cenizas de carbón de eucalipto (%)*

EDAD (DIAS)	DOSIFICACION DE CENIZAS DE CARBON DE EUCALIPTO (%)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )
28	0	214.66
28	0.5	223.91
28	1	232.45
28	2	243.74

Fuente: elaboración propia

Hi<sub>3</sub>. Las propiedades físicas de los agregados gruesos mejoran la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021

**Tabla N° 18**

*Componentes de la mezcla de concreto*

DENOMINACION	CANTIDAD (Kg)	%
CEMENTO	343	15%
AGUA	165	7%
AGREGADO FINA	813	35%
AGREGADO GRUESA	979,2	43%
TOTAL	2300,2	

Fuente: elaboración propia

Se tiene una mayor presencia en el agregado grueso, estando en cantidades mayores en 43%

Hi<sub>4</sub>. Las propiedades físicas de los agregados finos mejoran la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021.

**Tabla N° 19**

*Porcentajes de los componentes de la mezcla de concreto*

DENOMINACION	CANTIDAD (Kg)	%
CEMENTO	343	15%
AGUA	165	7%
AGREGADO FINA	813	35%
AGREGADO GRUESA	979,2	43%
TOTAL	2300,2	

Fuente: elaboración propia

Los agregados finos se encuentran en cantidades de 35%, estos son agregados de tipo calcita, esto se evidencia que con los agregados gruesos se obtienen cal en los diversos hornos alrededor de la cantera.

Hi<sub>5</sub>. La resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> depende de la dosificación de las cenizas de carbón de madera de eucalipto en Pasco 2021.

**Tabla N° 20**

*Medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.*

*Resistencia del concreto*

HSD Tukey<sup>a</sup>

Cenizas de eucalipto	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Concreto Patron	3	214,6567		

Concreto con adición de 0,5% de cenizas de Eucalipto	3	223,9067	223,9067
Concreto con adición de 1% de cenizas de Eucalipto	3		232,4567
Concreto con adición de 2% de cenizas de Eucalipto	3		243,7433
Sig.		,159	,203
			,076

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

La resistencia del concreto en el rango presentado de 0-2% se hay incrementado a partir de 1%, pero para los valores de 1%-2%, se tiene incremento den la resistencia del concreto.

#### 4.4 Discusión de resultados

Según las investigaciones de Evaristo Alberto (2018) nos comenta que las mejores resistencia del concreto adicionando cenizas de viruta de madera fueron con 1%, y la resistencia correspondiente ha sido de 237.048Kg/cm<sup>2</sup>; en nuestro caso las mejores resistencia se encontraron cuando se adicionaron las adiciones de 2% con una resistencia promedio de 243.74 Kg/cm<sup>2</sup>, esto dependerá de las condiciones de los agregados.

En el trabajo de tesis sustituyendo cenizas de huarango en proporciones de 3% y 5%, se lograron los mejores resultados al sustituir en un 3 % de cemento aumento a 165.06 Kg/cm<sup>2</sup>; en nuestro trabajo se lograron los mejores resultados al agregar 2% como aditivo llegando a 243.74 Kg/cm<sup>2</sup> (Ponte Jesús, 2018).

La sustitución del agregado fino en porcentajes de 30%, 50% y 70% disminuyen la resistencia del concreto (Vivas Villarreal, 2016); en nuestro caso a dosificaciones menores del 2% incrementaron la resistencia del concreto resistencia promedio de 243.74 Kg/cm<sup>2</sup>.

