



**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

**Facultad de Ingeniería Civil**

**Escuela Profesional de Ingeniería Civil**

Influencia de la adición del mucílago de linaza en la resistencia a compresión del  
concreto utilizando cemento Portland tipo I

**Tesis**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

**Autor**

Edison Montoya Ccente

**Asesor**

Mg. Jaime Ulices Romero Menacho

**Huacho – Perú**

**2024**



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



# UNIVERSIDAD NACIONAL

## JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

*(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/10/2020)*

“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las Heroicas Batallas de Junín y Ayacucho”

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### INFORMACIÓN DE METADATOS

<b>DATOS DEL AUTOR(ES):</b>		
<b>NOMBRE Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>FECHA DE SUSTENTACION</b>
Edison Montoya Ccente	70198711	18/03/2024
<b>DATOS DEL ASESOR:</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>CÓDIGO ORCID</b>
Jaime Ulices Romero Menacho	32930138	0000-0003-0876-7727
<b>DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS-PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA/DOCTORADO:</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>CÓDIGO ORCID</b>
Francisco Bautista Loyola	15744389	0000-0001-8064-6941
Julio Cesar Barrenechea Alvarado	31923723	0000-0002-4865-3073
Carlos Francisco Goñy Ameri	15726541	0000-0001-5994-6712

# INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL MUCÍLAGO DE LINAZA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO CEMENTO PORTLAND TIPO I

## INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de internet	4%
2	<a href="https://repositorio.unjfsc.edu.pe">repositorio.unjfsc.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
4	<a href="https://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
8	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	<1%

**ASESOR Y MIEMBROS DEL JURADO**



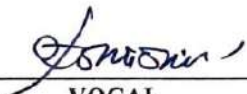
---

**PRESIDENTE**  
**Dr. Bautista Loyola Francisco**



---

**SECRETARIO**  
**M(o) Barrenechea Alvarado Julio Cesar**



---

**VOCAL**  
**M(o) Goñy Ameri Carlos Francisco:**



---

**ASESOR**  
**Mg. Romero Menacho Jaime Ulices**

## **DEDICATORIA**

*Para mis padres ALCIBIADES MONTOYA MORENO y  
MAXIMILIANA CCENTE ESLACHIN, por el apoyo que en  
vida mi padre me brindo y mi madre durante todo este  
tiempo siempre está presente con su apoyo incondicional*

## **AGRADECIMIENTO**

*A la Universidad Nacional José Sánchez Faustino Carrión, la facultad de ingeniería Civil por aceptarme como un alumno más para culminar mi proceso de titulación, asimismo al asesor que me guio durante el proceso del curso de elaboración de la presente investigación.*

# ÍNDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE TABLAS.....</b>	<b>xii</b>
<b>LISTA DE ANEXOS .....</b>	<b>xiv</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xii</b>
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>I. Planteamiento del problema .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 Descripción de la realidad problemática .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. Formulación del problema.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.1 Problema general.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.2 Problemas específicos.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Objetivos de la investigación.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3.1 Objetivo general .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>4</b>
<b>1.5 Delimitaciones del estudio .....</b>	<b>5</b>
<b>1.6 Viabilidad del estudio .....</b>	<b>5</b>
<b>II. Marco teórico.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Antecedentes de la investigación .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.1 Investigaciones internacionales.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.2 Investigaciones nacionales .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Bases teóricas.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 Bases filosóficas .....</b>	<b>23</b>



2.4	Definición de términos básicos .....	24
2.5	Hipótesis de investigación .....	29
2.5.1	Hipótesis general.....	29
2.5.2	Hipótesis específicas.....	29
III.	Metodología.....	32
3.1	Diseño metodológico .....	32
3.1.1	Tipo de investigación.....	32
3.1.2	Diseño de investigación .....	32
3.2	Población y muestra.....	33
3.2.1	Población .....	33
3.2.2	Muestra .....	33
3.3	Técnicas de recolección de datos .....	35
3.4	Técnicas para el procedimiento de la información.....	36
IV.	Resultados.....	37
V.	DISCUSION .....	59
5.1.	Discusión de los Resultados.....	59
6.1.	Conclusión .....	62
VI.2.	Recomendaciones .....	63
VII.	Referencias .....	65
7.1	Fuentes bibliográficas .....	65
ANEXOS.....		69

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Cantidad de cemento producido y su relación con las emisiones de CO <sub>2</sub> . Fuente: BBC News.....	2
<b>Figura 2:</b> Varias opciones disponibles para alterar la resistencia y la manejabilidad del concreto mediante el uso de aditivos fuente: Ingecivilcusco.com .....	3
<b>Figura 3:</b> Composición porcentual del concreto referencial. Fuente: Repositorio BUAP.....	14
<b>Figura 4:</b> Cono de Abrams. Fuente: Construmática .....	16
<b>Figura 5:</b> Resistencia a la compresión de cilindros con dimensiones de 15x30 cm en relación con la edad, considerando diversas condiciones de curado. FUENTE: ACIR .....	23
<b>Figura 6:</b> Probeta normalizada, cálculo de la resistencia a la compresión( $f'c$ ).....	26
<b>Figura 7:</b> Producción de semillas de lino en el territorio peruano FUENTE: GUERRERO,2018 .....	27
<b>Figura 8:</b> Gel mucilago de linaza. Fuente: Mundo Reishi.....	29
<b>Figura 9:</b> Muestras posterior al proceso de secado en el horno con el fin de calcular el contenido de humedad. Fuente: elaborado por el autor. ....	37
<b>Figura 10:</b> Proporción de humedad en el agregado fino comparada con el agregado grueso. ....	39
<b>Figura 11:</b> Secado de muestras en cocina después del cuarteo para granulometría. Fuente: Elaboración propia.....	39
<b>Figura 12:</b> Muestra seca pesada en balanza para el posterior tamizado. Fuente: Autor .....	40
<b>Figura 13:</b> Curva de granulometría del agregado fino. Fuente: Autor .....	41
<b>Figura 14:</b> Curva de granulometría del agregado grueso. Fuente: Autor.....	42
<b>Figura 15:</b> Medición de revenimiento cono de Abrams Fuente: Autor.....	46
<b>Figura 16:</b> Resistencias de compresión a los 7 días por diseño. Fuente: Autor .....	52
<b>Figura 17:</b> Resistencias a la compresión a los 14 días por diseño. Fuente: Autor .....	53
<b>Figura 18:</b> Resistencias a la compresión a los 14 días por diseño. Fuente: Autor .....	54
<b>Figura 19:</b> Resistencias a la compresión máximos en días. Fuente: Autor .....	55
<b>Figura 20:</b> Resistencia de compresión (mejores resultados en porcentaje). Fuente: Autor. ....	56
<b>Figura 21:</b> Evolución resistencia a compresión en kg/cm <sup>2</sup> por muestra y en días. Fuente: Autor. ...	57
<b>Figura 22:</b> Evolución resistencias a compresión en porcentajes por muestra. Fuente: Autor.....	58
<b>Figura 23:</b> Probetas llenadas a ser desmoldadas a las 24 horas, para posterior curado en agua. Fuente: Autor.....	70
<b>Figura 24:</b> Llenado y elaboración de probetas de concreto. Fuente: Autor .....	70

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Esfuerzo a la compresión de concreto en diferentes etapas .....	15
<b>Tabla 2:</b> Consistencia de concreto fresco según revenimiento.....	15
<b>Tabla 3:</b> Granulometría de A.F.....	18
<b>Tabla 4:</b> Restricción de compuestos perjudiciales en el A.F.....	18
<b>Tabla 5:</b> Operacionalización de variables.....	31
<b>Tabla 6:</b> Números de muestra en relación a los días y porcentajes de modificación.....	35
<b>Tabla 7:</b> Resultados del contenido de humedad de los materiales granulares.....	38
<b>Tabla 8:</b> Granulometría agregado fino.....	40
<b>Tabla 9:</b> Granulometría agregado grueso.....	41
<b>Tabla 10:</b> Características de los materiales para el concreto.....	43
<b>Tabla 11:</b> Proporciones de diseño de mezcla relación a/c =0.56.....	46
<b>Tabla 12:</b> Tabla revenimiento cono de Abrams recuperado de la toma de datos.....	46
<b>Tabla 13:</b> Capacidad de soporte a la compresión de la MP medida a los 7 días.....	47
<b>Tabla 14:</b> Capacidad de soporte a la compresión de la MP medida a los 14 días.....	47
<b>Tabla 15:</b> Capacidad de soporte a la compresión de la MP medida a los 28 días.....	48
<b>Tabla 16:</b> Capacidad de soporte a la compresión de la MML-2 medida a los 7 días.....	48
<b>Tabla 17:</b> Capacidad de soporte a la compresión de la MML-2 medida a los 14 días.....	48
<b>Tabla 18:</b> Capacidad de soporte a la compresión de la MML-2 medida a los 28 días.....	49
<b>Tabla 19:</b> Capacidad de soporte a la compresión de la MML-4 medida a los 7 días.....	49
<b>Tabla 20:</b> Capacidad de soporte a la compresión de la MML-4 medida a los 14 días.....	49
<b>Tabla 21:</b> Capacidad de soporte a la compresión de la MML-4 medida a los 28 días.....	50
<b>Tabla 22:</b> Capacidad de soporte a la compresión de la MML-6 medida a los 7 días.....	50
<b>Tabla 23:</b> Capacidad de soporte a la compresión de la MML-6 medida a los 14 días.....	50
<b>Tabla 24:</b> Capacidad de soporte a la compresión de la MML-6 medida a los 28 días.....	51
<b>Tabla 25:</b> Capacidad de soporte a la compresión de la MML-8 medida a los 7 días.....	51
<b>Tabla 26:</b> Capacidad de soporte a la compresión de la MML-8 medida a los 14 días.....	51
<b>Tabla 27:</b> Capacidad de soporte a la compresión de la MML-8 medida a los 28 días.....	52
<b>Tabla 28:</b> Resumen de los resultados de la capacidad de soporte a la compresión del concreto f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> medida a los 7 días.....	52
<b>Tabla 29:</b> Resumen de los resultados de la capacidad de soporte a la compresión del concreto f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> medida a los 14 días.....	53
<b>Tabla 30:</b> Resumen de los resultados de la capacidad de soporte a la compresión del concreto f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> medida a los 28 días.....	54
<b>Tabla 31:</b> Mejores resultados de resistencia a la compresión del concreto (kg/cm <sup>2</sup> ) en días.....	55
<b>Tabla 32:</b> Mejores resultados de resistencia a la compresión del concreto en porcentajes vs el 100% de diseño.....	56
<b>Tabla 33:</b> Evolución en kg/cm <sup>2</sup> de las muestras en relación a la resistencia a la compresión.....	57
<b>Tabla 34:</b> Evolución en porcentaje de las muestras en relación al f <sub>c</sub> de diseño.....	58

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Matriz de consistencia .....	69
<b>Anexo 2:</b> Certificado de calibración de los equipos de laboratorio. ....	71
<b>Anexo 3:</b> Certificado ensayos de Humedad Natural a los Agregados. ....	72
<b>Anexo 4:</b> Certificado ensayo de Gravedad Especifica, Absorción y Peso Unitario de los agregados. .....	73
<b>Anexo 5:</b> Certificado Características físicas y granulométricas de agregado fino para concreto. ....	74
<b>Anexo 6:</b> Certificado Características físicas y granulométricas de agregado grueso para concreto. ...	75
<b>Anexo 7:</b> Certificado Diseño de Mezcla. ....	76
<b>Anexo 8:</b> muestras de agregado en laboratorio. ....	77

## RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo principal evaluar cómo la inclusión de mucílago de linaza afecta la resistencia a compresión del concreto utilizando Cemento Portland Tipo I, la metodología empleada se basó en un diseño experimental de investigación aplicada, con un enfoque cuantitativo y un nivel de investigación correlacional. Adicionando 2%, 4% y 6% y 8% con respecto a la relación a/c proporciones de mucilago de linaza se elaboraron 45 probetas cilindras de concreto, 9 probetas contenían la Mezcla Patrón (MP), 9 probetas la Muestra con Mucilago de Linaza al 2 % (MML-2), 9 probetas la Muestra con Mucilago de linaza al 4% (MML-4), 9 probetas la Muestra con Mucilago de Linaza al 6% (MML-6), 9 probetas la Muestra con Mucilago de Linaza al 8% (MML-8). De los resultados para los cuales se llevaron a cabo pruebas de laboratorio en los agregados empleados en el estudio, para así determinar una correcta dosificación cemento: agregado fino: agregado grueso: agua, igual a 1:2.1:2.8:21lts, estos agregados obtenidos de la cantera Roca firme- Posoccoy-Talavera-Apurímac. Las briquetas se sometieron a compresión a los 7, 14 y 28 días de fraguado 3 por cada diseño dado un total de 45 briquetas evaluadas. Así mismo se realizaron 4 pruebas de asentamiento mediante el cono de Abrams 1 por cada diseño, obteniendo resultados dentro de los márgenes establecidos en el diseño de mezcla. Las muestras fueron sometidas a pruebas de resistencia a la compresión con el propósito de evaluar el impacto de las adiciones de mucílago de linaza en concentraciones del 2%, 4%, 6% y 8%. Se observó un aumento significativo en la resistencia a la compresión del concreto, superando la resistencia del diseño de mezcla de 210 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia máxima alcanzada fue de 317.19 kg/cm<sup>2</sup> correspondiente a la muestra con mucilago de linaza al 2 % (MML-2), a su vez los otros 2 diseños también alcanzaron superar la resistencia máxima correspondiendo a la alcanzada a la muestra con mucilago de linaza al 4% (MML-4) la de 306.89 kg/cm<sup>2</sup> y la muestra con mucilago de linaza (MML-6) la de 306.83kg/cm<sup>2</sup>. Se determino un incremento máximo alcanzado por la muestra MML-2 de hasta 12.96% con respecto a la muestra patrón (MP) que alcanzo una resistencia máxima de 289.97kg/cm<sup>2</sup>.

**Palabras clave:** Cemento, ACI, Mucilago de linaza, resistencia a la compresión.

## ABSTRACT

The main objective of this project is to assess how the inclusion of flaxseed mucilage affects the compression strength of concrete using Type I Portland Cement. The methodology employed is based on an experimental design of applied research, with a quantitative approach and a correlational research level. Adding 2%, 4%, 6%, and 8% of flaxseed mucilage in relation to the water-cement (w/c) ratio, 45 cylindrical concrete specimens were prepared. Out of these, 9 specimens contained the Standard Mix (SM), 9 specimens contained the Sample with 2% Flaxseed Mucilage (SFM-2), 9 specimens contained the Sample with 4% Flaxseed Mucilage (SFM-4), 9 specimens contained the Sample with 6% Flaxseed Mucilage (SFM-6), and 9 specimens contained the Sample with 8% Flaxseed Mucilage (SFM-8).

The aggregates used in the study underwent laboratory tests to determine the correct dosage of cement to fine aggregate to coarse aggregate to water, equal to 1:2.1:2.8:21 liters. These aggregates were obtained from the Roca Firme quarry in Posoccoy-Talavera-Apurímac. The specimens were subjected to compression tests at 7, 14, and 28 days of curing, with 3 specimens for each design, totaling 45 evaluated specimens. Additionally, 4 slump tests were conducted using the Abrams cone, with 1 test for each design, yielding results within the established mix design margins.

The specimens were subjected to compression strength tests to evaluate the impact of flaxseed mucilage additions at concentrations of 2%, 4%, 6%, and 8%. A significant increase in concrete compression strength was observed, surpassing the strength of the 210 kg/cm<sup>2</sup> mix design. The maximum strength reached was 317.19 kg/cm<sup>2</sup>, corresponding to the sample with 2% flaxseed mucilage (SFM-2). The other two designs also exceeded the maximum strength, with the sample containing 4% flaxseed mucilage (SFM-4) reaching 306.89 kg/cm<sup>2</sup>, and the sample with 6% flaxseed mucilage (SFM-6) reaching 306.83 kg/cm<sup>2</sup>. The maximum increase achieved by the SFM-2 sample was determined to be up to 12.96% compared to the Standard Mix (SM), which reached a maximum strength of 289.97 kg/cm<sup>2</sup>.

**Key words:** Cement, ACI, flaxseed mucilage, compressive strength.

## INTRODUCCION

A lo largo del transcurso histórico, la humanidad fue mejorando sus métodos de construcción, con el fin de elevar la calidad de vida, llegado hasta la actualidad con unas técnicas de construcción innovadoras que brindan comodidad, confort y seguridad. El incremento poblacional en las grandes metrópolis mundiales fue incrementando la necesidad de acceder a vivienda con condiciones de seguridad mucho más avanzadas, por lo cual el ser humano a desarrollado la construcción de edificaciones elaborados de concretos de alta resistencia, que puedan alcanzar niveles de altura superiores y brindar mayor cantidad de vivienda y seguridad a las familias que las habitaran.

Las construcciones en la actualidad se construyen utilizando el concreto de alta resistencia, ya que este material tiene la característica de ser trabajable, durable y seguro; a su vez de fácil elaboración; esta búsqueda incesante hizo que las industrias del concreto buscaran mejorar las características del concreto a un bajo costo y siendo efectivos, por lo cual se emplearon aditivos de orígenes naturales para elaborar concretos mucho más eficientes en su función y exploración de tecnologías innovadoras más sostenibles para el entorno y de fácil accesibilidad.

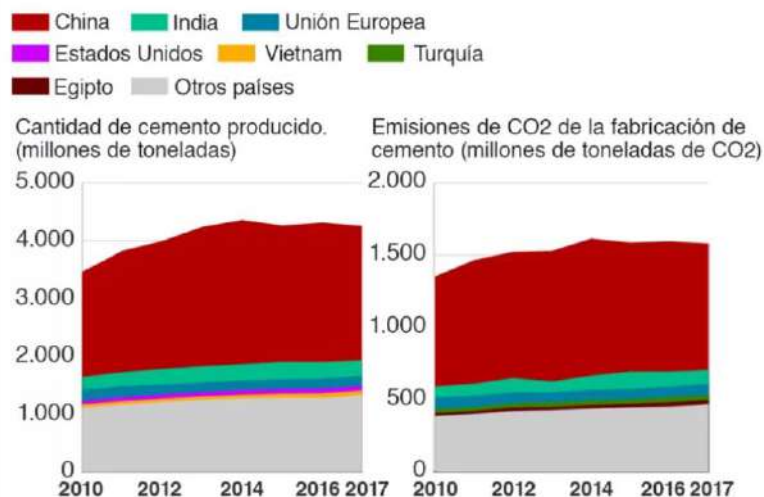
El propósito de este proyecto de investigación es analizar una potencial mejora al incorporar mucílago de linaza en la composición del concreto con cemento Portland tipo I; en este caso se incorporaron intencionalmente distintas proporciones de mucílago de linaza (2%, 4%, 6%, 8%) en la relación a/c para investigar su influencia en la capacidad de soportar esfuerzo de compresión del hormigón. La investigación está estructurada en seis capítulos:

En el primer capítulo se describen las condiciones del estudio, abordando el plan de trabajo de la investigación actual. En el segundo capítulo se destaca la problemática real de la investigación y su viabilidad. A su vez, los capítulos tercero y cuarto contemplan fundamentos teóricos que guiarán la planificación de la presente investigación. Los últimos capítulos enfatizan los resultados obtenidos y su procesamiento, así como las conclusiones derivadas del análisis. Finalmente, se presentan las recomendaciones necesarias para futuras investigaciones de este tipo.