## CONCLUSIONES

1. Los mejores resultados se logran con una adición de 2%, obteniéndose el resultado 243.74 Kg/cm<sup>2</sup> y además se logró un incremento respecto al patrón de aproximadamente 13%
2. Los agregados gruesos, al estar en un mayor porcentaje incrementa la resistencia del concreto, por eso los valores altos en la resistencia del concreto patrón
3. El resultado más óptimo es alrededor del 2%, además se puede notar que cambios grandes no se tienen para porcentajes de 0.5%
4. La presencia de material puzolánico y los tamaños que son menores al tamiz 400 explica el incremento de la resistencia del concreto.
5. Los agregados finos en una presencia media mejora la trabajabilidad y la fluidez del concreto.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda realizar a mayores porcentajes de ceniza, para saber el efecto que se tiene sobre la resistencia del concreto.
2. Se debe probar con la adición de otros reactivos, posiblemente encontramos un caso de sinergia, que incremente las propiedades mecánicas.
3. Sería necesario adicionar fibras de acero, con la finalidad de mejorar las propiedades de resistencia a la flexión.
4. Se recomienda usar el concreto diseñado en estructuras de mediana envergadura.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Caballero, A., & Médico, O. (2013). Caracterización y posible uso de cenizas resultantes de la combustión del carbón , en la futura Termocentral de lecho fluidizado . Río Turbio ( Argentina ). *Redisa*, 1–6.
- Escobar, R. (2022). *Eucalipto\_ una especie exótica que causa controversia en el Perú*. <https://bit.ly/3vwsyv8>
- Evaristo Alberto, F. M. (2018). Resistencia de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con adición de ceniza de viruta de madera- Huaraz - 2017. [Universidad San Pedro]. In *Universidad San Pedro*. <http://repositorio.usanpedro.edu.pe//handle/USANPEDRO/5477>
- ingeniero-de-caminos.com. (2021). ▷ *Aditivos para concreto | ingeniero de caminos*. <https://ingeniero-de-caminos.com/aditivos-para-concreto/>
- Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones. (2017). *Componentes y propiedades del cemento | Características - IECA*. <https://www.ieca.es/>  
<https://www.ieca.es/componentes-y-propiedades-del-cemento/>
- Melina Díaz, B., Gonzales Asencios, A., Sifuentes Yepes, D., & Gonzales Mora, E. (2010). El carbón vegetal: alternativa de energía y productos químicos. *Xilema*, 23(1), 95–103. <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/xiu/article/view/813>
- Ponte Jesús, W. A. (2018). Sustitución de 3% Y 5% de cemento por ceniza de Huarango en un concreto  $F´C=210\text{ Kg/cm}^2$  Huaraz – 2017 [Universidad San Pedro]. In *Universidad San Pedro*. [http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/9830/Tesis\\_58596.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/9830/Tesis_58596.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Sika Peru S.A. (2013). *Sika informaciones técnicas. Aditivos para el concreto, una visión actual*. [https://per.sika.com/content/dam/dms/pe01/4/Aditivos para Concreto\\_Brochure.pdf](https://per.sika.com/content/dam/dms/pe01/4/Aditivos para Concreto_Brochure.pdf)
- Supermix, C. (2021). *Agregados para la elaboración de concreto - Concretos Supermix*.

Agregados. <https://www.supermix.com.pe/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/>

Vivas Villarreal, K. N. (2016). *DISEÑO DE UN HORMIGÓN LIVIANO ELABORADO CON CENIZA DE MADERA COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO*. Universidad Técnica de Ambato.

# ANEXOS



## MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: “Influencia de cenizas de carbón de madera de eucalipto en la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021”

<p><b>Problema General</b> ¿Cuál es la influencia de cenizas de carbón de madera de eucalipto en la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>a. ¿Cuál es la dosificación de las cenizas de carbón de madera de eucalipto en la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021?</p> <p>b. ¿Cuáles son las propiedades físicas de las cenizas de carbón de madera de eucalipto en la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021?</p> <p>c. ¿Cuáles son las propiedades físicas de los agregados gruesos en la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021?</p> <p>d. ¿Cuáles son las propiedades físicas de los agregados finos en la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021?</p> <p>e. ¿Cuál es la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> con cenizas de carbón de madera de eucalipto en Pasco 2021?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Verificar la influencia de cenizas de carbón de madera de eucalipto en la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>a. Calcular la dosificación de las cenizas de carbón de madera de eucalipto en la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021</p> <p>b. Medir las propiedades físicas de las cenizas de carbón de madera de eucalipto en la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021</p> <p>c. Medir las propiedades físicas de los agregados gruesos en la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021</p> <p>d. Medir las propiedades físicas de los agregados finos en la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021</p> <p>e. Determinar la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> con cenizas de carbón de madera de eucalipto en Pasco 2021</p>	<p><b>Marco Teórico Conceptual.</b> <b>Aditivos.</b> Los aditivos son para mejorar las propiedades físicas y químicas del concreto fresco o endurecido, según afirmaciones de Sika Peru S.A. (2013) en los primeros años el Opus Caementitium, era uno de los mejores concretos que sirvió para desarrollar la infraestructura en Roma. Luego se buscaron otros materiales aditivos que mejoraran las propiedades de acelerar y mejorar la resistencia, también se buscaron aditivos que mejoren la estanqueidad en los acueductos que incluyeron sangre, huevos, manteca de cerdo, ya que la finalidad era el mejorar la impermeabilidad del concreto. Agregados. De acuerdo a las aseveraciones de Supermix, (2021); los agregados están en proporción de 60% al 75% del volumen del concreto, influyen en las propiedades físicas del concreto fresco y endurecido; los agregados deben de cumplir con la normas ASTM C33 y NTP 400.037, los agregado pueden ser finos, son considerandos aquellos que pasan el tamiz N° 4, estos pueden provenir de canteras o producto de la trituración de agregados, esos agregados no pueden ser mas de 30%.</p>	<p><b>Hipótesis General</b> Hi. Las cenizas de carbón de madera de eucalipto mejoran la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021 Ho. Las cenizas de carbón de madera de eucalipto mejoran la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021</p> <p><b>Hipótesis específica</b></p> <p>Hi1..La dosificación optima de las cenizas de carbón de madera de eucalipto aumenta resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021 Hi2 Las propiedades físicas de las cenizas de carbón de madera de eucalipto mejoran la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> Pasco 2021 Hi3. Las propiedades físicas de los agregados gruesos mejoran la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021 Hi4. Las propiedades físicas de los agregados finos mejoran la resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021 Hi5.La resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> depende de la dosificación de las cenizas de carbón de madera de eucalipto en Pasco 2021</p>	<p><b>Variables e Indicadores</b> <b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> Las cenizas de carbón de madera de eucalipto <b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> Resistencia de concreto estructural f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Pasco 2021</p>	<p><b>Metodología</b> <b>Tipo de investigación</b> La investigación realizada es de tipo cuantitativo y por la naturaleza del trabajo de investigación es de nivel explicativo, porque trataremos de buscar las causas de la variación de la resistencia del concreto <b>Diseño de investigación</b> La investigación tiene un diseño experimental, para el cual se realizara el siguiente diseño de acuerdo a los ensayos a realizar, se tendrá una muestra patrón, el diseño de mezcla se realizara de acuerdo al ACI 319, luego se realizara el reemplazo del cemento en proporciones de 0.5%, 1% y 2%. <b>Técnicas.-</b> Encuestas, Encuestas virtuales <b>Instrumentos.-</b> Cuestionarios, formularios virtuales. <b>Población:</b> El total de la población es de 36 probetas <b>Muestra:</b> La muestra es de 36 probetas <b>Muestreo:</b> El muestreo será no probabilístico por conveniencia</p>
---	--	--	---	--	--



LABORATORIO DE SUELO, CONCRETO, ASFALTO Y SHOTCRETE.

---

# INFORME TÉCNICO DE DISEÑO DE MEZCLA 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

---

## PROYECTO

" CONCRETO PATRON "

## UBICACIÓN

DISTRITO : YANACANCHA  
PROVINCIA : PASCO  
REGIÓN : PASCO

## Solicitante

"Bachiller Milton Abel Osorio Palma"

---

FEBRERO DEL 2022



LABORATORIO DE SUELO, CONCRETO, ASFALTO Y SHOTCRETE.

---

## CONTENIDO

---

### 1.0 GENERALIDADES

- 1.1 Introducción
- 1.2 Ubicación de la Obra
- 1.3 Ubicación de los Agregados

### 2.0 ACTIVIDADES REALIZADAS

- 2.1 Muestreo
- 2.2 Ensayo de Laboratorio

### 3.0 DISEÑO DE MEZCLA

- 3.1 Datos de Laboratorio
- 3.2 Especificaciones para el Diseño
- 3.3 Procedimiento de Dosificación

### 4.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.0 ANEXOS

DISEÑO DE MEZCLA DE 210 kg/cm<sup>2</sup>



## **1.0 ASPECTOS GENERALES**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

El informe que se presenta a continuación es el resultado de los estudios realizados con la finalidad de diseñar las mezclas de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Para la obtención de los resultados arriba indicados, se desarrollaron trabajos de campo y laboratorio. Los trabajos de campo comprendieron en recolectar la muestra de hormigón y agua que se empleará en la dosificación de la mezcla.