## I. Planteamiento del problema

### 1.1 Descripción de la realidad problemática

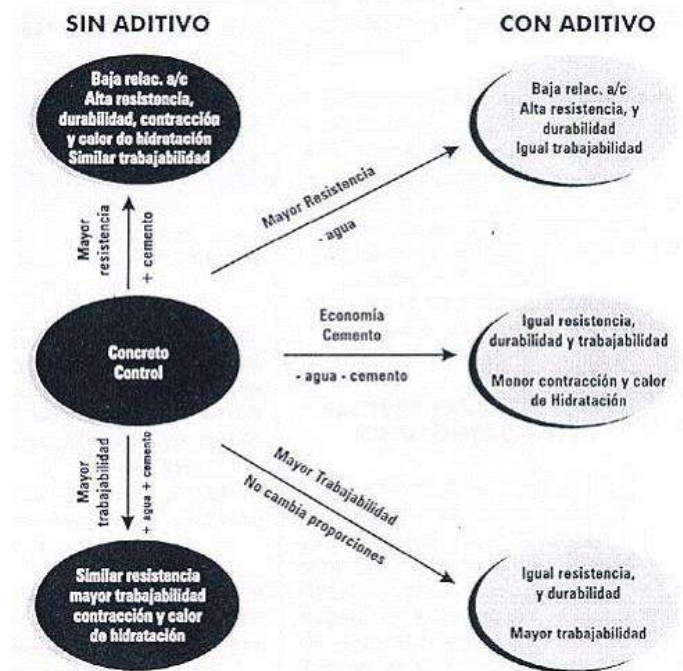
El hormigón es el material más usado por el ser humano; “A lo largo de la historia, el concreto ha sido el material fabricado por los seres humanos más ampliamente empleado” (Rodgers, 2018). En términos de consumo, solo superada por el agua como recurso más utilizado en el mundo, por lo que siendo de prioridad investigar alternativas que pudiesen mejorar las características que esta pueda obtener, al mejorar sus condiciones, modo de uso, materiales que se le añaden e innovaciones constantes sobre esta en sus distintas características. A nivel mundial al ser el material más usual para construcciones civiles, “La cantidad de producción ha experimentado un crecimiento superior a treinta veces desde 1950 y casi cuadruplicó desde 1990. Entre 2011 y 2013, China empleó una cantidad de cemento mayor que la utilizada por EE.UU. a lo largo de todo el siglo XX” (Rodgers, 2018), la problemática surge a razón de la necesidad de tener nuevas opciones mucho más amigables con el medio ambiente o con características más económicas.



**Figura 1:** Cantidad de cemento producido y su relación con las emisiones de CO2. Fuente: BBC News.

A nivel nacional siendo el Perú un país en crecimiento constante, el uso de este material con aditivos para mejorar sus características existe en muchas presentaciones, todas estas elevan el costo de producción por un mejor rendimiento. “Los aditivos son compuestos químicos incorporados durante la fase de mezclado con el fin de alterar ciertas características ...” (Umiri Flores, 2019)





**Figura 2:** Varias opciones disponibles para alterar la resistencia y la manejabilidad del concreto mediante el uso de aditivos fuente: Ingecivilcusco.com

En Apurímac una de las regiones en crecimiento reciente, el uso de concreto para proyectos de construcción civil, vivienda y otros, se ha ido incrementando de manera paulatina, por lo que este requiere un mejor control; a su vez el hecho de ser una región alejada de la capital hace que el traslado de aditivos para el concreto se mucho más alto, lo que conlleva al alza del precio de producción de concreto en las condiciones requeridas, por lo que una alternativa amigable con el medio ambiente , económica y de fácil acceso en la región podría ser la solución para estos inconvenientes.

En la provincia de Andahuaylas más específicamente, siendo esta una de las provincias con mayor crecimiento poblacional y demanda de vivienda en los últimos tiempos, la necesidad de alternativas para mejorar la calidad del concreto a un menor cortos, me lleva a investigar esta alternativa como complemento natural para potenciar las propiedades mecánicas del hormigón; esta alternativa es el mucilago de linaza.

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1 Problema general

¿Cómo influye de la adición de mucílago de linaza en las propiedades físico-mecánicas del concreto con resistencia a la compresión  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  utilizando Cemento Portland Tipo I?

### 1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cómo influyen las características físicas de los agregados en la proporción del diseño de mezcla para un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ?
2. ¿Cómo influye la dosificación óptima de concreto con la adición de mucílago de linaza en relación agua-cemento(a/c) para la determinación de la trabajabilidad?
3. ¿Qué efectos produce en la resistencia a la compresión la adición de mucílago de linaza al concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ?

### 1.3 Objetivos de la investigación

#### 1.3.1 Objetivo general

Determinar la influencia de la adición de mucílago de linaza en las propiedades físico mecánicas del concreto utilizando Cemento Portland Tipo I.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

1. Determinar la influencia de las características físicas de los agregados en la proporción del diseño de mezcla para un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
2. Determinar la dosificación óptima de concreto para la adición de mucílago de Linaza en relación agua-cemento(a/c) para la determinación de la trabajabilidad.
3. Determinar el efecto producido en la resistencia a compresión del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de mucílago de linaza

### 1.4 Justificación de la investigación

#### Justificación teórica

Después del agua, el concreto es el material que más emplea la humanidad y es la opción predominante en la construcción a nivel mundial, está en constante evolución por lo que la utilización de aditivos para mejorar sus características ya sean físicas o mecánicas son cada vez más usuales. Esta investigación tendrá como objetivo optimizar las características físicas y mecánicas del hormigón, tales como su capacidad de soportar esfuerzos de compresión y la maniobrabilidad, entre otras, a través de esta alternativa, con el fin de cumplir con los

estándares mínimos de estudio. Para el mismo se usarán técnicas para obtener los objetivos planteados a partir de estudios de laboratorio y procesamiento de datos con tablas estadísticas.

#### Justificación metodológica

La linaza se produce en grandes cantidades en la sierra del Perú por lo que su uso y adquisición no sería un inconveniente; la linaza al igual que su contraparte la penca de tuna produce una sustancia mucosa denominada mucílago, cabe resaltar que existen investigaciones acerca del uso de esta ya antes mencionada en el concreto; por lo que, el uso del mucílago de linaza como alternativa para cumplir las características mecánicas del concreto podrían ser viables, según investigaciones previas que proponen el uso de diversas sustancias adicionales para mejorar sus propiedades. Se empleará una metodología experimental específica para este propósito

#### Justificación técnica

Se abordará la dificultad técnica de optimizar las características mecánicas del concreto, enfocándose en la capacidad de resistir efectos de compresión mediante la incorporación de un aditivo natural conocido como mucílago de linaza.

#### Justificación Ambiental

Al ser el mucílago de linaza una sustancia de procedencia natural, contribuye con la conservación del medio ambiente al usarse como aditivo natural en el concreto y debido a su extenso uso en la construcción, siendo uno de los materiales más empleados en el entorno cercano. Se pretende el uso adecuado de sustancias naturales adicionadas, tal como el mucílago de linaza así aportar en la conservación del medio ambiente minimizando quizá el uso de agua y/o aditivos de origen no natural que podrían afectar las condiciones ambientales de la zona donde se realicen los proyectos.

### **1.5 Delimitaciones del estudio**

La investigación se realizó en la provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac. Esta se limita al uso del aditivo a nivel nacional ya que es de fácil obtención.

### **1.6 Viabilidad del estudio**

La realización de la investigación será factible, ya que todos los materiales requeridos están disponibles localmente. Además, se cuenta con un laboratorio especializado para realizar los análisis correspondientes de resistencia a la compresión y el diseño adecuado de mezclas.

## **II. Marco teórico**

### **2.1 Antecedentes de la investigación**

#### **2.1.1 Investigaciones internacionales**

En el trabajo de investigación denominado de (Uruchurtu Chavarín et al.,2019), realizado en la ciudad de México; el propósito en la investigación buscó analizar de qué manera que las propiedades electroquímicas del acero utilizado como refuerzo se ven influenciadas por un aditivo natural, en particular el mucílago extraído del nopal en la estructura de concreto. La metodología fue experimental. Los resultados indicaron que en los ejemplares con una proporción de mucílago de nopal del 1-3, Se observó una reducción en la resistencia que osciló entre 2.4 y 4.8 kg/cm<sup>2</sup>. Por otro lado, para la concentración de 1-1 de mucílago, la reducción en resistencia a la compresión se mantuvo en un rango de 23.3 a 25.4 kg/cm<sup>2</sup> con respecto a las muestras de control. Es importante destacar que este aditivo natural funciona como un agente que retarda el proceso de fraguado del hormigón ; La eficacia del mucílago de nopal se evidenció al retardar el inicio del proceso corrosivo en el concreto, manteniendo una tasa de corrosión que oscila desde insignificante hasta baja hasta al término período de evaluación, la combinación CO+1-3N demostró el comportamiento electroquímico más sobresaliente, logrando una eficiencia del 86% con la concentración de mucílago de nopal de 1-3. Esta concentración se obtuvo mediante maceración durante 48 horas, sin someterla a cocción a 95° Celsius.

En la investigación realizada en Bogotá D.C. por (Amaya Alarco ,2019), tuvo como objetivo examinar la respuesta mecánica del concreto fortalecido con fibras provenientes de diversos materiales. El objetivo principal era determinar cuál de estos materiales exhibe un rendimiento superior al ser sometido a pruebas de esfuerzos de compresión y flexión. Se utilizó una metodología de tipo experimental. Los resultados

obtenidos revelaron que las propiedades de las fibras ejercen una influencia significativa en el rendimiento del concreto cuando se utilizan como refuerzo. Esto incluye aspectos como la cantidad de dosis añadida a la mezcla, las dimensiones de las fibras, en particular su longitud, y el material de construcción de las mismas. En el estudio específico que estamos considerando, a pesar de aplicar dosis iguales en todas las mezclas, se observó variación en las longitudes de las fibras en cada caso. Este factor podría estar introduciendo un margen de error que no fue tenido en cuenta previamente. La proporción de microfibras utilizada en relación al volumen fue aproximadamente del 1%, lo que sugiere la posibilidad de realizar investigaciones adicionales con porcentajes distintos. Se aconseja, además, emplear un volumen o porcentaje de fibras diferente al utilizado en este proyecto para evaluar las posibles variaciones de resultados al incorporar distintas proporciones de fibras a la mezcla de concreto. Es importante considerar las dosificaciones especificadas en las fichas técnicas proporcionadas por los proveedores de las microfibras.

En el artículo de investigación realizado en Colombia por (Villa Uvidia et al.,2020), el propósito fue realizar una revisión bibliográfica sobre los mucílago con el objetivo de comprender sus propiedades y los diversos beneficios asociados, los cuales varían según las características de distintas plantas. El fin principal fue adquirir conocimiento acerca de los métodos más eficientes para la extracción de los mucílago. La metodología fue cuantitativa. Conclusiones, los mucílago se caracterizan por ser soluciones altamente viscosas, a diferencia de otras soluciones no adherentes como los geles. Es importante destacó que los mucílago tienen la habilidad de retener más de cien veces su peso en agua, estos no solo mejoran la textura sino que también proporcionan estabilidad a las emulsiones, sino que también previenen la separación de líquidos (sinéresis), y algunos de ellos son capaces de formar geles. Como

recomendaciones, se sugiere seleccionar el método y las condiciones de extracción en función del rendimiento del mucílago fresco, la eficacia en la obtención de los sólidos en polvo y la densidad del mucílago (viscosidad). El método considerado más adecuado y efectivo es el proceso de extracción en condiciones secas, particularmente mediante el proceso de triturado.

En el trabajo de investigación realizada en Quito, Ecuador por (Villareal García et al.,2019), que tuvo como objetivo principal determinar cómo las perlas de poliestireno expandido afectarán al concreto a la edad de 28 días, utilizando una metodología de investigación experimental, se llegó a la siguiente conclusión: de acuerdo con los resultados, se observa una disminución en la densidad a medida que aumenta la proporción de EPS en la mezcla de hormigón. Este comportamiento coincide con las expectativas, dado que la densidad del EPS es inferior a la densidad de la arena. Es relevante destacar que el contenido de arena representa aproximadamente el 25% de la densidad total del concreto.

En la investigación realizada en la ciudad de Bogotá-Colombia por (Bejarano Vigoya,2019), que tuvo como objetivo de investigación el de realizar la resistencia mecánica en las muestras cilíndricas de hormigón que fueron reforzadas con fibras, estableciendo un análisis comparativo y que tuvo como metodología de investigación la experimental. Con base en los resultados obtenidos, se infiere que la adición de fibras de guadua angustifolia Kunth en su estado natural (con un contenido de humedad del 10.8%) a la mezcla de hormigón resultó en una mejora en la capacidad de soportar esfuerzos de compresión en contraste con el hormigón convencional. Además, la resistencia a los 28 días de curado superó el porcentaje previsto, alcanzando un valor del 113.4% (equivalente a 3.402 psi).

### 2.1.2 Investigaciones nacionales

En el estudio realizado Chimbote, Ancash por (Ramos Vásquez, 2017), que tuvo de objetivo de la investigación consistió en examinar cómo la inclusión de mucílago de tuna como aditivo afecta las características mecánicas de un hormigón con una resistencia característica de  $210 \text{ kg/cm}^2$ . Se utilizó una metodología de investigación aplicada, no experimental y correlacional, se puede concluir que al agregar mucílago de tuna en relaciones del 1%, 1.5% y 2% en función al peso del cemento en un hormigón con resistencia  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ , se conseguirá una mejora en la resistencia a la flexión que excederá los límites que se establecieron en la investigación de Torres. Este estudio señala que, en comparación con el incremento del 10% en los efectos de soportar esfuerzos de compresión a los 14 y 28 días de curado, según lo sugerido por Torres, incorporar un 1% resulta en un aumento del 4.3% a los 28 días de curado. Con la adición del 1.5%, se observa un incremento del 3.77% a los 14 días de curado, mientras que al agregar un 2% de mucílago de tuna, se registra una mejora del 19.05% a los 14 días de curado. Se concluyó que Incorporar mucílago de tuna a un hormigón con una resistencia característica de  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  resulta en una mejora sustancial en la resistencia a la compresión. Cuando se agrega un 1% de mucílago, se observa un aumento del +4.31%. Agregar un 1.5% conlleva a un aumento del +18.05%, mientras que la inclusión del 2% presenta un incremento del +25.46% en la resistencia a la compresión.

En la tesis de investigación realizado en Lima por (Inga Julca, 2019), y cuyo objetivo principal fue el examinar el impacto de la incorporación de mucílago de nopal en las características mecánicas del hormigón permeable. El método usado fue la Aplicada-experimental. Los parámetros investigados comprenden la capacidad de resistencia a la compresión, la fuerza frente a la tracción mediante compresión diametral y la permeabilidad. Se llevaron a cabo cuatro formulaciones de mezcla siguiendo



idénticos criterios de diseño; Utilizando una relación agua/cemento ( $a/c$ ) de 0.35, un contenido de poros del 16.30%, un 10% de agregado fino, una relación volumétrica agregado grueso/agregado total ( $b/b_0$ ) de 0.93 y un volumen de pasta del 24.5%, se crearon varias mezclas, cada una caracterizada por su contenido específico de mucílago de nopal (MN) expresado en términos de peso de cemento. Estas mezclas incluyen: La Mezcla Tipo I, que representa el concreto permeable básico; la Mezcla Tipo III, que incluye hormigón permeable (CP) y un 1% (MN); la Mezcla Tipo IV, con CP y un 3% de MN; y la Mezcla Tipo V, con CP y un 5% de MN. Entre las combinaciones que incorporaron mucílago de nopal hizo que la Mezcla Tipo III destacó al exhibir resultados superiores en comparación con las otras dos composiciones (Mezcla Tipo III y Mezcla Tipo V). Demostró una resistencia a la compresión de 229.55 kg/cm<sup>2</sup> y una resistencia a la tracción por compresión diametral de 20.82 kg/cm<sup>2</sup>. y una tasa de permeabilidad de 0.66 cm/s. La inclusión de mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) en la formulación del concreto permeable conduce a un aumento en la resistencia a la compresión; no obstante, se observan indicios de disminución en la resistencia a la tracción a través de la compresión diametral y la permeabilidad fueron evaluadas en relación con el concreto permeable de referencia (Mezcla Tipo I).

En la tesis de investigación realizado en la ciudad de Trujillo por (Oloya Perez & Ponce Mendoza, 2019), investigar el impacto del uso del mucílago obtenido del cactus *Echinopsis pachanoi*, en las propiedades de resistencia a la compresión, consistencia y permeabilidad del concreto, el cual tiene una resistencia característica de  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> en la región de Trujillo. La metodología usada fue la de Aplicada-Experimental. De acuerdo con los resultados obtenidos se pudo demostrar que el concreto elaborado con la inclusión de un 1.5% de mucílago del cactus mostró que se registraron las resistencias más altas en todas las fases del ensayo. Estos resultados

fueron de 259 kg/cm<sup>2</sup> a los 3 días, 318 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días y 384 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, siendo este último el punto máximo alcanzado en la prueba. En relación a la permeabilidad, la mezcla con un 1.5% de mucílago del cactus presentó la menor distancia de penetración del agua, registrando 0 milímetros, evidenciando ser el concreto menos permeable en el estudio. A partir de los resultados derivados de esta investigación, se recomienda incorporar un 1.5% de mucílago del cactus en la mezcla de concreto destinada para la aplicación propuesta en este estudio, específicamente en losas y pavimentos. Esta sugerencia se basa en las ventajas sociales, económicas y ambientales que aporta el mucílago del cactus.

En el trabajo de investigación realizado en Huaraz, Ancash por (Bañez Vega & Veramendi Gómez, 2021); el objeto de la investigación fue la de analizar el impacto de añadir mucílago extraído de la penca de tuna y de un superplastificante de tipo Sika en las pruebas de compresión de hormigón con una resistencia característica de  $f'c=175\text{kg/cm}^2$ , realizado en la localidad de Huaraz, Ancash, durante el año 2021. La metodología usada en la presente investigación fue de tipo cuasi experimental. Los resultados arrojaron una comparativa que demostró cómo los esfuerzos a compresión se vieron afectadas por la presencia del mucílago de penca de tuna. Se examinaron diversos niveles de resistencia, que incluyeron la resistencia característica  $f'c$  Patrón de 176.3 kg/cm<sup>2</sup>, junto con porcentajes de 1%, 3%, y 6% de mucílago de penca de tuna, resultando en resistencias de 177.7 kg/cm<sup>2</sup>, 182.8 kg/cm<sup>2</sup> y 188.5 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Además, se evaluó la resistencia a la compresión al agregar el superplastificante Sika N290 en porcentajes de 1%, 1.5%, y 2%, alcanzando resistencias de 177 kg/cm<sup>2</sup>, 181.7 kg/cm<sup>2</sup> y 187.4 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Este estudio demostró que al incorporar porcentajes de mucílago de penca de tuna entre el 1% y el 6%, se observó un aumento en la resistencia a la compresión que superó la muestra de

referencia a los 7, 14 y 28 días. Por lo tanto, se sugiere considerar adiciones con porcentajes superiores al 6%, ya que se evidencia que, a mayores proporciones de mucílago, se incrementa la resistencia a la compresión.

En la tesis de investigación realizado en la ciudad de Chimbote por (Bulnes Gambini, 2018), El propósito de la investigación consistió en evaluar la resistencia a la compresión de un mortero compuesto por cemento y arena al introducir un 10% y un 20% de mucílago de nopal; la metodología de investigación será de tipo Aplicativo y cuasi Experimental. Los resultados señalaron que la fuerza de compresión a los 28 días de los morteros de prueba. disminuyó en comparación con el mortero estándar. Estas disminuciones se expresan en porcentajes, siendo del 11.01% para el mortero experimental con un 10% de adición y del 5.60% para el mortero experimental con un 20% de adición. Estas variaciones se atribuyen a los impactos causados por el pH y los componentes químicos presentes en el mucílago de nopal. Se sugiere explorar diferentes porcentajes de mucílago de nopal para evaluar posibles efectos derivados de variaciones en las cantidades ensayadas, las cuales podrían ser superiores. Esto permitiría obtener resultados más diversos y realizar un análisis más completo.