En el laboratorio se ejecutaron ensayos tipo estándar necesaria para definir los parámetros requeridos.

Al final del presente informe se detallan y definen las conclusiones y recomendaciones necesarias para la adecuada dosificación de la mezcla a emplear. Se acompañan también resultados del laboratorio.

### **1.2 UBICACIÓN DE LA OBRA**

Distrito : Yanachancha  
Provincia : Chaupimarca  
Región : Pasco

### **1.3 UBICACIÓN DE LOS AGREGADOS EMPLEADOS**

#### **Arena gruesa**

La arena empleada en el diseño de mezcla lo constituye la tomada de la **Cantera Sacrafamilia**, ubicada a 97 km del lugar de la obra, siendo estos materiales procedentes de depósitos recientes y terrazas aluviales; los que son apropiados para la elaboración de mortero y concreto.

#### **Piedra chancada**

Piedra chancada de ½" pulgada proveniente de la cantera de vicco.

#### **Ceniza de Carbón de Eucalipto**

Las cenizas están cargadas de minerales y tienen muchas propiedades beneficiosas, las que se pueden utilizar de varias formas diferentes.

#### **Agua**

La principal fuente de agua que se empleará en la preparación de la mezcla; serán las redes existentes en el distrito de yanacancha-paso, cerca de las áreas a intervenir.



LABORATORIO DE SUELO, CONCRETO, ASFALTO Y SHOTCRETE.

## **2.0 ACTIVIDADES REALIZADAS:**

### **2.1 MUESTREO**

Se tomaron muestras inalteradas y disturbadas del hormigón acumulado en el centro de acopio de la obra.

Paralelamente a la toma de muestras se anotaron las características como color, origen (descripción visual manual ASTM D2488).

### **2.2 ENSAYO DE LABORATORIO**

Las muestras obtenidas en el campo han sido remitidas al laboratorio para realizar los ensayos según la siguiente relación.

- ✓ Análisis Granulométrico por tamizado
- ✓ Módulo de Fineza
- ✓ Peso Unitario y Especifico
- ✓ Humedad y Absorción

## **3.0 DISEÑO DE MEZCLA:**

Para el diseño de mezcla, de acuerdo a las propiedades que se desea alcanzar, se ha tenido en consideración las características del agregado fino y grueso tales como el perfil, textura superficial, granulometría, tamaño máximo de agregado, módulo de fineza, limpieza y presencia de materia orgánica o materiales extraños. Así mismo, se tuvo un especial cuidado de la calidad de agua.

La estimación de los pesos requeridos para alcanzar una resistencia de concreto determinada, involucra una secuencia de pasos lógicos y directos que puede ser realizado de la siguiente forma:

### **a. Datos de laboratorio**

En laboratorio se ha obtenido los resultados de las características de los componentes para el diseño de mezcla:

- ✓ Análisis granulométrico del agregado fino y grueso.
- ✓ Módulo de fineza
- ✓ Peso unitario suelto, compacto y específico de los agregados.
- ✓ Humedad y absorción de los agregados.



**LABORATORIO DE SUELO, CONCRETO, ASFALTO Y SHOTCRETE.**

**b. Procedimiento de dosificación**

Se ha seguido la siguiente secuencia:

- ✓ Elección del asentamiento de acuerdo al tipo de construcción.
- ✓ Elección del tamaño máximo de agregado.
- ✓ Estimación de agua de mezclado.
- ✓ Selección de la relación agua-cemento.
- ✓ Cálculo de volúmenes de los componentes.
- ✓ Estimación del contenido del hormigón.
- ✓ Valores de diseño.
- ✓ Ajuste por el contenido de humedad del hormigón.
- ✓ Cálculo del peso de componentes por tanda de una bolsa de cemento.
- ✓ Cálculo del volumen de componentes por tanda de un saco de cemento.
- ✓ Proporción de la mezcla.

**4.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:**

Con respecto al diseño de mezcla:

- a. Se deberá emplear agregados provenientes de la **Cantera Sacra familia y vico**, ubicado aproximadamente a 97 km del lugar de estudio, con un tamaño máximo de agregado de  $\frac{3}{4}$ " y arena gruesa denominada shotcrete.
- b. Se deberá emplear cemento Portland tipo I, de 42.5 kg por bolsa.
- c. Se deberá emplear agua de las redes de distribución existentes en la Localidad de Yanacancha, cerca de las áreas a intervenir.
- d. La proporción cemento: hormigón a emplear es:
  - ❖ Para Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$       1: 1.85: 2.51
- e. El presente diseño es válido sólo para este trabajo.



LABORATORIO DE SUELO, CONCRETO, ASFALTO Y SHOTCRETE.

---

## ANEXOS

---



---

## **ENSAYOS DE LABORATORIO**

---



LABORATORIO DE SUELO, CONCRETO, ASFALTO Y SHOTCRETE

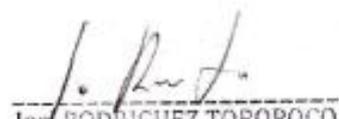
---

# DISEÑO DE MEZCLA

## $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

---

  
Ronald M. Ortega Soto  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 20460

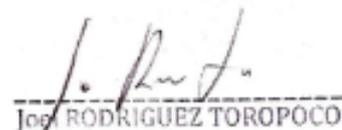
  
José RODRIGUEZ TOROPOCO  
TECNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE SUELO, CONCRETO, ASFALTO Y SHOTCRETE

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS					
PETICIONARIO	:	Bach. Milton Abel Osorio Palma			
PROYECTO	:	" Diseño de Concreto Patrón "			
LUGAR	:	CHAUPIMARCA-PASCO			
FECHA DE RECEPCION	:	08/012022			
FECHA DE EMISION	:	12/01/2022			
DISEÑO DE MEZCLA	:	(f'c =210 Kg/cm <sup>2</sup> )			
Cemento	:	CEMENTO ANDINO TIPO I			
Peso Especifico	:	3.15			
AGREGADO GLOBAL	:				
CANTERA	:	SACRA FAMILIA			
<b>PESO ESPECIFICO Y % DE ABSORCION DE AGREGADO FINO</b>					
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO			
Peso Especifico de masa	:	2.641	Peso Especifico de masa : 253		
Peso Especifico de masa S.S.S	:	2.665	Peso Especifico de masa S.S.I : 2.57		
Peso Especifico Aparente	:	2.740	Peso Especifico Aparente : 2.66		
Peso Unitario Compactado	:	2127.0 Kg/Cm3	Peso Unitario Compactado : 1974.0 Kg/Cm3		
Peso Unitario Suelto	:	1642.0 Kg/Cm3	Peso Unitario Suelto : 1655.0 Kg/Cm3		
<b>GRANULOMETRIA</b>		<b>GRANULOMETRIA</b>			
Malla	%Retenido	Malla	%Retenido		
n° 3/8	0.5	11/2"	100.0		
n° 4	21.1	1"	100.0		
n° 8	47.7	3/4"	1.0		
n° 16	66.9	1/2"	37.0		
n° 30	67.9	3/8"	70.6		
n° 50	97.0	n° 4	89.0		
n° 100	99.7	Fondo	100.0		
n° 200	100.0				
Fondo	100.0				
Módulo de fineza	:	4.23	Tamaño Máximo Nominal : 3/4" pulgada		
Absorción	:	1.90 %	Absorción : 1.40 %		
Humedad	:	5.52 %	Humedad : 0.69 %		
<b>CARACTERISTICAS</b>		<b>AGREGADO FINO</b>		<b>AGREGADO GRUESO</b>	
T.M.N		3/8"		3/4"	
M.F.		4.23		6.06	
P.U.S.S.		1642.0		1655.0	
P.U.S.C.		2127.0		1974.0	
P.E.		2740.0		2660.0	
%A.BS.		1.90		1.40	
%W		5.52		0.69	

  
 Elvys Rixerojas  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 26460

  
 José RODRIGUEZ TOROPOCO  
 TECNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE SUELO, CONCRETO, ASFALTO Y SHOTCRETE