## **2.2 Bases teóricas**

### **El Concreto**

Hace referencia a una mezcla que incorpora cemento Portland o algún otro tipo de cemento hidráulico, así como material pétreo fino, material pétreo grueso y agua, pudiendo o no incluir aditivos. (SENCICO, 2019). Se trata de un material empleado en la industria de la construcción que presenta la capacidad de asumir diversas formas, su principal característica es su gran resistencia frente a esfuerzos de compresión. Este material se compone principalmente de cinco elementos, que son cemento, agua, arena, piedra y aditivos.

Los agregados tales como piedra y arena gruesa representan entre 60 y 75% de volumen de los componentes empleados en la mezcla de hormigon, el agua representa entre 15% y 22% del volumen, el cemento representa entre 7% y 15 % del volumen, los aditivos representan entre un 0.3 % del volumen de los materiales que componen el concreto.



**Figura 3:** Composición porcentual del concreto referencial. Fuente: Repositorio BUAP.

### **Características del concreto**

#### **Fraguado y endurecimiento**

En condiciones normales, el proceso de fraguado del concreto comienza aproximadamente de 30 a 45 minutos después de ser colocado en los moldes y se completa en un lapso de 10 a 12 horas. Después de este periodo, el concreto inicia su proceso de endurecimiento, siendo la resistencia a los 28 días una medida representativa de este proceso.

**Tabla 1:** Esfuerzo a la compresión de concreto en diferentes etapas

<b>Edad del hormigón en días</b>	3	7	28	90	360
<b>Resistencia a compresión</b>	0.4	0.65	1	1.2	1.35

Fuente: ACI 211

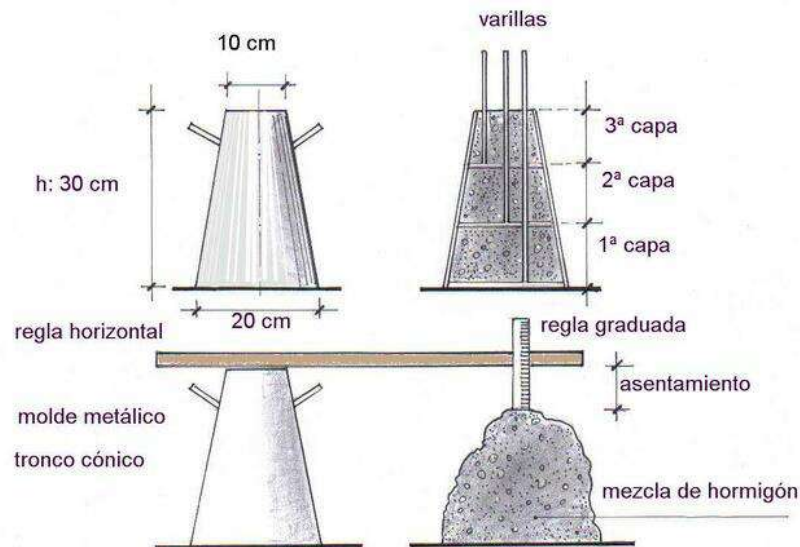
**La Consistencia**

La consistencia del hormigón fresco es afectada por varios factores, incluyendo la cantidad de agua y las dimensiones de los agregados, tanto máximo como mínimo. Para evaluar la consistencia, se utiliza comúnmente el Cono de Abrams, un método que implica verter hormigón fresco en un molde troncocónico con una altura de 30 cm y golpearlo 25 veces a 1/3 de capa con una barra. La varilla de compactación, hecha de hierro liso, tiene forma cilíndrica con un diámetro (5/8") y una longitud cercana a los (24"). En cuanto al extremo de compactación, deberá tener una configuración hemisférica con un radio (5/16")

Se define la consistencia es la disminución en altura que se produce al retirar el molde de la mezcla.

**Tabla 2:** Consistencia de concreto fresco según revenimiento.

<b>Consistencia</b>	<b>Asiento de Abrams (cm)</b>	<b>Compactado</b>
<b>Seca</b>	De 0 a 2	Mediante vibrado
<b>Plástica</b>	De 3 a 5	Mediante vibrado
<b>Blanda</b>	De 6 a 9	Mediante picado con barra
<b>Fluida</b>	De 10 a 15	Mediante picado con barra
<b>Líquida</b>	De 16 a 20	Mediante picado con barra



**Figura 4:** Cono de Abrams. Fuente: Construmática

### El cemento

El término "cemento Portland" se trata de un aglutinante constituido por una combinación de caliza y arcilla que ha pasado por un proceso de calcinación y luego ha sido molido. Este material presenta la capacidad de volverse más sólido al entrar en contacto con el agua. (colaboradores de Wikipedia, 2022). A partir de este proceso, al añadir otros materiales pétreos como arena y grava, se puede obtener el hormigón, un material ampliamente utilizado en el sector constructivo. El proceso de fabricación del cemento Portland consta de tres etapas: la elaboración de las combinaciones de ingredientes, la generación del clinker y la formulación del cemento. Los elementos primarios requeridos para producir el cemento Portland contienen:

- Óxido al 44 % de calcio.
- Óxido al 14,5 % de silicio.
- Óxido al 3,5 % de aluminio.
- Óxido al 3 % de hierro.
- Óxido al 1,6 % de magnesio.

Al respecto de los tipos de cemento Portland tenemos 9 sub variedades en función a su tipo, características generales y forma de uso. Nosotros detallaremos el uso del cemento Portland tipo I está diseñado para su aplicación en proyectos de concreto de uso general, especialmente en situaciones donde no se indique específicamente el uso de otro tipo de cemento, como en la construcción de edificaciones, estructuras industriales o conjuntos habitacionales. Se caracteriza por generar una mayor cantidad de calor durante el proceso de hidratación en comparación con otras variedades de cemento (colaboradores de Wikipedia, 31).

### **Los agregados**

Se necesita cumplir con las directrices de la NTP 400.037:2018, que establece que las dimensiones máximas nominales del agregado grueso no deben superar ninguna de las siguientes condiciones: a) una quinta parte de la menor distancia entre los lados del encofrado, b) un tercio de la altura de la losa, si es relevante, o c) tres cuartas partes del espacio mínimo libre entre las barras o alambres individuales. Estas directrices se clasifican en dos categorías: agregado fino y grueso.

### **Agregado fino**

El material fino se obtiene mediante la descomposición, ya sea de manera natural o artificial, de rocas. Este componente deberá pasar a través de un tamiz de (3/8") y deberá cumplir con las restricciones establecidas por la norma. El material fino de agregado puede derivar arenas naturales como de la trituración de rocas, gravas o escorias siderúrgicas. Se prohíbe que el contenido de arena triturada exceda el 30% del total de material fino de agregado. (Supermix).

**Tabla 3:** Granulometría de A.F.

<b>TAMIZ</b>	<b>PORCENTAJE QUE ATRAVIESA</b>
<b>(3/8")</b>	100

(N° 4)	De 95 a 100
(N° 8)	De 80 100
(N° 16)	De 50 a 85
(N° 30)	De 25 a 60
(N° 50)	De 05 a 30
(N° 100)	De 0 a10

Fuente: Supermix concreto.

**Tabla 4:** Restricción de compuestos perjudiciales en el A.F.

CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS		UND.
	MINIMOS	MAXIMOS	
Módulo de finura	2.3	3.1	No Aplica
Pasante de la malla N° 200	No Aplica.	5	%
Cloruros solubles	No Aplica	1000	ppm
Sulfatos solubles	No Aplica	12000	ppm
Terrones de arcilla y partícula deleznales	No Aplica	3	%
Impurezas lorgánicas	No Aplica	3	Plato de color
Inalterabilidad por sulfato de magnesio	No Aplica	15	%

Fuente: Supermix concreto

### Módulo de finura

Se determina sumando los porcentajes acumulativos retenidos en los tamices designados, que mantienen una proporción de 1 a 2, abarcando desde el tamiz con número 100 hasta el tamaño más grande presente. Este resultado se divide entre 100, y es relevante destacar que, en este cálculo, los tamices de 1" y ½" no están considerados.

### Agregado grueso

El componente grueso del agregado se refiere a la fracción que permanece retenida en el tamiz N° 4 y se obtiene mediante la trituración de rocas o grava, cumpliendo con los estándares de la normativa NTP 400.037 o ASTM C33. La granulometría se determinará según la siguiente tabla.

### Ensayos a agregados



**(ASTM C566 Y NTP339.185) Método normalizado para evaluar el contenido total de humedad evaporable en un agregado a través del proceso de secado.**

Procedimiento con el propósito de determinar el porcentaje de humedad susceptible de evaporarse en muestras de agregado fino y grueso utilizando el método de desecación. Este proceso se realizará mediante la aplicación de la fórmula siguiente:

$$P = \frac{W - D}{D1} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

P= Porcentaje del contenido de humedad evaporable (%)

W= Cantidad de la Masa original de la muestra en gramos(gr.)

D= Cantidad de la masa seca de la muestra en gramos (gr.)

D-1= Peso del suelo seco

**(NTP 400.012) Análisis de la granulometría de los agregados (fino y grueso)**

Prueba cuyo propósito es cuantificar las dimensiones de las partículas presentes en muestras secas de agregados gruesos y finos. Posteriormente, se calcula el índice de finura del agregado fino, generalmente en el rango de (2.4-3.0), mediante las fórmulas siguientes:

$$M.F = \frac{\Sigma \% \text{Retenido acumulado de mallas ( } 3/8", \#4, \#8, \#16, \#30, \#50, \#100)}{100} \quad (1)$$

Para calcular el índice de finura del A.G. , generalmente en el intervalo de (5.5-8.5), se emplea:

$$M.F = \frac{\Sigma \% \text{Retenido acumulado de mallas ( } 3, 1 \ 1/2", 3/4", 3/8", \#4)+500}{100} \quad (3)$$

**(Procedimientos MTCIE 205 – 2000 y NTP 400.022) Método para la determinación de la gravedad específica y absorción de agregados finos.**

El propósito de este procedimiento es calcular la densidad y la capacidad de absorber del A.F. Para lograrlo, se realizarán los cálculos de los parámetros necesarios para aplicar la fórmula siguiente:

S = Masa de la muestra saturada y superficialmente seca

A = W. del aire de la muestra desecada (gr.)

B = W. del picnómetro aforado lleno de agua (gr.)

C = W. total del picnómetro aforado con muestra y lleno de agua (gr.)

D = W. de la muestra saturada superficialmente seca (gr.)

Empleando las ecuaciones siguientes:

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B + S - C} \left( \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right) \quad (4)$$

$$\text{Peso específico aparente (S.S.S)} = \frac{S}{B + S - C} \left( \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right) \quad (5)$$

$$\text{Peso específico nominal} = \frac{A}{B + A - C} \left( \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right) \quad (6)$$

$$\text{Absorción} = \frac{S - A}{S} \times 100\% \quad (7)$$

**(MTC EI206 -2000, ASTMIC127, NTPI400.021) Método para determinar el peso específico y la absorción de los agregados gruesos.**

El propósito de este análisis es establecer la densidad y la capacidad de los agregados gruesos para absorber líquidos, y se fundamenta en la obtención de una muestra de 5 kg según el TMN, teniendo en cuenta el cuarteo. Los parámetros son:

A: W. al aire de la muestra desecada (gr.).

B: W. de la muestra saturada superficialmente seca (SSS) (gr.).

C: W. de la muestra sumergida en agua (gr.).

Las fórmulas utilizadas son las siguientes:

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B + S - C} \left( \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right) \quad (8)$$

$$\text{Peso específico aparente (S.S.S)} = \frac{B}{B - C} \left( \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right) \quad (9)$$

$$\text{Peso específico nominal} = \frac{A}{A - C} \left( \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right) \quad (10)$$

$$\text{Absorción} = \frac{B - A}{A} \times 100\% \quad (11)$$

**(Procedimientos ASTM C143) Método de prueba para calcular el revenimiento del concreto mediante el uso del cono de Abrams.**

El propósito de esta prueba es evaluar la manejabilidad del hormigón en su estado fresco, comparar los resultados obtenidos y realización de sus respectivos análisis. El valor se obtendrá haciendo la medición directa con wincha a la superficie del asentamiento con wincha.

**(Procedimiento MTC E 704 – 2000) Evaluación de la resistencia a la compresión de cilindros de prueba.**

Este procedimiento busca examinar la capacidad resistir las fuerzas de compresión del hormigón mediante la aplicación de una carga axial hasta que los especímenes se fracturen, y la resistencia se determina al dividir la carga aplicada por la sección transversal correspondiente.

**El agua**

$$F'C = P/A \quad (1)$$

En la ecuación mencionada:

- $F'C$  representa la resistencia a la compresión del concreto en Kg/cm
- $P$  es la carga total máxima en Kg.
- $A$  denota el área de la superficie de carga en cm<sup>2</sup>.

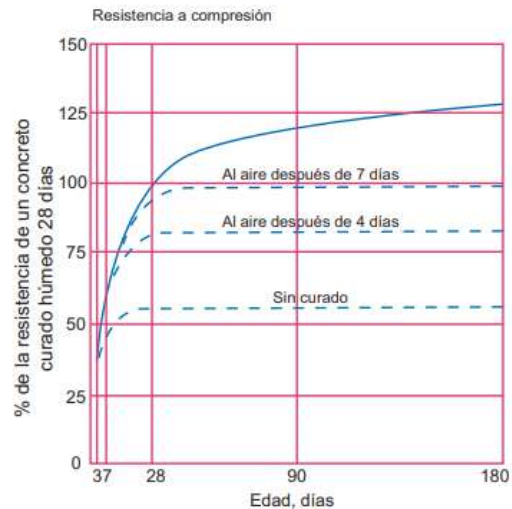
Que para ser empleada en la construcción debe ser preferencialmente potable y debe cumplir los requerimientos de normativos, además (SENCICO, 2019) afirma que:

Se permite la utilización de agua no potable, siempre y cuando se cumplan los requisitos establecidos en la NTP 339.088 del 2014 y se verifique lo siguiente:

- a) Está exenta de contaminantes perjudiciales como: (aceites-ácidos-álcalis-sales) materia orgánica y otras sustancias que puedan ocasionar daño al hormigón, al acero de refuerzo o a elementos incrustados.
- b) La elección de las proporciones de la mezcla de hormigón se basa en pruebas realizadas con agua procedente de la fuente seleccionada.

### **Curado**

El curado, de acuerdo con la normativa ACI 308R, es el procedimiento mediante el cual fue fabricado con cemento hidráulico experimenta su madurez y adquiere resistencia con el transcurso del tiempo. Esto ocurre por la hidratación constante del cemento con una cantidad adecuada de H<sub>2</sub>O, que representa aproximadamente el 25 % de la masa del cemento.



**Figura 5:** Resistencia a la compresión de cilindros con dimensiones de 15x30 cm en relación con la edad, considerando diversas condiciones de curado. FUENTE: ACIR

## 2.3 Bases filosóficas

### Los aditivos

Son sustancias distintas al agua, áridos y cemento que se incorporan a la mezcla en pequeñas cantidades antes o durante el mezclado e interactúan con el sistema de cemento hidratándolo para cambiar una o más de las propiedades del concreto o mortero fresco, endureciendo. (CONCRETEV, 2023). Estos elementos son esenciales para la mezcla y, al mismo tiempo, ofrecen mejoras que ayudan a optimizar la economía del concreto. Su capacidad para modificar las propiedades del material les permite adaptarse a las necesidades particulares del constructor.

### Diseño de experimentos

Es una técnica estadística diseñada para analizar entender el funcionamiento de analizar un procedimiento específico y establecer si ciertos elementos afectan la variable bajo investigación. Este enfoque emplea herramientas estadísticas para obtener respuestas concretas a preguntas relacionadas con el proceso “Una de las principales ventajas de la metodología experimental radica en su capacidad para examinar una

amplia gama de procesos y abordar diversas categorías de preguntas. No obstante, es crucial establecer de manera clara los objetivos de la investigación antes de iniciar el proceso” (González Hernández, 2002).

## **2.4 Definición de términos básicos**

### **Diseño de mezcla**

"El comité 211 del ACI ha creado un método para el diseño de mezclas (...) con base en tablas generadas a través de ensayos realizados a los agregados." (Vizconde Poémape, 2013). La formulación del diseño y el propósito de la combinación de concreto es lograr proporciones adecuadas, específicas de diversos materiales, las cuales se utilizarán para calcular el porcentaje denominado dosificación. Este porcentaje se integrará a la unidad cúbica del concreto a través de estudios realizados en los materiales que lo constituyen. La elaboración de la mezcla es el procedimiento a través del cual, con base en tablas obtenidas en ensayos de los agregados, se determinan proporciones de los distintos materiales que constituirán la unidad cúbica de hormigón, siguiendo las pautas del comité 211 del ACI (American Concrete Institute).

Para el cual usualmente se establecen limitaciones al quien está encargado de la elaboración del diseño de la mezcla. De dichas limitaciones se pueden considerar las siguientes:

- Proporción de agua a cemento
- Cantidad de cemento
- Máximo contenido de cemento
- Máximo contenido de aire
- Consistencia

- Tamaño nominal máximo del agregado grueso
- Índice de finura del agregado fino
- Resistencia mínima a la compresión

Dentro de los principios generales para diseñar la mezcla de concreto, resultará fundamental contar con datos acerca de las características físicas de los materiales que se emplearán en la producción del hormigón. Para conocer parámetros en los siguientes ensayos de laboratorio mediante pruebas físicas siguiente la NTP y/o ASTM.

- Peso específico del cemento
- Peso específico (agregado fino - grueso)
- Densidad de la mezcla (agregado fino -grueso)
- W. unitario en estado suelto y seco (agregado fino - grueso)
- W. unitario en estado compactado y seco (agregado fino -grueso)
- Contenido de humedad
- % de absorción
- Índice de finura
- Tamaño máximo permitido (TMN)

### **Resistencia a compresion del concreto( $f'c$ )**

Es un indicador de la calidad del hormigon y su determinacion es un parametro para saber si cumple con los requisitos de resistencia y calidad especificadas en proyectos. La determinación de la resistencia a la compresión( $f'c$ ) se realizará mediante ensayos de laboratorio en cilindros convencionales de concreto, conocidos como probetas. Las directrices establecidas en ASTM C192 y ASTM C31 proporcionan instrucciones detalladas para la preparación y curado de estos especímenes, ya sea en

un entorno de laboratorio o en el sitio de trabajo. Las dimensiones típicas son de aproximadamente 6 pulgadas de diámetro y 12 pulgadas de altura.

Es necesario garantizar que los especímenes permanezcan en los moldes durante 24 horas después de verterlos, para luego someterlos a un proceso de curado bajo agua hasta el momento de la prueba, que se realiza después de 28 días.



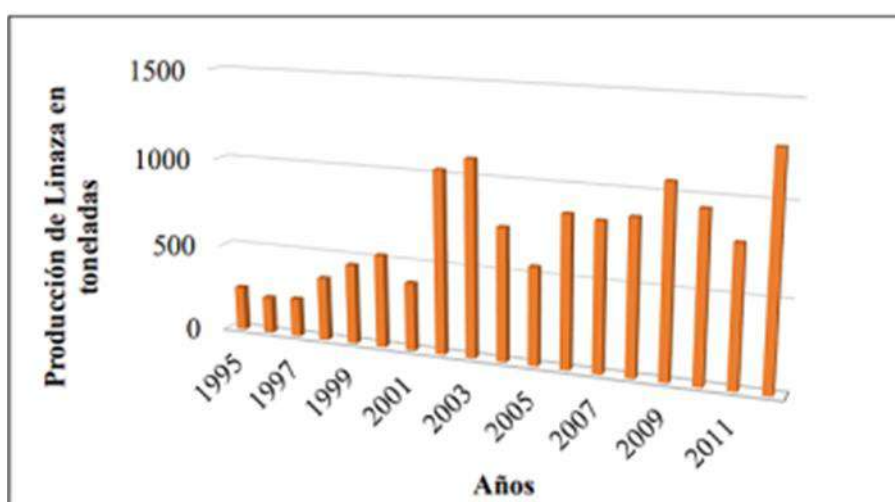
**Figura 6:** Probeta normalizada, cálculo de la resistencia a la compresión( $f_c$ )

La normativa especifica el método para realizar la prueba de compresión en las muestras **ASTM C39** “Procedimiento estandarizado para evaluar la capacidad de soportar esfuerzos de compresión de muestras cilíndricas de concreto”. En el transcurso de la prueba, cada cilindro se somete a una carga a una velocidad de  $2.45\text{ kg/cm}^2$  por segundo. La fuerza de compresión, representada por la resistencia  $f_c$ , se establece como la capacidad de, al menos, dos especímenes provenientes de la misma muestra de concreto bajo evaluación. Se determina cada nivel de resistencia separando la máxima carga durante la prueba, dividida por el área promedio de la sección transversal, respaldada durante la prueba.