ANALISIS GRANULOMETRICO - AGREGADO FINO

PETICIONARIO : Bach. Milton Abel Osorio Palma  
 PROYECTO : " Diseño de Concreto Patrón "  
 LUGAR : CHAUPIMARCA-PASCO  
 FECHA DE RECEPCION : 08/01/2022  
 FECHA DE EMISION : 12/01/2022

DISEÑO DE MEZCLA F'c :  $f'c = 210$  Kg/Cm<sup>2</sup> F'cr = 210 Fe. C/F. SEG= 210

Cemento : CEMENTO ANDINO TIPO I

Peso Especifico : 3.15

AGREGADO

FINO :

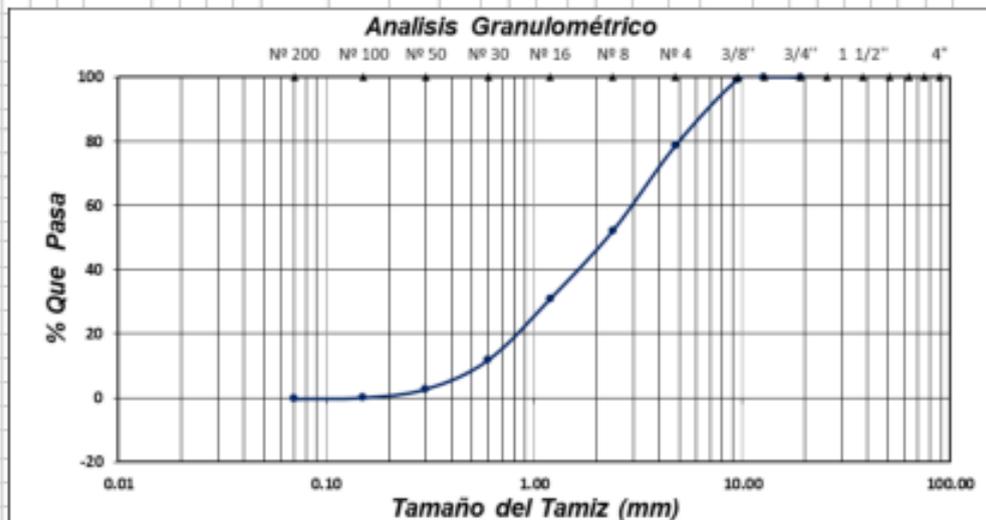
CANTERA SACRA FAMILIA

ENSAYO: GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO (NORMA C-136)

Malla	Peso	%	%ret	%ret
2"	0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	0	0.0	0.0	100.0
1"	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0	0.0	0.0	100.0
1/2"	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	6.46	0.6	0.6	99.4
n°4	206.68	20.7	21.3	78.7
n°8	265.49	26.5	47.9	52.1
n°16	211.87	21.2	69.1	31.0
n°30	190.5	19.1	88.1	11.9
n°50	90.97	9.1	97.2	2.8
n°100	26.45	2.6	99.6	0.2
n°200	3.48	0.3	100.2	-0.2
Fondo	1.09	0.1	100.3	-0.3
Peso Int	1000		MF	4.23
TMN	3/8"			

*[Handwritten signature]*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C° N° 98460

*[Handwritten signature]*  
 JOSE RODRIGUEZ TOROPOCO  
 TECNICO DE LABORATORIO





LABORATORIO DE SUELO, CONCRETO, ASFALTO Y SHOTCRETE

ANALISIS GRANULOMETRICO - AGREGADO GRUESO						
PETICIONARIO	- Bach. Milton Abel Osorio Palma					
PROYECTO	: " Diseño de Concreto Patrón "					
LUGAR	: CHAUPIMARCA-PASCO					
FECHA DE RECEPCION	: 08/012022					
FECHA DE EMISION	: 12/01/2022					
DISEÑO DE MEZCLA F'c	210	Kg/Cm3	F'cr =	210	Fc. C/F. SEG=	210
Cemento	: ANDINO TIPO I					
Peso Especifico	: 3.15					
AGREGADO GRUESO :						
CANTERA VICO						
ENSAYO: GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO (NORMA C-136)						
Malla	Peso	Ret	Acum	Acum		
2"	0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	0	0.0	0.0	100.0		
1"	0	0.0	0.0	100.0		
3/4"	20	1.0	1.0	99.0		
1/2"	720	36.0	37.0	63.0		
3/8"	675	33.8	70.8	29.3		
n°4	365	18.3	89.0	11.0		
n°8	0	0.0	89.0	11.0		
n°16	0	0.0	89.0	11.0		
n°30	0	0.0	89.0	11.0		
n°50	0	0.0	89.0	11.0		
n°100	0	0.0	89.0	11.0		
n°200	0	0.0	89.0	11.0		
Fondo	220	11.0	100.0	0.0		
Peso Inl	2000		MF	6.06		
TMN	3/4"					