### **El mucilago de linaza**



Que,“ en los resultados de la extracción, se evidenció que la eficiencia óptima fue alrededor del 85,477% al emplear granos completos y Una mezcla con una proporción de 1 parte por cada 20 partes en kilogramos a temperaturas de 95°C durante un lapso de 15 minutos” (Becerra Ramirez, 2017). El mucilago de linaza a mostrado un desempeño satisfactorio en términos de viscosidad, propiedades gelificantes y de emulsión. Además e que el aceite de linaza usado en lo largo de la historia como aglutinante de pinturas al oleo con las mejores propiedades, ya que el factor aglutinante que tiene la linaza puede aportar de manera positiva en la composición del concreto por sus características de aglutinar vale decir el de conseguir que distintos elementos queden unidos entre si. La linaza se puede cultiva en zonas con temperaturas de entre 12 C° y temperaturas máximas de 20 C° lo que lo hace ideal para cultivarse en la sierra peruana, su cosecha se da aproximadamente a los 150 días de la siembra; su producción es permanente lo que constituye además de ser un fuente de comercio, una opción viable para ser empleada en la industria de la construcción. Como indica el INEI en el año 2000 se obtuvo una producción de 527 toneladas de linaza mientras que en el año 2012 se dio un crecimiento sustancial llegando a producir hasta 1273.1 toneladas.



**Figura 7:** Producción de semillas de lino en el territorio peruano FUENTE: GUERRERO, 2018

Los mucilagos se tratan de sustancias densas y viscosas que se forman mediante la dispersión de gomas en presencia de agua; el gel de linaza se obtiene de las semillas de lino y presenta rasgos en su configuración externa, como células transparentes con paredes delgadas que al contacto con el agua en una proporción de linaza: agua de 1:16 y 1:20 se rompen provocando de esta manera el mucilago.

La procedencia de la linaza no está claramente especificada, posiblemente se origina en regiones como el Mediterráneo o Asia Occidental, se restringe el cultivo a Regiones con climas principalmente templados y subtropicales, en el continente sudamericano, por otro lado, se utilizan principalmente para la producción de aceites, fibras y con aplicaciones medicinales (Ampuero, 2011,pags.5-6).

Actualmente no se cultiva en más de 50 países, predominantemente en América, especialmente en el hemisferio norte ha sido pionero en el cultivo de este producto. En el Perú la mayor producción se ve reflejada en departamentos como: Apurímac, Cajamarca, Arequipa, Huancavelica, Cusco, Junín y Ayacucho. Siendo Apurímac, Cuzco y Junín los mayores productores del grano con un aproximado de 312 hectáreas de cultivo en el año 2011(GUERRERO,2018,pág.30).

La composición química de las semillas de lino puede variar debido a diversos factores como la genética, las condiciones de cultivo, el procesamiento de las semillas y el método de análisis. En el caso de la semilla canadiense, su composición incluye aproximadamente: grasas (41%), proteínas (20%), fibra (28%), humedad (7.7%), ceniza (3.4%) y es rica en minerales.( Castañeda et al.,2019); así mismo la linaza tiene distintos usos medicinales para tratamiento de enfermedades gastrointestinales como : constipación, hemorragias, irritación estomacal, inflamación; afecciones genitourinarias: gonorrea, nefritis, infecciones urinarias; problemas respiratorios:

neumonía, amigdalitis, tos, entre otras; tratamientos faciales, quemaduras, usadas como ungüentos para quemaduras, raspones y heridas; tratamientos del cabello en general.



**Figura 8:** Gel mucilago de linaza. Fuente: Mundo Reishi.

## **2.5 Hipótesis de investigación**

### **2.5.1 Hipótesis general**

Se asume que la adición del mucílago de linaza mejora porcentualmente las características de manejabilidad y la capacidad de soportar compresión del concreto mediante la utilización de cemento Portland Tipo I.

### **2.5.2 Hipótesis específicas**

1. El efecto del mejoramiento de la adición del mucilago de linaza en el concreto con cemento Portland Tipo I en relación a la trabajabilidad para la proporción a/c de mezcla, es significativo.

2. El efecto del mejoramiento de la adición del mucilago de linaza en el concreto con cemento Portland Tipo I para la resistencia a la compresión del concreto es significativo.

## 2.6 Operacionalización de variables

### OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 5: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	Unidad de Medida	Escala de Medición
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: MUCILAGO DE LINAZA</b>	Se modificará la proporción en relación a/c, adicionando a la mezcla el porcentaje de mucilago de linaza	<b>Dosificación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0%</li> <li>● 2%</li> <li>● 4%</li> <li>● 6%</li> <li>● 8%</li> </ul>	<b>Gr.</b>	Cuantitativa/ Nominal
<b>VARIABLE DEPENDIENTE: PROPIEDADES FÍSICOMECÁNICAS DEL CONCRETO</b>	Se recogerán muestras de concreto con una resistencia especificada de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . empleando cemento Portland tipo I, se llevará a cabo la evaluación de estas muestras mediante pruebas de compresión en el laboratorio para determinar su variación en función de la modificación	<b>Física: Trabajabilidad</b>	Asentamiento con cono de Abrams	<b>cm</b>	Cuantitativa/ Nominal
		<b>Mecánica: Resistencia a la compresión</b>	Resistencia alcanzada en el tiempo	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	Cuantitativa/ Nominal

Fuente: Autor

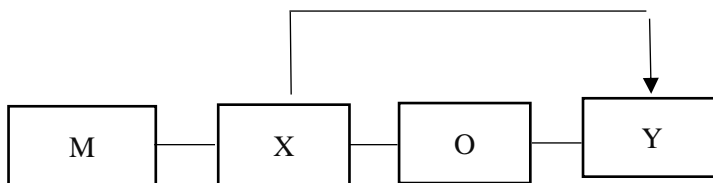
### III. Metodología

#### 3.1 Diseño metodológico

##### 3.1.1 Tipo de investigación

Aplicada; este tipo de investigaciones busca avanzar, perfeccionar y optimizar el rendimiento de sistemas, procesos, estándares y regulaciones tecnológicas existentes, considerando los desarrollos en la ciencia y tecnología. Por lo tanto, este tipo de investigación no se evalúa en términos de verdadero, falso o probable sino en relación a la eficacia, ineficacia, eficiencia, deficiencia o ineficiencia. (Ñaupás y otros, 2013).

Correlacional; de manera que la investigación buscara interactuar las variables, para modificar la variable “X” y de manera que la variable “Y” también cambie, en este contexto, se realizarán ajustes en la variable de mucílago de linaza, incorporando porcentajes adicionales a la relación a/c. Esto se llevará a cabo con el objetivo de lograr una modificación en capacidad de resistir esfuerzos de compresión del hormigón.



-M= Probetas de concreto

-X= Mucilago de linaza

-O= Resultados

-Y= Propiedades Mecánicas del concreto

##### 3.1.2 Diseño de investigación

##### 3.1.3 Nivel de investigación.

Este estudio tiene un enfoque experimental. En este tipo de investigaciones, un conjunto de variables se mantiene constante, mientras que otro conjunto se mide como resultado de la investigación. “Un diseño experimental es una investigación científica

donde el investigador manipula por lo menos una variable (Kerlinger & Howard, 2002)”.

Las investigación sera experimental porque se maipulara el mucilago de linaza en la composicion porcentual en relación de a/c en ( 2% ,4%,6%,8%) para determinar la variacion en las caracterizticas mencionadas del concreto para la investigación.

### **3.1.4 Enfoque de Investigación.**

El estudio actual se centra en un enfoque cuantitativo, que se fundamenta en la obtención de resultados mediante la ejecución de experimentos en un laboratorio. Luego, la hipótesis propuesta se valida a través de análisis numéricos respaldados por cuadros estadísticos. Este método implica recopilar datos para evaluar la hipótesis propuesta a través de mediciones numéricas y la identificación de patrones, para predecir fenómenos mediante datos numéricos según Ramos (2014).

## **3.2 Población y muestra**

### **3.2.1 Población**

La población en una investigación científica estará compuesta por todos los elementos que participaran del fenómeno ya sean: personas, objetos, etc. A su vez esta tendrá la cualidad de ser estudiada, medida y cuantificada. Según (López, 2004) la población o universo puede comprender individuos, animales, historiales médicos, información de nacimientos, muestras de laboratorio, eventos de tráfico, entre otras fuentes. La población deberá delimitarse en torno a sus características de tiempo, contenido y lugar de manera muy clara. Para la investigación las unidades de población se delimitarán a los agregados de la provincia de Andahuaylas para su diseño, específicamente al de la cantera Roca Dura- Posoccoy.

### **3.2.2 Muestra**

La muestra representa una parte específica de la población o del universo de investigación. Para definir la muestra, es necesario primero establecer las características que posea la población objeto de estudio. Según (López, 2004) es un fragmento o parte del universo o población en el cual se realizará la investigación. Se disponen de diversas Técnicas para determinar la cantidad de elementos en la muestra, como fórmulas, razonamientos lógicos y otros, serán abordadas en fases subsiguientes. La muestra representa una porción significativa de la población.

### **Tamaño de muestra**

Se obtendrán muestras representativas de agregado grueso y fino con el propósito de analizar sus propiedades físicas, las cuales se utilizarán en la posterior elaboración del diseño de la mezcla.

#### **Agregado F.:**

Humedad Natural: 3 muestras

Análisis Granulométrico: 1 muestra

Peso Específico: 1 muestra

Pesolunitario suelto: 3 muestras

Pesolunitario Compactado: 3 muestras

#### **Agregado G.:**

Humedad Natural: 3 muestras

Análisis Granulométrico: 1 muestra

Peso Específico: 1 muestra

Pesolunitario suelto: 3 muestras

Peso unitario Compactado: 3 muestras

Sera la parte representativa del de una población de estudio en el cual los elementos compartirán características de estudio. En el marco de este estudio, se



llevarán a cabo 48 briquetas de concreto dosificación 210kg/cm<sup>2</sup> utilizando cemento portland tipo I.

**Tabla 6:** Números de muestra en relación a los días y porcentajes de modificación.

Edad (días)	% de mucilago de linaza, con respecto a/c				
	0%	2%	4%	6%	8%
7 días	3	3	3	3	3
14 días	3	3	3	3	3
28 días	3	3	3	3	3

Además, se llevarán a cabo pruebas de revenimiento con el cono de Abrams para cada proporción, considerando lo siguiente: concreto con resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> sin ML (1 muestra); con 2% de ML (1 muestra); con 4% de ML (1 muestra); con 6% de ML (1 muestra); y con 8% de ML (1 muestra).

### Tipo de muestreo

En la siguiente investigación será no probabilístico del tipo por cuotas ya que según (QuestionPro, s.f.) “Se eligen muestras con base en características predeterminadas, de manera que la distribución de características en la muestra total sea similar a la supuesta existente en la población en estudio.”

Además, el muestreo “es la acción de elegir una porción de un conjunto más amplio, universo o población de interés con el propósito de recopilar información con el fin de abordar una pregunta de investigación” (Sampieri Hernández, 2014).

### 3.3 Técnicas de recolección de datos

La estrategia para la recopilación de información se fundamentará en la observación y el registro de datos cuantitativos, empleando formularios de recolección de datos diseñados y respaldados según las regulaciones específicas de cada investigación:

- Análisis granulométrico del agregado fino y grueso (NTP 400.037).
- Medición del peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022).
- Medición del peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021).
- Determinación del peso unitario de los agregados (NTP 400.017).
- Evaluación del asentamiento del concreto mediante el método del cono de Abrams (NTP 339.035).
- Realización de la prueba de resistencia a la compresión en muestras cilíndricas de concreto (NTP 339.034).
- Implementación de procedimientos para la elaboración y curado de especímenes de concreto (NTP 339. 183)
- Elaboración del diseño de mezcla conforme a las disposiciones de la norma ACI-211

### **3.4 Técnicas para el procedimiento de la información**

La técnica de análisis de las varianzas, según (Neter, Wasserman & Kunter,1990) afirman que:

Se utiliza para identificar variables significativas en un modelo multidimensional. En este modelo, se incorpora una variable de respuesta dependiente junto con una o más variables independientes factoriales. Este enfoque se utiliza con frecuencia en experimentos planificados, donde el investigador establece los valores para cada variable del factor y posteriormente analiza la variable de respuesta.

## IV. Resultados

### 4.1 Análisis de Resultados

CANTERA: Roca firme- Posoccoy-Talavera-Apurímac

**(ASTM C566 ) Procedimiento estandarizado para determinar el contenido total de humedad evaporable en agregados a través del proceso de secado.**

Elaborado mediante el secado de muestras en estado húmedo, donde la masa se somete a cocción en el horno hasta alcanzar una constante, con el propósito de calcular el porcentaje de humedad.



**Figura 9:** Muestras posterior al proceso de secado en el horno con el fin de calcular el contenido de humedad. Fuente: elaborado por el autor.

Agregado grueso

$M_1 =$  masa de la muestra original = 97.54 gr.

$W_1 =$  masa de la muestra húmeda + tara = 110.15 gr.

$D_1 =$  masa de la muestra seca + tara = 110.09 gr.

$T_1 =$  peso de la tara = 12.61 gr.

$D_1 - 2 =$  peso del suelo seco = 97.48 gr

$$P1 = 100(110.15 - 110.09) / 97.48 = 0.06\%$$

M1 = masa de la muestra original = 103.87 gr.

W1 = masa de la muestra húmeda + tara = 116.82

D1 = masa de la muestra seca + tara = 116.74 gr.

D2-2 = | peso del suelo seco = 103.79 gr

T1 = peso de la tara = 12.95 gr.

$$P1 = 100(116.82 - 116.74) / 103.79 = 0.07\%$$

$$P = ((0.07 + 0.06) \%) / 2 = 0.07\%$$

Agrado fino

M1 = masa de la muestra original = 72.31 gr.

W1 = masa de la muestra húmeda + tara = 84.87 gr.

D1 = masa de la muestra seca + tara = 81.56 gr.

D1-2 = peso del suelo seco = 69.00 gr.

T1 = peso de la tara = 12.56 gr.

$$P1 = 100(84.87 - 81.56) / 69.00 = 4.80 \%$$

M1 = masa de la muestra original = 73.39 gr.

W1 = masa de la muestra húmeda + tara = 86.18 gr.

D1 = masa de la muestra seca + tara = 82.58 gr.

D2-2 = peso del suelo seco = 69.79 gr

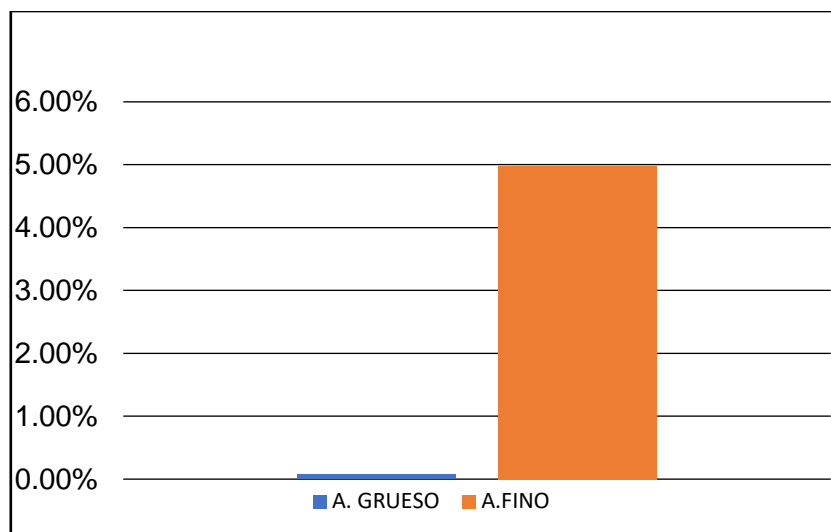
T1 = peso de la tara = 12.79 gr.

$$P1 = 100(84.87 - 81.56) / 69.79 = 5.16\%$$

$$P = ((4.80 + 5.16) \%) / 2 = 4.98 \%$$

**Tabla 7:** Resultados del contenido de humedad de los materiales granulares.

CANTERA	CONT. HUMEDAD
A. GRUESO	0.07%
A. FINO	4.98%



**Figura 10:** Proporción de humedad en el agregado fino comparada con el agregado grueso.

FUENTE: Autor.

**(MTC E 204-2000, ASTM C 136 Y NTP 400.012) Procedimiento para analizar la granulometría de los agregados fino y grueso.**

Las muestras para este ensayo obtenidas mediante cuarteo manual, y secado al horno o cocina se procederán a tamizar en relación al agregado requerido el cual está indicado en la presente norma.



**Figura 11:** Secado de muestras en cocina después del cuarteo para granulometría.  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 12:** Muestra seca pesada en balanza para el posterior tamizado. Fuente: Autor

### Agregado grueso

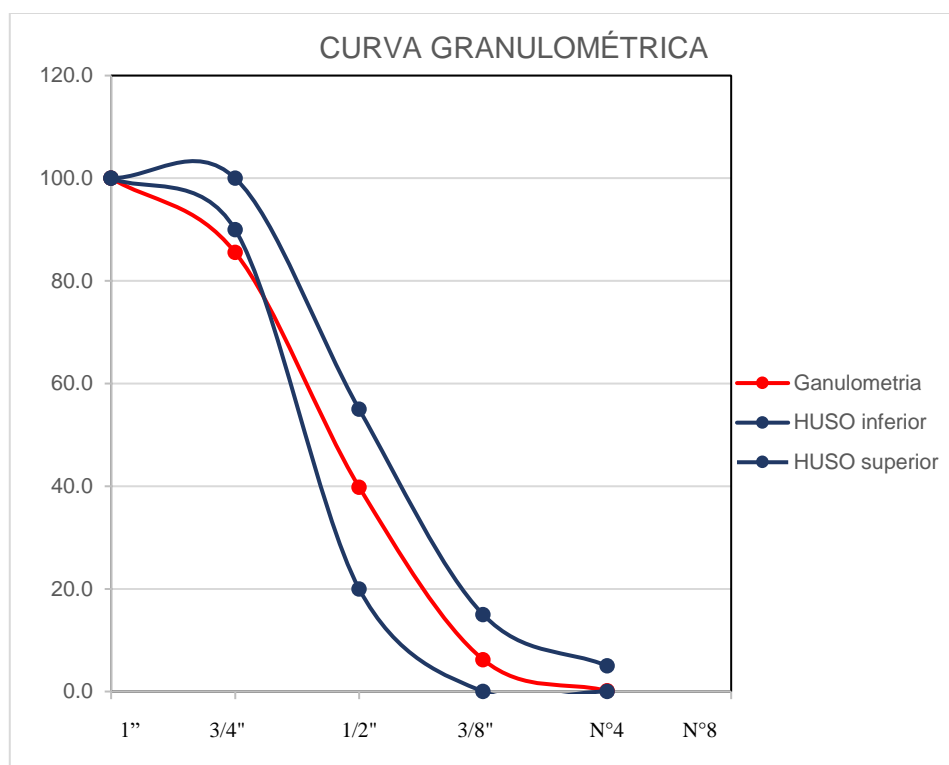
Tamaño máximo nominal = 3/4"

$$MF = (85.5 + 39.8 + 6.2 + 0.1 + 500) / 100 = 6.3$$

**Tabla 8:** Granulometría agregado fino.

GRANULOMETRIA PIEDRA DECHANCADA CON TAMAÑO MAXIMO NOMINAL 3/4" DE PULGADA				
MALL A	W. RETENIDO (gr)	(%) RETENID O	(%) RETENID O ACUMUL.	(%) PASA ACUMUL.
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"	346	14.5	14.5	85.5
1/2"	1094	45.7	60.2	39.8
3/8"	804	33.6	93.8	6.2
N° 4	146	6.1	99.9	0.1
N° 8	1	0.0	99.9	0.1
N° 16	2	0.1	100.0	0.0
<b>TOTAL</b>	<b>2393</b>	<b>100</b>		

Fuente: Elaboración propia



**Figura 13:** Curva de granulometría del agregado grueso. Fuente: Autor

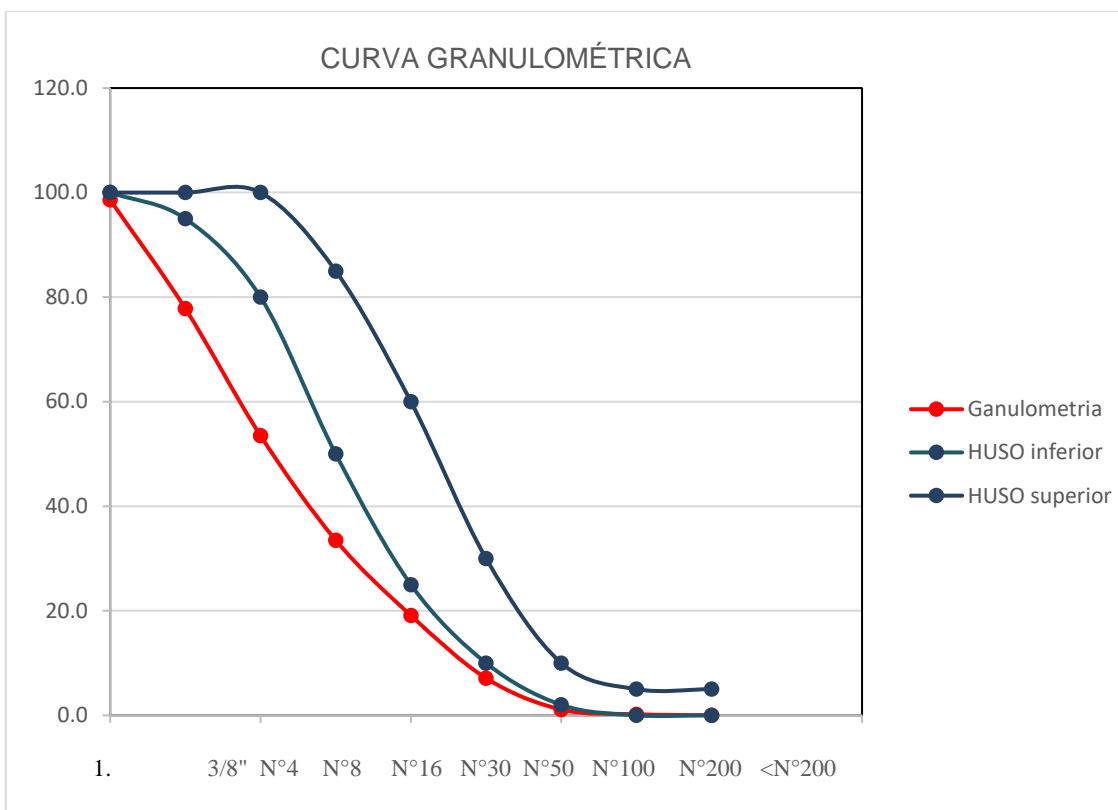
### Agregado fino

$$MF = (98.6 + 77.8 + 53.5 + 33.5 + 19.1 + 7.1 + 1.1) / 100 = \mathbf{2.92}$$

**Tabla 9:** Granulometría agregado grueso.

GRAULOMETRIA AGREGADO FINO				
MALLA	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RETENIDO ACUMUL.	(%) PASA ACUMUL.
3/8"	25	1.4	1.4	98.6
N° 4	365	20.8	22.2	77.8
N° 8	427	24.3	46.5	53.5
N° 16	351	20.0	66.5	33.5
N° 30	254	14.5	80.9	19.1
N° 50	211	12.0	92.9	7.1
N° 100	105	6.0	98.9	1.1
N° 200	16	0.9	99.8	0.2
<N° 200	3	0.2	100.0	0.0
<b>TOTAL</b>	<b>1757</b>	<b>100</b>		

Fuente: Elaboración propia



**Figura 14:** Curva de granulometría del agregado fino. Fuente: Autor

**(NTP 400.022) Gravedad específica y capacidad absorción de los agregados finos**

Datos recolectados:

Peso de la arena (S.S.S) + peso del picnómetro + peso del agua =1897.00 gr.

Peso de la arena (S.S.S) + peso del picnómetro =1397.00 gr.

Peso del material saturado superficialmente seco (S.S.S.) =500gr.

Peso de la arena seca(A)=492.00 gr.

Volumen del material=189.00

Volumen de la masa=181.00

Resultados:

Peso específico de la masa=  $492/189=2.60$

Peso específico de masa (S.S.S.) =  $500/189=2.65$

Peso específico aparente (P.E.A.) =  $492/181=2.72$

Porcentaje de absorción (%) =  $((500-492) /492) *100 =1.63\%$



**(MTC E 205 – 2000) Gravedad específica y capacidad de absorción de los agregados grueso**

Datos empleados:

A: Masa en estado seco al aire=495.00gr

B: Masa de la muestra saturada, con superficie seca (S.S.S.) =500.00gr.

C: Masa de la muestra sumergida en agua=305.00gr.

Los resultados:

Peso específico aparente=495/ (500-305) =**2.54**

Peso específico aparente (S.S.S.) = 500(500-305) =**2.56**

Peso específico nominal=495/ (495-305) =**2.61**

Porcentaje de absorción (%) = ((500-495) /495) \*100=**1.01%**

**Resumen de estudios a los agregados de la cantera Roca firme- Posoccoy-Talavera-Apurímac**

**Tabla 10:**Características de los materiales para el concreto.

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>Und.</b>	<b>Agr. Fino</b>	<b>Agr. Grueso</b>	<b>Cemento</b>
<b>Tamaño máximo nominal</b>	-	-	3/4"	-
<b>Módulo de fineza</b>	-	3.99		-
<b>Peso unitario</b>	kg/m3	1979	1689	-
<b>Contenido de humedad</b>	%	4.97	0.07	-
<b>Peso específico</b>	kg/m3	2720	2610	3150
<b>Absorción</b>	%	1.63	1.01	-

Fuente: Autor

**Diseño de la mezcla conforme a las pautas de la norma ACI– 211 (dosificación).**

Datos para diseño:

$F'c=210+84=294$  kg/cm<sup>2</sup>

Consistencia plastica= 3" a 4"

TMN=3/4"

Módulo de fineza (A.F.) =3.99

P.U.S.C (A.G) =1689 Kg/m<sup>3</sup>

Peso específico del (C) =3150 Kg/m<sup>3</sup>

Peso específico del (A. G.) =2610 Kg/m<sup>3</sup>

Peso específico del (A.F.) =2720 Kg/m<sup>3</sup>

Contenido de humedad de los (A.F.) =4.98%

Contenido de humedad de los (A.G.) =0.07%

Porcentaje de Absorción (A.F.) =1.63%

Porcentaje de Absorción (A.G.) =1.01%

Procesamiento

1. Calculo de f'cr:

$$F'_{cr} = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$$

2. Determinación del TMN:

TMN=3/4"

3. Determinación del asentamiento SLUMP:

SLUMP=4"

4. Cálculo de los volúmenes de agua (Tabla)

Vol. Agua=205 lt/m<sup>3</sup>

5. Aire atrapado (Tabla)

% Aire= 2

6. Cálculo de A/C (interpolando)

250----- 0.62

294----- x

300----- 0.54

$$A/C = 0.5584 \approx 0.56$$

7. Calculo de C

$$\text{Cemento} = 205/0.5584 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Cemento} = 367.12 \text{ Kg/m}^3$$

8. Calculo de factor

$$\text{Volumen absoluto de los agregados gruesos} = 0.60$$

9. Cálculo de A.G.

$$AG = (0.60 * 1689) = 1013.26 \text{ kg}$$

$$\text{Vol.} = (1013.26) / (2.61 * 1000) = 0.388 \text{ m}^3$$

10. Cálculo de Volumen de A.F (1m<sup>3</sup>)

$$\text{Vol.} = 1 - ((367.12/3150) + (205/1000) + (2/100) + 0.388)$$

$$\text{Vol.} = 1 - (0.1165 + 0.205 + 0.02 + 0.388)$$

$$\text{Vol.} = 0.27 \text{ m}^3$$

11. Calculo de A.F.

$$AF = 0.27 * 2720 = 735.76 \text{ kg/m}^3$$

12. Correcciones de humedad

$$C = 367.12 \text{ kg/m}^3$$

$$AF = 735.7 * 1.0498 = 771.61 \text{ kg/m}^3$$

$$AG = 1013.26 * 1.0007 = 1013.97 \text{ kg/m}^3$$

13. Dosificación en húmedo

$$36712/367.12 : 771.61/367.12 : 1013.97/367.12 : 0.56/42.5$$

$$\text{Dosificación} = 1:2.1:2.8:21.8$$

14. Dosificación para una bolsa de cemento.

$$\text{Cemento} = 42.5 \text{ kg/bolsa}$$

$$A.F. = 89.3 \text{ kg/bolsa}$$

$$A.G. = 117.4 \text{ kg/bolsa}$$

Agua= 21.8 lts/bolsa

### Resultados diseño de mezclas del concreto

**Tabla 11:** Proporciones de diseño de mezcla relación a/c =0.56.

Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
1	2.1	2.8	21.8

Fuente: Elaboración propia

### (Método ASTM C143 y NTP 339.035) Evaluación del revenimiento del concreto mediante el uso del cono de Abrams.

Se recolectaron muestras representativas en una carretilla y se dispusieron sobre una superficie completamente nivelada. Posteriormente, se posicionó el cono de Abrams, llenando el molde en proporciones de 1/3, 2/3 y completamente, realizando 25 vibraciones por cada segmento. Al finalizar, se retiró el cono de Abrams tras esperar 5 segundos y se volteó para llevar a cabo la medición correspondiente.



**Figura 15:** Medición de revenimiento cono de Abrams Fuente: Autor

**Tabla 12:**Tabla revenimiento cono de Abrams recuperado de la toma de datos.

<b>REVENIMIENTO CONO DE ABRAMS (CM)</b>
---

<b>Diseño sin adición</b>	9.52
<b>Diseño con adición de mucilago al 2%</b>	10.2
<b>Diseño con adición de mucilago al 4%</b>	10.5
<b>Diseño con adición de mucilago al 6%</b>	12.2
<b>Diseño con adición de mucilago al 8%</b>	13.4

Fuente: Elaboración propia

### **Preparación y proceso de curado de muestras de concreto (NTP 339.183)**

#### **Resultados de la capacidad de soporte a la compresión en cilindros de prueba.**

El test de compresión se realizó comparando la muestra patrón (MP), la mezcla de muestra con mucilago de linaza al 2%,4%,6%,8% (MML-2; MML-4; MML-6, MML-8) respectivamente.

#### **Resistencia de compresión del concreto MP.**

**Tabla 13:** Capacidad de soporte a la compresión.de la MP medida a los 7 días.

<b>Nº</b>	<b>Mezcla.</b>	<b>Edad. en días.</b>	<b>Lectura. KgF.</b>	<b>Diámetro. Cm.</b>	<b>Área. cm2.</b>	<b>Res. Kg/cm2</b>	<b>Diseño. Kg/cm.</b>	<b>% Res.</b>
1	MP	7	28600	15	176.71	161.85	210	77.1%
2	MP	7	32600	15	176.71	184.48	210	87.8%
3	MP	7	32500	15	176.71	183.9172	210	87.6%

Fuente: Autor

**Tabla 14:** Capacidad de soporte a la compresión de la MP medida a los 14 días.

<b>N</b>	<b>Mezcla.</b>	<b>Edad. en días.</b>	<b>Lectura. KgF.</b>	<b>Diámetro. Cm.</b>	<b>Área.cm 2</b>	<b>Res. Kg/cm 2</b>	<b>Diseño. Kg/c m.</b>	<b>%Res</b>
----------	----------------	-------------------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------	-----------------------------	--------------------------------	-------------

<b>1</b>	MP	14	51060	15	176.71	288.95	210	137.6 %
<b>2</b>	MP	14	52420	15	176.71	296.64	210	141.3 %
<b>3</b>	MP	14	50320	15	176.71	284.76	210	135.6 %

Fuente: Autor

**Tabla 15:** Capacidad de soporte a la compresión de la MP medida a los 28 días.

<b>N°</b>	<b>Mezcla.</b>	<b>Edad. en. días.</b>	<b>Lectura. KgF.</b>	<b>Diámetro. Cm.</b>	<b>Área. cm2.</b>	<b>Res. Kg/cm2.</b>	<b>Diseño. Kg/cm.</b>	<b>% Res.</b>
<b>1</b>	MP	28	50320	15	176.71	284.76	210	135.6%
<b>2</b>	MP	28	49630	15	176.71	280.86	210	133.7%
<b>3</b>	MP	28	51240	15	176.71	289.97	210	138.1%

Fuente: Autor

### Resistencia de compresión del concreto MML-2.

**Tabla 16:** Capacidad de soporte a la compresión de la MML-2 medida a los 7 días.

<b>N°</b>	<b>Mezcla.</b>	<b>Edad. en. días.</b>	<b>Lectura. KgF.</b>	<b>Diámetro. Cm.</b>	<b>Área. cm2.</b>	<b>Res. Kg/cm2.</b>	<b>Diseño. Kg/cm.</b>	<b>% Res.</b>
<b>1</b>	MML-2	7	29320	15	176.71	165.92	210	79.0%
<b>2</b>	MML-2	7	31200	15	176.71	176.56	210	84.1%
<b>3</b>	MML-2	7	29850	15	176.71	168.92	210	80.4%

Fuente: Autor

**Tabla 17:** Capacidad de soporte a la compresión de la MML-2 medida a los 14 días.

<b>N°</b>	<b>Mezcla</b>	<b>Edad en días.</b>	<b>Lectura a KgF</b>	<b>Diámetro. Cm.</b>	<b>Área. cm2.</b>	<b>Res. Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Diseño Kg/cm</b>	<b>% Res.</b>
<b>1</b>	MML-2	14	50100	15	176.71	283.52	210	135.0%
<b>2</b>	MML-2	14	49310	15	176.71	279.05	210	132.9%
<b>3</b>	MML-2	14	47680	15	176.71	269.82	210	128.5%

Fuente: Autor

**Tabla 18:** Capacidad de soporte a la compresión de la MML-2 medida a los 28 días.

<b>N°</b>	<b>Mezcla</b>	<b>Edad en días</b>	<b>Lectura KgF</b>	<b>Diámetro cm</b>	<b>Área cm2</b>	<b>Res. Kg/cm2</b>	<b>Diseño Kg/cm</b>	<b>% Res.</b>
<b>1</b>	MML-2	28	51100	15	176.71	289.17	210	137.7%
<b>2</b>	MML-2	28	49400	15	176.71	279.56	210	133.1%
<b>3</b>	MML-2	28	56050	15	176.71	317.19	210	151.0%

Fuente: Autor

**Resistencia a la compresión del concreto MML-4.****Tabla 19:** Capacidad de soporte a la compresión de la MML-4 medida a los 7 días.

<b>N°</b>	<b>Mezcla</b>	<b>Edad en días</b>	<b>Lectura KgF</b>	<b>Diámetro cm</b>	<b>Área cm2</b>	<b>Res. Kg/cm2</b>	<b>Diseño Kg/cm</b>	<b>% Res.</b>
<b>1</b>	MML-4	7	38490	15	176.71	217.81	210	103.7%
<b>2</b>	MML-4	7	36960	15	176.71	209.16	210	99.6%
<b>3</b>	MML-4	7	32960	15	176.71	186.52	210	88.8%

Fuente: Autor

**Tabla 20:** Capacidad de soporte a la compresión de la MML-4 medida a los 14 días.

N°	Mezcla	Edad en días	Lectura a. KgF	Diámetro. Cm.	Área. cm2.	Res. Kg/cm <sup>2</sup>	Diseño Kg/cm	% Res.
1	MML-4	14	48200	15	176.71	272.76	210	129.9%
2	MML-4	14	42270	15	176.71	239.21	210	113.9%
3	MML-4	14	42070	15	176.71	238.07	210	113.4%

Fuente: Autor.

**Tabla 21:** Capacidad de soporte a la compresión de la MML-4 medida a los 28 días.

N°	Mezcla	Edad en días	Lectura KgF	Diámetro cm	Área cm2	Res. Kg/cm2	Diseño Kg/cm	% Res.
1	MML-4	28	47760	176.71	176.71	270.27	210	128.7%
2	MML-4	28	48950	176.71	176.71	277.01	210	131.9%
3	MML-4	28	54230	176.71	176.71	306.89	210	146.1%

Fuente: Autor

**Resistencia a la compresión del concreto MML-6****Tabla 22:** Capacidad de soporte a la compresión de la MML-6 medida a los 7 días.

N°	Mezcla	Edad en días	Lectura KgF	Diámetro cm	Área cm2	Res. Kg/cm2	Diseño Kg/cm	% Res.
1	MML-6	7	27890	15	176.71	157.83	210	75.2%
2	MML-6	7	32330	15	176.71	182.96	210	87.1%
3	MML-6	7	30420	15	176.71	172.15	210	82.0%

Fuente: Autor



**Tabla 23:** Capacidad de soporte a la compresión de la MML-6 medida a los 14 días.

N°	Mezcla	Edad en días	Lectura KgF.	Diámetro Cm.	Área cm2.	Res. Kg/cm <sup>2</sup>	Diseño Kg/cm	% Res.
1	MML-6	14	35880	15	176.71	203.05	210	96.7%
2	MML-6	14	30040	15	176.71	169.99	210	81.0%
3	MML-6	14	31980	15	176.71	180.97	210	86.2%

Fuente: Autor

**Tabla 24:** Capacidad de soporte a la compresión de la MML-6 medida a los 28 días.

N°	Mezcla	Edad en días	Lectura KgF	Diámetro cm	Área cm2	Res. Kg/cm <sup>2</sup>	Diseño Kg/cm	% Res.
1	MML-6	28	49800	15	176.71	281.82	210	134.2%
2	MML-6	28	52890	15	176.71	299.3	210	142.5%
3	MML-6	28	54220	15	176.71	306.83	210	146.1%

Fuente: Autor

**Resistencia a la compresión del concreto MML -8****Tabla 25:** Capacidad de soporte a la compresión de la MML-8 medida a los 7 días.