*[Signature]*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. DIP. N° 21460

*[Signature]*  
 ING. RODRIGUEZ TOROPOCO  
 TECNICO DE LABORATORIO

**Analisis Granulométrico**

Tamaño del Tamiz (mm)	% Que Pasa
50.0	100.0
25.0	100.0
12.5	100.0
6.3	100.0
3.15	100.0
1.5	100.0
0.75	100.0
0.425	100.0
0.25	100.0
0.15	100.0
0.075	11.0



DISEÑO DE MEZCLA F'c 210 Kg/cm <sup>2</sup> - CONCRETO PATRÓN							
PETICIONARIO	Bach. Milton Abel Osorio Palma						
PROYECTO	" Diseño de Concreto Patrón "						
LUGAR	CHAUPIMARCA-PASCO						
FECHA DE RECEPCION	08/01/2022						
FECHA DE EMISION	12/01/2022						
CEMENTO	CEMENTO ANDINO TIPO I						
SLUMP	3" - 4"						
DISEÑO DE MEZCLA 210Kg/Cm <sup>2</sup>							
F'c =	210	Kg/cm <sup>2</sup>					
F.Seg. =						A. FINO	A. GRUESO
F'cr =	210	Kg/cm <sup>2</sup>			T.M.N	3/8"	3/4"
Ra/c =	0.632				M.F.	4.23	6.06
obra Ra/c	0.63				P.U.S.S.	1642.0	1655.0
H <sub>2</sub> O =	215	lit			P.U.S.C.	2127.0	1974.0
Cemt =	340	8.0			P.E.	2740.00	2660.0
P.E.	3.15				% A.B.S.	1.90	1.40
Aire atp	1	%			% W	5.52	0.69
VALORES ABSOLUTOS							
			0.4	0.60	ACI	A. FINO	A. GRUESO
H <sub>2</sub> O =	0.215	2321		0.006670	FULL Y THON	851	1184
Cemt =	0.108					44.07	55.92999
Aire =	0.010						
TOTAL	0.333					A. FINO	840
						A. GRUESO	960
DISEÑO EN SECO							
H <sub>2</sub> O =	215					CORRECCION POR HUMEDAD	
Cemt =	340					A. FINO =	822
A.F. =	640					A. GRUESO =	969
A.G. =	960					APORTE DE H <sub>2</sub> O	
TOTAL	2356					A. FINO =	-30.4
						A. GRUESO =	4.9
DISEÑO CORREGIDO POR HUMEDAD							
H <sub>2</sub> O =	189						-25.5
Cemt =	340						
A.F. =	622						
A.G. =	969					P.U. CONCR	2321
TOTAL	2321						
probetas 3						F/Cemento =	8.1
TANDA	0.0309						
						CORREC.	0.029
H <sub>2</sub> O =	5.855				H <sub>2</sub> O =	4.90	166 LTS
Cemt =	10.512				Cemt =	10.20	346 KG
A.F. =	25.400				A.F. =	24.20	621 KG
A.G. =	29.939				A.G. =	29.13	966 KG
TOTAL	71.706				TOTAL	68.43	2321 KG/M <sup>3</sup>
	71.706		1 :	1.83	2.57		
PROPORCION EN PESO Kg.				PROPORCION EN VOLUMEN Pie <sup>3</sup>			
CEMENTO	A.F	A.G	H <sub>2</sub> O	CEMENTO	A.F	A.G	H <sub>2</sub> O
1	2.37	2.86	20.4	1	1.83	2.57	20.4

Oficina: Jr. Simon Bolivar n°336 - Chaupimarca - Pasco; Cel. 935965147,

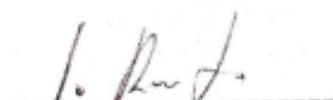
Asoc. Portada del sol 227-229 ex coop. Andahuaylas- santa Anita- Lima; [ruxerojas.elvis598@gmail.com](mailto:ruxerojas.elvis598@gmail.com), [rux69@hotmail.com](mailto:rux69@hotmail.com).