N°	Mezcla	Edad en días	Lectura KgF	Diámetro cm	Área cm2	Res. Kg/cm <sup>2</sup>	Diseño Kg/cm	% Res.
1	MML-8	7	22750	15	176.71	128.74	210	61.3%
2	MML-8	7	23456	15	176.71	132.74	210	63.2%
3	MML-8	7	21560	15	176.71	122.01	210	58.1%

Fuente: Autor

**Tabla 26:** Capacidad de soporte a la compresión de la MML-8 medida a los 14 días.

Nº	Mezcla	Edad en días	Lectura KgF	Diámetro cm	Área cm <sup>2</sup>	Res. Kg/cm <sup>2</sup>	Diseño Kg/cm	% Res.
1	MML-8	14	28650	15	176.71	162.13	210	77.2%
2	MML-8	14	29668	15	176.71	167.89	210	79.9%
3	MML-8	14	30210	15	176.71	170.96	210	81.4%

Fuente: Autor

**Tabla 27:** Capacidad de soporte a la compresión de la MML-8 medida a los 28 días.

Nº	Mezcla	Edad en días	Lectura KgF.	Diámetro cm.	Área cm <sup>2</sup>	Res. Kg/cm <sup>2</sup>	Diseño Kg/cm	% Res.
1	MML-8	28	38600	15	176.71	218.44	210	104.0%
2	MML-8	28	40225	15	176.71	227.63	210	108.4%
3	MML-8	28	40652	15	176.71	230.05	210	109.5%

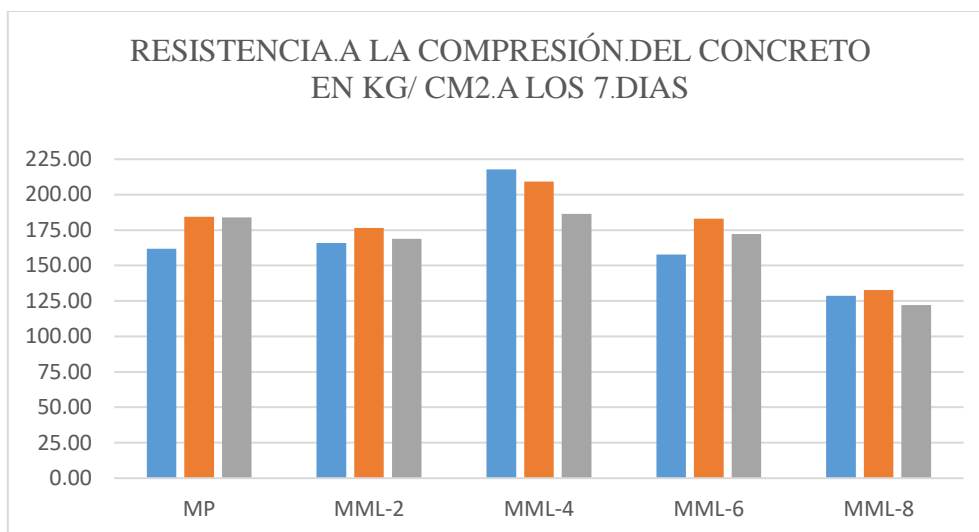
Fuente: Autor

**Resultados de las capacidades de soporte a la compresión del concreto para MP, MML-2, MML-4 y MML-6, MML-8.**

**Tabla 28:** Resumen de los resultados de la capacidad de soporte a la compresión del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> medida a los 7 días.

Nº	Edad	MP	MML-2	MML-4	MML-6	MML-8
1	7 días	161.85	165.92	217.81	157.83	128.74
2		184.48	176.56	209.16	182.96	132.74
3		183.92	168.92	186.52	172.15	122.01

Fuente: Autor



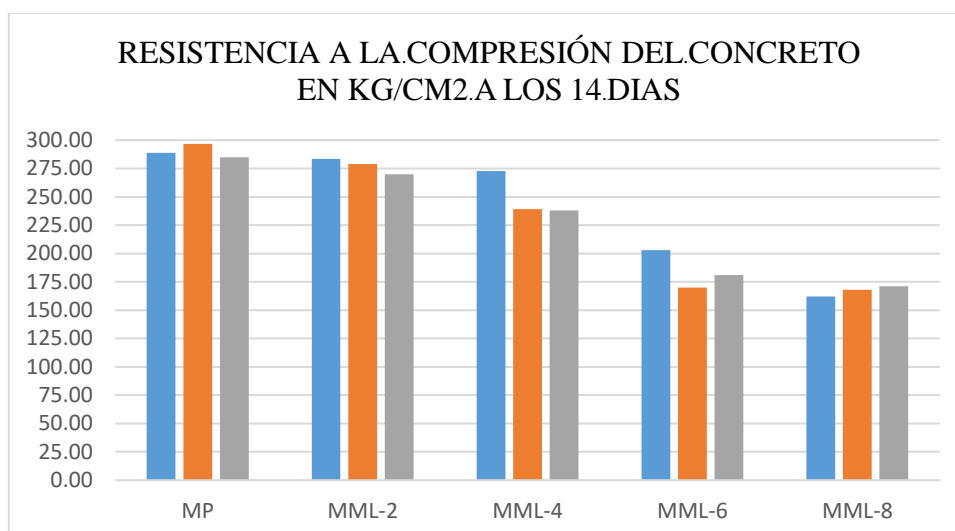
**Figura 16:** Resistencias de compresión a los 7 días por diseño. Fuente: Autor

En la figura 16, se pueden apreciar los resultados de la resistencia a la compresión diseñada a los 7 días. Se sigue la evolución de cada uno de los especímenes, en este caso, tres por muestra. En esta prueba inicial de compresión, se nota que el rendimiento más favorable se logró con la muestra que contiene un 4% de mucílago de linaza (MML-4), mostrando en general una evolución de resistencia superior y alcanzando su mayor resistencia con un valor de 217.81 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 29:** Resumen de los resultados de la capacidad de soporte a la compresión del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> medida a los 14 días

N°	Edad	MP	MML-2	MML-4	MML-6	MML-8
1	14 días	288.95	283.52	272.76	203.04	162.13
2		296.64	279.04	239.21	170.00	167.89
3		284.76	269.82	238.07	180.97	170.96

Fuente: Autor



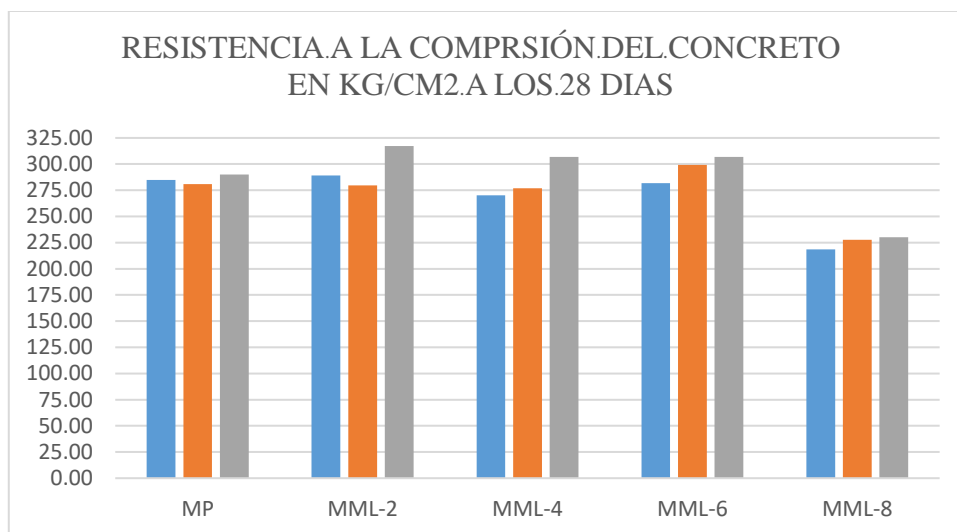
**Figura 17:** Resistencias a la compresión a los 14 días por diseño. Fuente: Autor

En la figura 17, se muestra la progresión de las muestras en términos del número de especímenes para la resistencia a la compresión a los 14 días. En esta evaluación de resistencia a la compresión, se destacó una mejora en la evolución de la muestra patron (MP), logrando la resistencia a la compresión más alta con 296.64 kg/cm<sup>2</sup>. Además, se observó un avance positivo en comparación con el análisis de los 7 días, especialmente en la muestra que contiene un 2% de mucílago de linaza (MML-2), alcanzando una resistencia a la compresión superior de 283.52 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 30:** Resumen de los resultados de la capacidad de soporte a la compresión del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> medida a los 28 días

N°	Edad	MP	MML-2	MML-4	MML-6	MML-8
1	28 días	284.76	289.17	270.27	281.82	218.44
2		280.86	279.55	277.01	299.30	227.63
3		289.97	317.19	306.89	306.83	230.05

Fuente: Autor



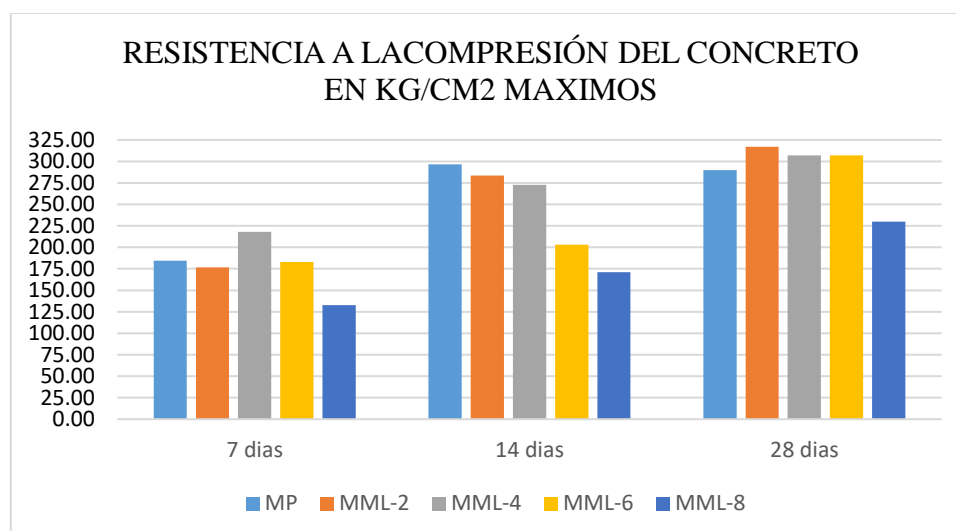
**Figura 18:** Resistencias a la compresión a los 28 días por diseño. Fuente: Autor

En la figura 18, se visualiza la progresión de las muestras a los 28 días para cada diseño. En esta última evaluación de resistencia a la compresión según los diseños, se analizó la evolución del concreto en comparación con su diseño inicial. Se identificó la mayor resistencia y los resultados más destacados para la muestra que incorpora un 2% de mucílago de linaza (MML-2), logrando una resistencia a la compresión de 317.19 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 31:** Mejores resultados de resistencia a la compresión del concreto (kg/cm<sup>2</sup>) en días.

<b>DISEÑO</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
<b>MP</b>	184.48	296.64	289.97
<b>MML-2</b>	176.56	283.52	317.19
<b>MML-4</b>	217.81	272.76	306.89
<b>MML-6</b>	182.96	203.04	306.83
<b>MML-8</b>	132.737	170.96	230.05

Fuente: Autor



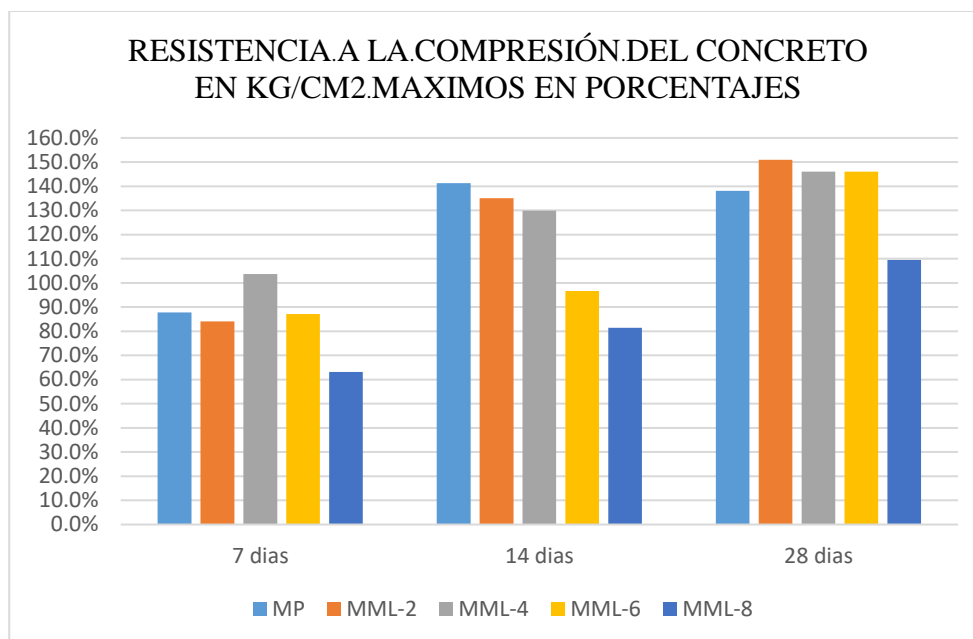
**Figura 19:** Resistencias a la compresión máximos en días. Fuente: Autor

En la figura 19, se presentan las progresiones con los resultados más destacados según el diseño de la muestra y sus análisis a los 7, 14 y 28 días. Se concluyó que las muestras que contenían un 2% de mucílago de linaza (MML-2) exhibieron el crecimiento más notable. Además, estos resultados demostraron que la muestra con un 4% de mucílago de linaza (MML-4) experimentó una rápida maduración a los 7 días, alcanzando finalmente una resistencia superior a la inicialmente diseñada.

**Tabla 32:** Mejores resultados de resistencia a la compresión del concreto en porcentajes vs el 100% de diseño.

<b>DISEÑO</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
<b>MP</b>	87.8%	141.3%	138.1%
<b>MML-2</b>	84.1%	135.0%	151.0%
<b>MML-4</b>	103.7%	129.9%	146.1%
<b>MML-6</b>	87.1%	96.7%	146.1%
<b>MML-8</b>	63.21%	81.41%	109.55%

Fuente: Autor



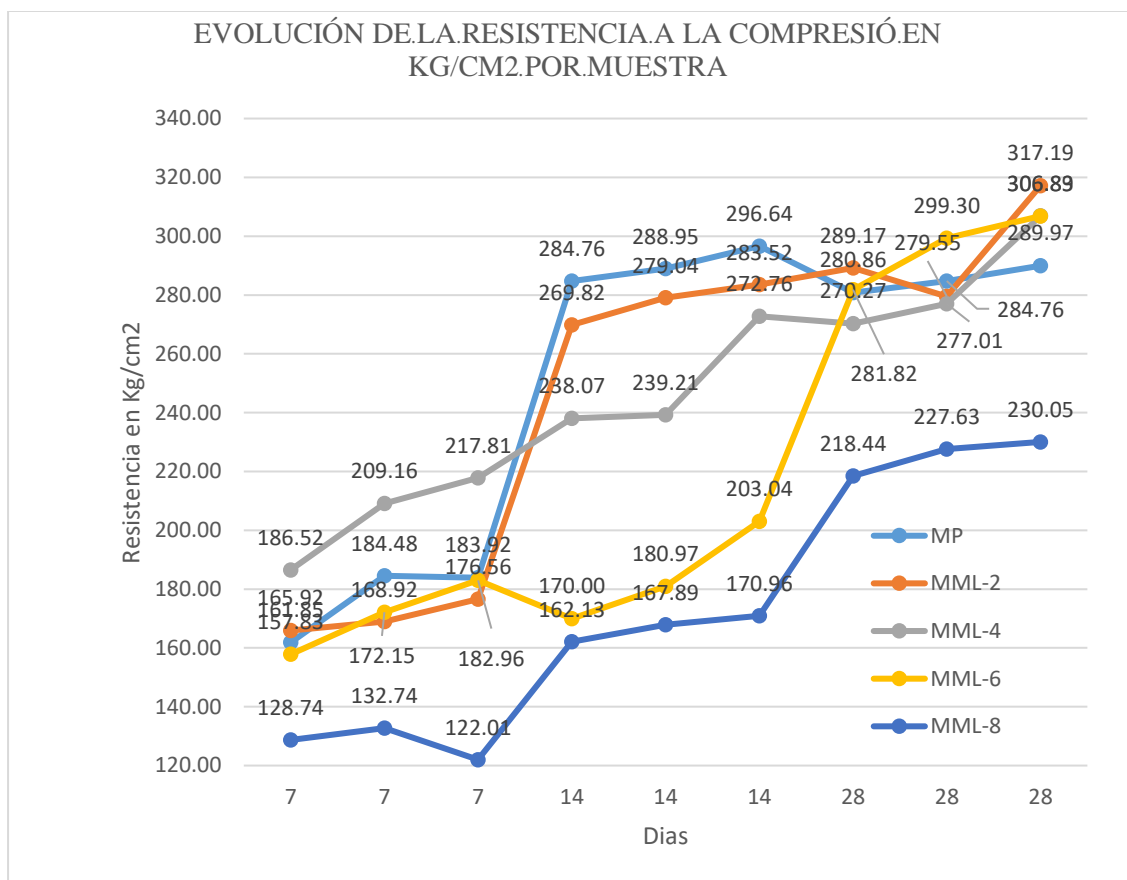
**Figura 20:** Resistencia de compresión (mejores resultados en porcentaje). Fuente: Autor.

En la figura 20, se aprecia la progresión de la resistencia a la compresión en porcentaje con respecto al diseño inicial de 210 kg/cm<sup>2</sup>, considerado como el 100%. A partir de los resultados, se concluye que la muestra MML-4 alcanzó una resistencia superior al diseño inicial a los 7 días, registrando 217.81 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa el 103.7% en comparación con el diseño de la MP, que logró una resistencia de 184.48 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 87.8%. Esto indica un aumento del 15.9% respecto al diseño de la muestra patrón.

**Tabla 33:** Evolución en kg/cm<sup>2</sup> de las muestras en relación a la resistencia a la compresión.

DISEÑO	7 días			14 días			28 días		
MP	161.85	184.48	183.92	284.76	288.95	296.64	280.86	284.76	289.97
MML-2	165.92	168.92	176.56	269.82	279.04	283.52	289.17	279.55	317.19
MML-4	186.52	209.16	217.81	238.07	239.21	272.76	270.27	277.01	306.89
MML-6	157.83	172.15	182.96	170.00	180.97	203.04	281.82	299.30	306.83
MML-8	128.74	132.74	122.01	162.13	167.89	170.96	218.44	227.63	230.05

Fuente: Autor



**Figura 21:** Evolución resistencia a compresión en kg/cm<sup>2</sup> por muestra y en días. Fuente: Autor.

En la figura 21, se muestra la progresión de las muestras sometidas a pruebas de compresión, y se concluye que todas las muestras lograron alcanzar el diseño de resistencia inicial establecido por las normas de diseño ACI para la MP, que fue de  $f'_{cr} = 284 \text{ kg/cm}^2$ . Todos los diseños superaron la resistencia máxima prevista en el diseño inicial para un  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

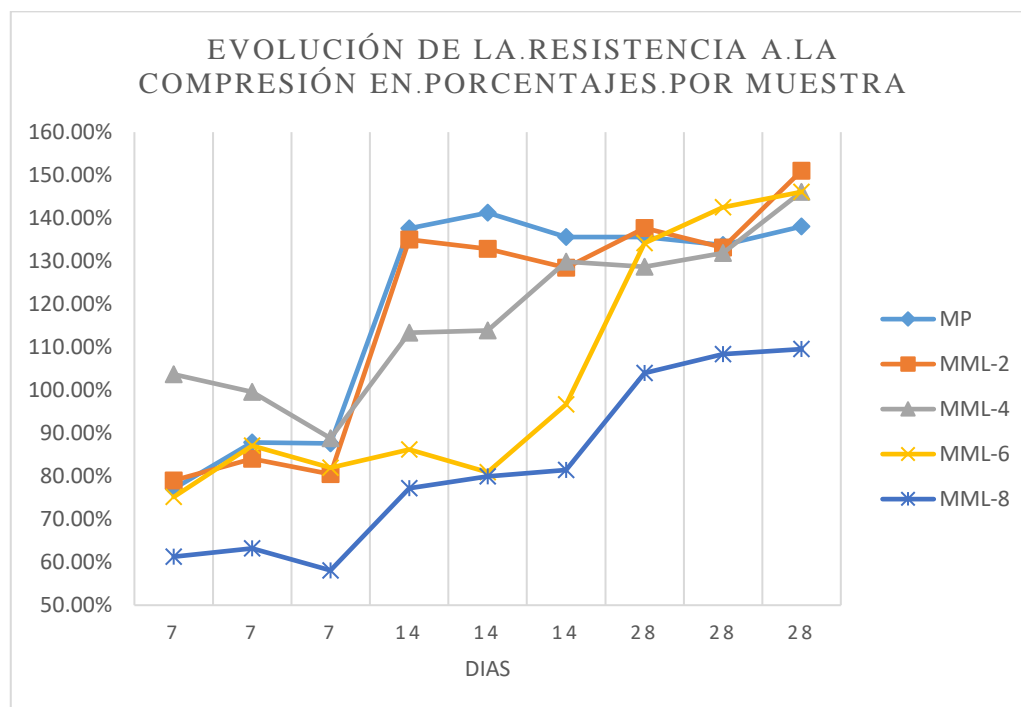
**Tabla 34:** Evolución en porcentaje de las muestras en relación al  $f'c$  de diseño.