**LABORATORIO DE SUELO, CONCRETO, ASFALTO Y SHOTCRETE**

PROPORCIONES EN PESO Y VOLUMEN									
PETICIONARIO	:	Bach. Milton Abel Osorio Palma							
PROYECTO	:	" Diseño de Concreto Patrón "							
LUGAR	:	CHAUPIMARCA-PASCO							
FECHA DE RECEPCION	:	08/01/2022							
FECHA DE EMISION	:	12/01/2022							
FACTOR CEMENTO	:	0.1 bolsas							
RELACION AGUA CEMENTO DE OBRA	:	0.632							
RELACION AGUA CEMENTO DE DISEÑO	:	0.45							
PROPORCION EN PESO (Kg) X Bolsa	=	1	:	2.37	:	2.86	/	20.4	Libolsa de cemento
RELACION EN VOLUMEN (Pie³) X Bolsa	=	1	:	1.83	:	2.57	/	20.4	L/b
CANTIDAD DE MATERIALES SECOS POR METRO CÚBICO (P.U.C.=		2356 Kg/m³)							
CEMENTO	:	340	Kg	CEMENTO ANDINO TIPO I					
AGUA	:	215	Lt	POTABLE					
A.F	:	840	Kg	A.F	:	SACRA FAMILIA			
A.G	:	960	Kg	A.G	:	SACRA FAMILIA			
CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CÚBICO, CORREGIDOS POR HUMEDAD Y POR PESO									
UNITARIO DEL CONCRETO	:	2321	Kg/m³						
CEMENTO	:	346	Kg	CEMENTO ANDINO TIPO I					
AGUA	:	166	Lt	POTABLE					
A.F	:	821	Kg	AGREGADOS:	:	SACRA FAMILIA	AF		
A.G	:	967.9	Kg		:	SACRA FAMILIA	AG		
CANTIDAD DE MATERIALES UTILIZADO EN EL DISEÑO PARA 36 TESTIGOS DE CONCRETO PATRON 210 Kg/cm2.									
CEMENTO	:	105	Kg	CEMENTO	:	2.47	Bls		
AGUA	:	50	Lt	AGUA	:	50	Lt		
A.F	:	249	Kg	A.F	:	0.14	m3		
A.G	:	299.6	Kg	A.G	:	0.18	m3		
-EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUIA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)									

  
 Elvys Torojas  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 28480

  
 José RODRIGUEZ TOROPOCO  
 TECNICO DE LABORATORIO



---

## **PANEL FOTOGRÁFICO**

---



**IMAGEN 1**



**IMAGEN 2**



**IMAGEN 3**

**LEYENDA:**  
**IMAGEN 1:** ANALISIS GRANULOMETRICO.  
**IMAGEN 2** PESADO DE AGREGADOS.  
**IMAGEN 3:** CURADO DE PROBETAS.  
**IMAGEN 4:** PROPORCIONES FINALES  
**IMAGEN 5:** MEZCLADO DE CONCRETO.  
**IMAGEN 6:** RUPTURA DE PROBETA.



**IMAGEN 4**



**IMAGEN 5**



**IMAGEN 6**

## PANEL FOTOGRAFICO



Foto N° 1: Toma de muestras de agregado fino para realizar la caracterización.



Foto N° 2: Realizando los procedimientos para el cálculo del peso unitario de los agregados.



Foto N° 3: Tomando muestras de ceniza de carbón de madera de eucalipto.



Foto N° 4: Realizando la preparación de la mezcla de acuerdo a los cálculos realizados.



Foto N° 5: Realizando el llenado de las probetas en los cilindros de 15cmx30cm.



Foto N° 6: Se realiza el ordenamiento de las probetas con el marcado de acuerdo a la dosificación de carbón de madera de eucalipto.