DISEÑO	7 días			14 días			28 días		
	%	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
MP	77.07%	87.85	87.58	137.59	141.26	135.60	135.60	133.74	138.08
MML-2	79.01%	84.08	80.44	135.01	132.88	128.49	137.70	133.12	151.04
MML-4	103.72%	99.60	88.82	113.37	113.91	129.89	128.70	131.91	146.14
MML-6	75.16%	87.12	81.97	86.18%	80.95%	96.69%	134.20	142.53	146.11



<b>MML-8</b>	61.31%	63.21 %	58.10 %	77.20%	79.95%	81.41%	104.02 %	108.40 %	109.55 %
--------------	--------	------------	------------	--------	--------	--------	-------------	-------------	-------------

Fuente: Autor



**Figura 22:** Evolución resistencias a compresión en porcentajes por muestra. Fuente: Autor.

## V. DISCUSION

### 5.1. Discusión de los Resultados

De la **Tabla 11**, Para una determinación de la formulación de mezcla óptima para el estudio se determinó una relación a/c = 0.56 de proporciones **1:2.1:2.8:21.8**, con el cual se fueron adicionando las proporciones de diseño en relación a/c del mucilago de linaza de la investigación.

De la **Tabla 12**, se determinó que los asentamientos para los diseños, que según recomendaciones era de 3" a 4" para una consistencia plástica del diseño, estos resultados obtenidos con la prueba de asentamiento de Abrams y medición posterior,

fueron en para la MP= 9.52 cm, MML-2= 10.2 cm, MML-4= 10.5 cm, MML-6= 12.2 cm, MML-8=13.4cm.

Las resistencias máximas a la compresión según el diseño a los 7 días indica que; para la MP según la **Tabla 13** alcanzo una fuerza de compresión de 184.48 kg/cm<sup>2</sup> lo que represento el 87.8 % del diseño de mezcla inicial; para la MML-2 según la **Tabla 16** alcanzo una resistencia a la compresión de 176.56 kg/cm<sup>2</sup> lo que represento el 84.1% del diseño inicial; para la MML-4 según la **Tabla 19** alcanzo una resistencia a la compresión de 217.81 kg/cm<sup>2</sup> lo que represento un 103.7% del diseño inicial; para la MML-6 según la **Tabla 22** alcanzo una resistencia a la compresión de 182.96 kg/cm<sup>2</sup> lo que represento un 87.1% del diseño inicial; finalmente para MML-8 según la **Tabla 25** logró una capacidad de resistencia a la compresión de 132.74 kg/cm<sup>2</sup> lo que represento en 63.2 % del diseño inicial.

Las resistencias máximas a la compresión a los 14 días según el diseño nos indican que; para la MP según la **Tabla 14** alcanzo una fuerza de compresión de 296.64 kg/cm<sup>2</sup> lo que represento el 141.3 % del diseño de mezcla inicial; para la MML-2 según la **Tabla 17** alcanzo una fuerza de compresión de 279.05 kg/cm<sup>2</sup> lo que represento el 132.9% del diseño inicial; para la MML-4 según la **Tabla 20** logro una resistencia a la compresión de 272.76 kg/cm<sup>2</sup> lo que represento un 129.9% del diseño inicial; para la MML-6 según la **Tabla 23** logro una resistencia a la compresión de 203.05 kg/cm<sup>2</sup> lo que represento un 96.7% del diseño inicial; finalmente para MML-8 según la **Tabla 26** alcanzo un resistencia a la compresión de 190.96 kg/cm<sup>2</sup> lo que represento un 84.4 % del diseño inicial.

Las resistencias máximas a la compresión a los 28 días según el diseño nos indican que; para la MP según la **Tabla 15** alcanzo una fuerza de compresión de 289.97 kg/cm<sup>2</sup> lo que represento el 138.1% del diseño de mezcla inicial; para la MML-2 según la **Tabla**

**18** alcanzo una fuerza de compresión de 317.19 kg/cm<sup>2</sup> lo que represento el 151.0% del diseño inicial; para la MML-4 según la **Tabla 21** logro una resistencia a la compresión de 306.89 kg/cm<sup>2</sup> lo que represento un 146.1% del diseño inicial; para la MML-6 según la **Tabla 24** logro una resistencia a la compresión de 306.83 kg/cm<sup>2</sup> lo que represento un 146.1% del diseño inicial; para la MML-8 según la **Tabla 27** logró una resistencia a la compresión de 230.05 kg/cm<sup>2</sup> lo que represento un 109.5 % del diseño inicial.

Todas las muestras se sumergieron en agua para el curado sujetas a pruebas de compresión para evaluar su capacidad de resistencia de los cuales; de la **Tabla 28** y **Figura 16** se observó que la mejor evolución del concreto en curado a los 7 días fue para las muestras con adición de mucilago de linaza al 4 % (MML-4). A los 14 días de la **Tabla 29** y **Figura 17** se observó que las muestras con mejores resultados fueron las de las muestras patrón (MP). A los 28 días para la **Tabla 30** y **Figura 18** se observó que las muestras con mejores resultados fueron las de muestras con mucilago de linaza al 2%(MML-2).

De la **Tabla 33** y **Figura 21**, para la evolución de resistencia a la compresión de las muestras (MP, MML-2, MML-4, MML-6, MML-8), todas los diseños alcanzaron superar la resistencia de diseño( $f'_c$ ) y la resistencia de diseño con factor de seguridad según ACI ( $f'_{cr}$ ), siendo la más resaltante la muestra con mucilago de linaza al 2% (MML-2) la cual alcanzo una resistencia máxima a la compresión de 317.19 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

## VI. CONCLUSION Y RECOMENDACIÓN

### 6.1. Conclusión

1.- La dosificación del concreto se usaron normativa ACI, de los cuales se definió un diseño de mezcla, después de los estudios de los agregados para el concreto y su caracterización de condiciones físicas obteniendo una proporción de cemento: agregado fino: agregado grueso : agua, igual a 1:2.1:2.8:21lts, y una proporción de relación a/c = 0.56; de la cual se tabularon las proporciones indicadas para la inclusión de mucilago de linaza al concreto de ( 2%, 4%, 6%,8%) en relación a la cantidad de a/c.

2.-En cuanto a la evaluación de las características físicas del concreto se determinó que las muestras con mucilago de linaza ( MML-2, MML-4, MML-6, MML-8) para la trabajabilidad estuvieron dentro los parámetros de diseño obteniendo asentamientos mediante la prueba del cono de Abrams, MP= 9.52 cm, MML-2=10.2 cm, MML-4=10.5 cm, MML-6 = 12.2 cm, MML-8 = 13.4 cm ; entrando en el caso de la MML-2 y MML-4 dentro de los parámetros mínimos para una consistencia plástica trabajable que según recomienda la norma es de 3-4" equivalente a 7.62-10.16 cm , en el caso de la MML-6 y MML-8 entra dentro de los parámetros cercanos a una mezcla Fluida muy trabajable de 5" o a más, los cuales no alteran el correcto trabajo de la mezcla según su diseño. Resaltamos también que para las otras propiedades físicas del concreto como la exudación, segregación y contracción se observaron parámetros normales durante el desarrollo de las muestras.

3.- Se concluye que la introducción de mucilago de linaza impacta la resistencia a la compresión del concreto. Los tres diseños de mezcla con la adición de este aditivo natural, MML-2, MML-4, MML-6, y MML-8, presentan un aumento en la resistencia a la compresión en comparación con la muestra patrón (MP), que registró 289.97 kg/cm<sup>2</sup>.

La máxima resistencia se alcanza a los 28 días después del curado, siendo MML-2= 317.19 kg/cm<sup>2</sup>, MML-4= 306.89 kg/cm<sup>2</sup> y MML-6= 306.83 kg/cm<sup>2</sup>. Aunque MML-8 muestra la resistencia más baja entre ellas, aún experimenta un aumento en su resistencia llegando al parámetro mínimo de diseño siendo 230.05 kg/cm<sup>2</sup>.

4.- Se observó mediante los estudios realizados durante las pruebas de resistencia a la compresión de los testigos de concreto una maduración rápida en cuanto a la resistencia a la compresión alcanzando en algunos casos (MML-4) la resistencia al 100%= 210kg/cm<sup>2</sup> al día 7 y las demás adiciones al día 14 exceptuando la MML-6 Y MML-8 lo que nos indica que al ser el mucilago de linaza compuesto por agua mayormente el aumento de este redujo considerablemente el fortalecimiento de la capacidad de resistencia a la compresión a mayor proporción del aditivo en relación a/c.

## **VI.2. Recomendaciones**

1.- En futuras investigaciones que involucren la adición de mucílago de linaza, se recomienda emplear proporciones de adición variables en relación con la relación agua/cemento (a/c). Esto se fundamenta en la observación de mejoras significativas en la resistencia a la compresión incluso con una adición del 6%. Sin embargo, se ha evidenciado que con una adición del 8%, si bien se logra cierta resistencia a la compresión, no cumple con las condiciones establecidas por el diseño según las pautas de ACI.

2.-

Es esencial ejercer extrema precaución con las cantidades de agua y las condiciones del agregado durante la fase de mezclado, ya que estas pueden ser influenciadas por fenómenos climáticos que aumentan la capacidad de absorción de agua del material

pétreo. En consecuencia, se debe reconsiderar la cantidad de agua y no adherirse rigurosamente al diseño inicial. Un exceso de agua podría provocar un retraso en el proceso de fraguado o, alternativamente, disminuir la resistencia a la compresión del concreto diseñado.

3.- Se sugiere tomar en consideración el tiempo de mezclado y la uniformidad el mismo, para así evitar posibles endurecimientos tempranos y alterar la característica de trabajabilidad para la realización de las probetas de estudio.

4.- Se aconseja emplear materiales pétreos solamente de la cantera de estudio, ya que una alteración del tipo y procedencia del mismo alteraría de manera drástica el objeto del estudio.

## VII. Referencias

### 7.1 Fuentes bibliográficas

- Amaya Alarco, S. (2019). *Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras*. Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia.
- American Concrete Institute, A. (s.f.). *ACI 308*. Estados Unidos.
- Arias, F. G. (2006). El proyecto de investigación. En F. G. Arias, *El proyecto de investigación*.
- Bañez Vega, C. M., & Veramendi Gómez, E. G. (2021). *Influencia en el ensayo a compresión del concreto  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$  adicionando mucílago de panca de hana y superplastificante Sika*. Huaraz-Ancash 2021 . Lima.
- [LINAZA(Limon usitatissimum L.) Y EVALUACIÓN DE SUS PROPIEDADES REOLÓGICAS*. Tingo María.
- Beraún Coronel, E. G. (2017). *Resistencia a la compresión de un concreto de  $F^{\prime}C = 280 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5%*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Bulnes Gambini, C. M. (2018). *Resistencia a la compresión de un mortero cemento - arena adicionando 10% y 20% de mucílago de nopal*. Chimbote: Universidad San Pedro.
- Cabrera Paredes, J. N., & Paredes Rivera, Y. P. (2021). *Mejoramiento de la permeabilidad de un concreto incorporando diferentes materiales. Revisión sistemática*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Cacha Villanueva, E. T. (2019). *Resistencia a la Compresión de un Concreto  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  Sustituyendo el Cemento en 2.5%, 5% y 7.5% con Ceniza de Caña de Maíz - Huaraz*. Huaraz: Universidad San Pedro.
- colaboradores de Wikipedia. (2022 de marzo de 31). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Recuperado el 28 de abril de 2022, de <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Cemento&oldid=142618586>
- colaboradores de Wikipedia. (31 de marzo de 2022). (Wikipedia, La enciclopedia libre.) Recuperado el 28 de abril de 2022, de <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Cemento&oldid=142618586>
- Conacyt, A. I. (23 de Abril de 2018). *Mucílago de nopal mejora propiedades del concreto*. Recuperado el

- 18 de Marzo de 2022, de CIENCIA • NEWSFEED: <https://unamglobal.unam.mx/mucilago-de-nopal-mejora-propiedades-del-concreto/>
- CONCRETEV. (12 de Setiembre de 2023). *www.concretev.com*. Obtenido de <http://www.concretev.com/aditivos-y-adicionantes.html>
- Cubas Gálvez, J. L. (2019). *Mejoramiento del Concreto  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y mortero 1:5 adicionando aditivos Chemu, distrito de Victor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad*. Lima: Universidad César Vallejo.
- David Osorio, J. (2020). *360 Concreto*. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/calidad-y-aspectos-tecnicos/diseño-de-mezclas-de-concreto>
- Delgado Zafra, N. M. (2019). *Análisis comparativo del concreto premezclado y concreto convencional utilizado en la autoconstrucción de viviendas, para una resistencia de 210 Kg/cm<sup>2</sup> - Trujillo 2019*. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- Fajardo, L. (2015). Los países con las mejores y las peores carreteras en A. Latina. *BBC News mundo*.
- González Hernández, I. J. (2002). Diseño de experimentos y su aplicación en la industria. *Universidad Nacional del Estado de Hidalgo, 3-7*.
- Hernández , S., Fernández , C., & Baptista, L. (2010 ). *Metodología de la Investigación*.
- Hernandez, E. F. (2018). USO DE ADITIVOS NATURALES EN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN -. *IB(6)*. Obtenido de [www.revistas.uni.edu.ni/index.php?ja](http://www.revistas.uni.edu.ni/index.php?ja)
- Huerta Maza, M. A. (2020). *USO DEL EXTRACTO DEL MUCILAGO DEL CACTUS COMO ADITIVO Y SU INFLUENCIA EN LA CONSISTENCIA Y EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO*. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Hueto Espinoza, W. M. (2019). *Comparación de la resistencia a compresión de un concreto  $f_c$  450 kg/cm<sup>2</sup> adicionando el 0% y 0% de mucilago de tuna y superplastificante sika n/90 al cemento*. Universidad San Pedro: Chimbote.
- Inga Jules, T. G. (2019). *Influencia de la adición de mucilago de nopal (Opuntia ficus-indica) en las propiedades mecánicas del concreto permeable*. Lima: Universidad Peruana la Union.
- Kerlinger. (1976). Metodología de la investigación. En Kerlinger, *Metodología de la Investigación*
- Kerlinger, F. N., & Howard, B. L. (2002). *Investigación del comportamiento*.



- López Cartanza, A. R., & Cacha Villanueva, E. T. (2019). *Resistencia a la Compresión de un Concreto  $f_c=280\text{kg/cm}^2$  Sustituyendo el Cemento en 2.5%, 5% y 7.5% con Ceniza de Caña de Mar* – Huaraz. Huaraz: Universidad San Pedro.
- López, F. L. (2004). POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO. (1815-0276).
- Niño Failoc, B. I. (2019). *Análisis comparativo de las propiedades del ladrillo artesanal de concreto y el ladrillo adicionando vidrio reciclado – Distrito de Nuevo Chimbote – Ancash - 2019*. Chimbote: Universidad César Vallejo.
- Naupas, H., Mejía, E., & Eliana, N. (2013). Metodología de la investigación científica y elaboración de tesis. Lima.
- Olazabal Bairo, K., & Guevara Vera, D. M. (2019). *Análisis comparativo de las propiedades físico – mecánicas del adobe estabilizado con cemento y mortelago de gijón fabricado según la norma E-0.80, comparado con el adobe tradicional del distrito de San Jerónimo de la región de Cusco*. Universidad Andina del Cusco: Cusco.
- Olaya Perez, R. A., & Ponce Mendoza, G. V. (2019). *Influencia del uso del mortelago de cactus *echinopsis pachanoi* como aditivo natural para evaluar la resistencia a compresión, consistencia y permeabilidad del concreto en la ciudad de Trujillo*. Trujillo.
- Pardinas. (2006). En *Metodología y técnicas de investigación en Ciencias Sociales*.
- Quea Ampa, A. (2021). *Influencia del mortelago de linaza en las propiedades físico mecánicas de la subramante en la A.P.V Vallejo San Jerónimo, Cusco - 2021*. Cusco: Universidad César Vallejo.
- QuestionPro. (s.f.). *QuestionPro*. Recuperado el 13 de 05 de 2022, de <https://www.questionpro.com/blog/estipos-de-muestreo-para-investigaciones-sociales/#:~:text=4,-,Muestreo%20por%20cuentas,poblaci%C3%B3n%20que%20est%C3%A1%20siendo%20estudiada>.
- Ramos Vásquez, J. C. (2017). *Influencia en las Propiedades Mecánicas de un Concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con la Adición de Mortelago de Tuna, Chimbote, Ancash – 2017*. Chimbote: Universidad Cesar Vallejo.

- Rodgers, L. (2018). La enorme fuente de emisiones de CO<sub>2</sub> que está por todas partes y que quizás no conocías. *BBC News*.
- Sabino, C. (1992). *EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN*. Caracas: Ed. Panamericana, Bogotá, y Ed. Lumen, Buenos Aires .
- Sampieri Hernández, R. (2014). Metodología de la Investigación. En R. Sampieri Hernández, *Metodología de la Investigación* (págs. 4-8). Mexico: Mc Graw Hill Education.
- SENCICO, S. n. (2019). Norma tecnica E.060 concreto armado. En *Norma tecnica E.060 concreto armado*. lima: MVCS.
- Sudario Salazar, R. G. (2018). *Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto f'c= 280kg/cm<sup>2</sup> elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Supermix, C. (s.f.). *Supermix*. Recuperado el 29 de 04 de 2022, de <https://www.supermix.com.pe/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto>
- TAMAYO, M. T. (2009). *trabajodegradoucm*. Obtenido de [https://trabajodegradoucm.weebly.com/uploads/1/9/0/9/19098589/tipos\\_de\\_investigacion.pdf](https://trabajodegradoucm.weebly.com/uploads/1/9/0/9/19098589/tipos_de_investigacion.pdf)
- Umiri Flores, D. (09 de Agosto de 2019). *Blog de la Construcción*. Recuperado el 28 de Abril de 2022, de <https://www.yura.com.pe/blog/los-aditivos-para-el-concreto/>
- Uruchurtu Chavarín, J., Díaz Blanco, Y., MenchacaCampos, C., & Rocabruno Valdés, C. I. (2019). *Influencia de un aditivo natural (mucilago de nopal) en las propiedades electroquímicas del acero de refuerzo del concreto*. Mexico: Revista ALCONPAT.
- Villa Uvidia, D. N., Osorio Rivera, M. Á., & Villacis Venegas, N. Y. (2020). *Extracción, propiedades y beneficios de los mucilagos*. Ecuador: Revista científica las ciencias.
- Vizconde Poémape, H. (2013). Diseño de mezclas. En H. Vizconde Poémape, *Diseño de mezclas metodo ACI*.

# ANEXOS

## Anexo 1: Matriz de consistencia

“INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL MUCILAGO DE LINAZA EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO UTILIZANDO CEMENTO PORTLAND TIPO I”						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Independiente			
¿Cómo influye de la adición de mucilago de linaza en las propiedades físico mecánicas del concreto utilizando Cemento Portland Tipo I??	Determinar la influencia de la adición de mucilago de linaza en las propiedades físico mecánicas del concreto utilizando Cemento Portland Tipo I.	Se asume que la adición del mucilago de linaza mejora porcentualmente las propiedades físicas de trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto utilizando cemento Portland Tipo I.	VARIABLE Independiente: Mucilago de linaza	Dosificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0%</li> <li>• 2%</li> <li>• 4%</li> <li>• 6%</li> <li>• 8%</li> </ul>	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Dependiente			
<p>1. ¿Cómo influye la dosificación óptima de concreto con la adición de mucilago de linaza en relación agua-cemento(a/c) para la determinación de la trabajabilidad?</p> <p>2. ¿Qué efectos produce en la resistencia a la compresión la adición de mucilago de linaza al concreto F'c=210 kg/cm2?</p>	<p>1. Diseñar la dosificación óptima de concreto para la adición de mucilago de Linaza en relación agua-cemento(a/c) para la determinación de la trabajabilidad.</p> <p>2. Determinar el efecto producido en la resistencia a compresión del concreto F'c=210 kg/cm2 con adición de mucilago de linaza</p>	<p>1. El efecto del mejoramiento de la adición del mucilago de linaza en el concreto con cemento Portland Tipo I en relación a la trabajabilidad para la proporción a/c de mezcla, es significativo.</p> <p>2. El efecto del mejoramiento de la adición del mucilago de linaza en el concreto con cemento Portland Tipo I para la resistencia a la compresión del concreto es significativo.</p>	VARIABLE DEPENDIENTE: propiedades físico mecánicas del concreto	Física	Asentamiento con cono de Abrams.	<p><b>1. Enfoque de la Investigación:</b> Cuantitativo</p> <p><b>2. Tipo de Investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>3. Diseño de Investigación</b> Experimental</p> <p><b>4. Nivel de Investigación</b> Correlacional</p>
				Mecánica	Resistencia alcanzada en el tiempo.	

Autor: Br. Montoya Ccente Edison



**Figura 23:** Probetas llenadas a ser desmoldadas a las 24 horas, para posterior curado en agua. Fuente: Autor



**Figura 24:** Llenado y elaboración de probetas de concreto. Fuente: Autor

## Anexo 2: Certificado de calibración de los equipos de laboratorio.


**PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.**  
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 227 - 2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" t	SERIES DE VERIFICACIÓN (t)				PROMEDIO "B" t	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
5	2,653	2,783	46,94	44,34	2,72	83,96	-2,60
10	5,409	5,362	45,91	46,38	5,39	85,68	0,47
15	8,474	8,266	43,51	44,89	8,37	79,21	1,39
20	11,278	10,989	43,61	45,06	11,13	79,64	1,44
25	14,140	14,292	43,44	42,83	14,22	75,86	-0,61
30	17,046	17,124	43,18	42,92	17,09	75,59	-0,26
40	22,775	22,823	43,06	42,94	22,80	75,45	-0,12

## NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

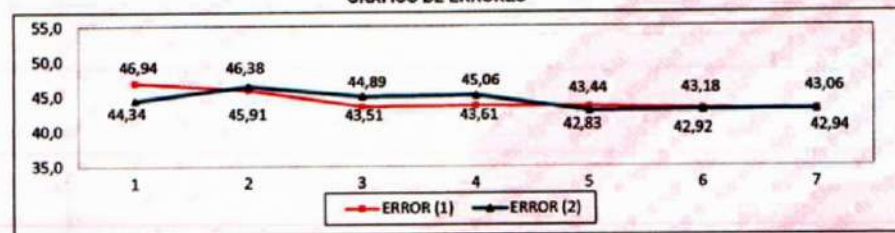
1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad

2.- Coeficiente Correlación :  $R^2 = 0,9998$ Ecuación de ajuste :  $y = 1,7319x + 0,4985$ Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (t)

GRÁFICO N° 1



GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO


 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## Anexo 3: Certificado ensayos de Humedad Natural a los Agregados.



## FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA - GEOLOGIA - MINERIA  
 - EDIFICACIONES - CARRETERAS - PUENTES - GEOTECNIA - IMPACTO AMBIENTAL  
 - OBRAS HIDRAULICAS - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - TRANSPORTES  
 - ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS - ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

### ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL

**PROYECTO:** "INFLUENCIA DE LA ADICION DEL MUCILAGO DE LINAZA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO UTILIZANDO CEMENTO PORTLAND TIPO 1"

**CANTERA:** ROCA GRANDE

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC

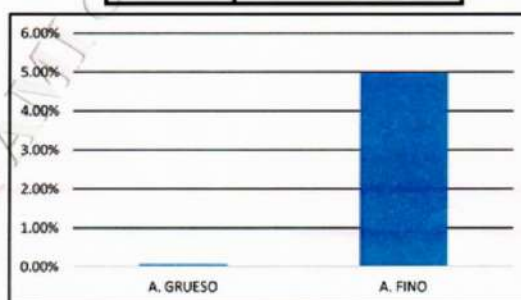
**SOLICITANTE:** BACH. EDISON MONTOYA CCENTE

**FECHA :** 30 DE JULIO DEL 2022

PORCENTAJE DE HUMEDAD			
MUESTRA :			
A. GRUESO			
	1	2	
	A	B	
1	Peso del tarro	12.61	12.95
2	Peso del T + suelo Humedo	110.15	116.82
3	Peso del t. + suelo seco	110.09	116.74
4	Peso del agua	0.06	0.08
5	Peso del suelo seco	97.48	103.79
6	Contenido de humedad	0.06%	0.08%
7	% W PROMEDIO	0.07%	

PORCENTAJE DE HUMEDAD			
MUESTRA :			
A. FINO			
	1	2	
	A	B	
1	Peso del tarro	12.56	12.79
2	Peso del T + suelo Humedo	84.87	86.18
3	Peso del t. + suelo seco	81.56	82.58
4	Peso del agua	3.31	3.6
5	Peso del suelo seco	69	69.79
6	Contenido de humedad	4.80%	5.16%
7	% W PROMEDIO	4.98%	

CANTERA	CONTENIDO DE HUMEDAD
A. GRUESO	0.07%
A. FINO	4.98%



Nota: muestra proporcionada por el interesado

**FAMI** CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP. N° 72317  
 GERENTE

## Anexo 4: Certificado ensayo de Gravedad Especifica, Absorción y Peso Unitario de los agregados.



**FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.**

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- GEOLOGIA
- MINERIA
- EDIFICACIONES
- CARRETERAS
- PUENTES
- GEOTECNIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- OBRAS HIDRAULICAS
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- TRANSPORTES
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

<b>ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA - ABSORCION Y PESO UNITARIO</b>	
<b>PROYECTO:</b>	"INFLUENCIA DE LA ADICION DEL MUCILAGO DE LINAZA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO UTILIZANDO CEMENTO PORTLAND TIPO 1"
<b>CANTERA:</b>	ROCA GRANDE
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC
<b>SOLICITANTE:</b>	BACH. EDISON MONTOYA CCENTE
<b>FECHA:</b>	30 DE JULIO DEL 2022

Objeto: determinar la gravedad especifica (bulk) y la gravedad especifica aparente, el porcentaje de absorcion del agregado asi como el peso unitario varillado			
<b>DATOS: AGREGADO ARENA</b>		<b>AGREGADO FINO RESULTADOS</b>	
Peso del material seco al horno a 105 °C	A 492.00	Gravedad especifica bulk (Base seca)	Gs= 2.60
Peso probeta + agua	B 1397.00	Gravedad especifica bulk (Base satur.)	Gs= 2.65
Peso material saturado superficialmente seco (SSS)	C 500.00	Gravedad especifica aparente	Gs= 2.720
Peso del material SSS (sumergido al agua)	D 1708.00	porcentaje de Absorción	%Abs 1.63%
Peso del material SSS +Probeta + Agua	E 1897.00	<b>DATOS: ENSAYO PESO UNIT. SUELTO</b>	
volumen del material	F 189.00	A. FINO    A. GRUESO	
volumen de la masa	G 181.00	Peso material seco al horno mas molde (gr)	9445    8726
P.E.bulk (Base seca)	A/F 2.60	Peso del molde (gr)	4358    4358
P.E.bulk (Base saturada)	C/F 2.65	Peso del material seco al horno (gr)	5087    4368
P.E. Aparente (Base seca)	A/G 2.72	Volúmen del molde	2850.0    2850.0
% de Absorción	(C-A)100/A 1.63%	Peso Unitario (kg/m3)	1785    1533
<b>DATOS</b>		<b>RESULTADOS AGREGADO GRUESO</b>	
Peso del material seco al horno a 105 °C	A 495	Gravedad especifica bulk (Base seca)	Gs= 2.54
Peso del material SSS (Sumergido enl Agua)	B 305	Gravedad especifica bulk (Base saturada)	Gs= 2.56
Peso del material saturado superficialmente seco (SSS)	C 500	Gravedad especifica aparente	Gs= 2.61
<b>PROCESO</b>		porcentaje de Absorción	%Abs 1.01%
Peso del material SSS+Probeta + agua	500.00	<b>OBSERVACIONES:</b>	
Volumen del material	195.00	Muestra proporcionada por el interesado	
Volumen de la masa	190.00		
% de Absorción	1.0%		
P.E.bulk (Base seca)	A/F 2.54		
P.E.bulk (Base saturada)	C/F 2.56		
P.E. Aparente (Base seca)	A/G 2.61		
% de Absorción	(C-A)100/A 1.0%		
<b>DATOS: ENSAYO PESO UNIT. VARILLADO</b>		<b>AGREG. FINO</b>	<b>AGREG. GRUESO</b>
Peso del material seco al horno mas molde (gr)		9997	9171
Peso del molde (gr)		4358	4358
Peso del material seco al horno (gr)		5639	4813
Volúmen del molde		2850.0	2850.0
Peso Unitario (kg/m3)		1979	1689
		<b>MEDIDAS MOLDE</b>	
		ALT = 17 Cm	
		DIAM= 15 Cm.	
		Volumen (cm3): 2850.0	

**FAMI** CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 D.P. N° 7737  
 GERENTE

**Anexo 5:** Certificado Características físicas y granulométricas de agregado fino para concreto.



**FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.**

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- EDIFICACIONES
- OBRAS HIDRAULICAS
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- CARRETERAS
- PUENTES
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- GEOLOGIA
- GEOTECNIA
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA
- MINERIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- TRANSPORTES

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
ARENA PARA CONCRETO**

**PROYECTO:** "INFLUENCIA DE LA ADICION DEL MUCILAGO DE LINAZA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO UTILIZANDO CEMENTO PORTLAND TIPO 1"

**CANTERA:** ROCA GRANDE

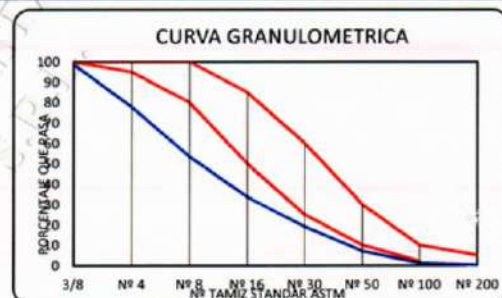
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC

**SOLICITANTE:** BACH. EDISON MONTOYA CCENTE

**FECHA :** 30 DE JULIO DEL 2022

GRANULOMETRIA					CARACTERISTICAS FISICAS		V. Usuales	Calculado
MALLA	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RETENIDO ACUMUL.	(%) PASA ACUMUL.	1) Modulo de fineza	(2.4-3.0)	3.99	
3/8	25	1	1	99	2) Peso especifico (gr./cm <sup>3</sup> )	(2.4 - 2.8)	2.72	
Nº 4	365	21	22	78	3) Peso unitario suelto (gr./cm <sup>3</sup> )	(1300 - 1800 )	1785	
Nº 8	427	24	46	54	4) Peso unitario compacto (gr./cm <sup>3</sup> )	(1400-1900)	1979	
Nº 16	351	20	66	34	5) (%) Humedad	(0.0 - 20)	4.98%	
Nº 30	254	14	81	19	6) (%) Absorción	(0.2 - 4.0)	1.63%	
Nº 50	211	12	93	7	<b>LIMITES PARA SUSTANCIAS PERJUDICIALES EN AGREG. FINO</b>		ASTM-C33	
Nº 100	105	6	99	1	1) Lentes de arcillas y partículas desmenuzadas		Máximo	
Nº 200	16	1	100	0.2	2) Material menor a la malla 200 (a)		Calculado	
<Nº 200	3	0	100	0	<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>TOTAL</b>	<b>1757</b>	<b>100</b>			(a) 3% para concreto sujeto a la abrasion y 5% para los demas			
					<b>CLASIFICACION: AG-3</b>			

100	100	3/8	99
95	100	Nº 4	78
80	100	Nº 8	54
50	85	Nº 16	34
25	60	Nº 30	19
10	30	Nº 50	7
2	10	Nº 100	1
0	5	Nº 200	0
0	5	<Nº 200	0




Nota: muestra proporcionada por el interesado

**FAMI** CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP Nº 72347  
 GERENTE



Anexo 6: Certificado Características físicas y granulométricas de agregado grueso para concreto.



## FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA      - GEOLOGIA      - MINERIA  
 - EDIFICACIONES      - CARRETERAS      - PUENTES      - GEOTECNIA      - IMPACTO AMBIENTAL  
 - OBRAS HIDRAULICAS      - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS      - TRANSPORTES  
 - ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS      - ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

---

**CARACTERISTICAS FISICAS Y GRANULOMETRICAS DE AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO**

**PROYECTO:** "INFLUENCIA DE LA ADICION DEL MUCILAGO DE LINAZA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO UTILIZANDO CEMENTO PORTLAND TIPO 1"

**CANTERA:** ROCA GRANDE

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC

**SOLICITANTE:** BACH. EDISON MONTOYA CCENTE


**FECHA :** 30 DE JULIO DEL 2022

GRANULOMETRIA PIEDRA CHANCADA TAMAÑO MAXIMO 3/4"					CARACTERISTICAS FISICAS		V. Usuales	Calculado
MALLA	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RETENIDO ACUMUL.	(%) PASA ACUMUL.				
2"	0	0	0	100	1) Modulo de fineza	(5.5-8.5)	6.06	
1 1/2"	0	0	0	100	2) Peso especifico (gr./cm <sup>3</sup> .)	(2.4 - 2.8)	2.61	
1"	0	0	0	100	3) Peso unitario suelto (gr./cm <sup>3</sup> .)	(1300 - 1800 )	1533	
3/4"	346	14	14	86	4) Peso unitario compacto (gr./cm <sup>3</sup> .)	(1400-1900)	1689	
1/2"	1094	46	60	40	5) (%) Humedad	(0.0 - 20)	0.1%	
3/8"	804	34	94	6.2	6) (%) Absorción	(0.2 - 4.0)	1.0%	
Nº 4	146	6	100	0.1	<b>LIMITES PARA SUSTANCIAS</b>		ASTM-C33	
Nº 8	1	0	100	0.1	PERJUDICIALES EN AGREG. FINO		Máximo	
Nº 16	2	0	100	0	Abrasión maquina de los angeles		28.0%	
<b>TOTAL</b>	<b>2393</b>	<b>100</b>			<b>OBSERVACIONES:</b>			
					Material grueso con mayor porcentaje retenido en la malla:		1/2"	
					HUSO Nº 6			


PARAMETROS	MALLA	RESULTADOS
100	100	3/4"      100
90	100	1/2"      86
20	55	3/8"      40
0	15	Nº 4      6
0	5	Nº 8      0



CURVA GRANULOMETRICA

Nota: muestra proporcionada por el interesado




**FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.**  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 GERENTE

---

Oficina y Laboratorio: Jr. Guillermo Cáceres Tresierra Nº 480 Andahuaylas – Apurimac RUC 20605103881 Cel 983653344 / 983619242  
 e mail: famicontratistas@gmail.com

## Anexo 7: Certificado Diseño de Mezcla.

<b>FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA</li> <li>- EDIFICACIONES</li> <li>- OBRAS HIDRAULICAS</li> <li>- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- CARRETERAS</li> <li>- PUENTES</li> <li>- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GEOLOGIA</li> <li>- GEOTECNIA</li> <li>- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</li> <li>- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MINERIA</li> <li>- IMPACTO AMBIENTAL</li> <li>- TRANSPORTES</li> </ul>


  

<b>DISEÑO DE MEZCLA</b>	
<b>F'C = 210</b>	
<b>PROYECTO:</b>	"INFLUENCIA DE LA ADICION DEL MUCILAGO DE LINAZA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO UTILIZANDO CEMENTO PORTLAND TIPO 1"
<b>CANTERA:</b>	ROCA GRANDE
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC
<b>SOLICITANTE:</b>	BACH. EDISON MONTOYA CCENTE
<b>FECHA :</b>	30 DE JULIO DEL 2022

<b>CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS PARA EL DISEÑO</b>	
<b>DATOS DEL CEMENTO</b>	
CEMENTO PORTLAND	TIPO = 1
PESO ESPECIFICO	3150 Kg/m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO	1500 Kg/m <sup>3</sup>
<b>DATOS DEL AGREGADO FINO CANTERA</b>	
PESO ESPECIFICO	2720 Kg/m <sup>3</sup>
MODULO DE FINEZA	3.99
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.98 %
ABSORCION	1.63 %
PESO UNITARIO	1979 Kg/m <sup>3</sup>
<b>DATOS DEL AGREGADO GRUESO CANTERA</b>	
PESO ESPECIFICO	2610 Kg/m <sup>3</sup>
MODULO DE FINEZA	6.06
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.07 %
ABSORCION	1.01 %
PESO UNITARIO	1689 Kg/m <sup>3</sup>
<b>DATOS PARA EL DISEÑO</b>	
RESISTENCIA A LA COMPRESION	210 Kg/Cm <sup>2</sup>
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO	3/4"
TIPO DE CONTROL EN OBRA	


**FAMI** CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP. N° 7737  
 GERENTE


---

Oficina y Laboratorio: Jr. Guillermo Cáceres Tresierra N° 480 Andahuaylas – Apurimac RUC. 20605103881 Cel. 983663344 / 983619242  
 e mail: famicontratistas@gmail.com

## Anexo 8: muestras de agregado en laboratorio.

## ENSAYOS PARA DISEÑO DE MEZCLAS

PROYECTO	± Injeneria de la adición del mezclado de ligero en la resistencia a compresión del concreto utilizando Cemento Portland Tipo F					
CANTERA:						
UBICACIÓN:						
SOLICITANTE:	Edison Montoya Costa					
FECHA:	30/06/23					
CONTENIDO DE HUMEDAD	A. FINO			A. GRUESO		
	V	II	III	III	IV	VII
Peso del tarro	12.56	12.79	12.58	12.61	12.95	12.88
Peso del T + suelo Humedo	84.67	86.18	72.10	110.15	116.82	136.96
Peso del t. + suelo seco	81.56	82.58	69.24	110.09	116.74	136.87

## ANALISIS GRANULOMETRICO

## ARENA (gr)

peso del envase	284
Peso muestra seca antes del lavado	2158
peso muestra seca despues del lavado	2044

## ARENA

MALLA	PESO RETENIDO (gr)
3/8	25
Nº 4	365
Nº 8	427
Nº 16	351
Nº 30	254
Nº 50	211
Nº 100	105
Nº 200	16
<Nº 200	3
TOTAL	

## PIEDRA CHANCADA

MALLA	PESO RETENIDO (gr)
2"	-
1 1/2"	-
1"	-
3/4"	346
1/2"	1094
3/8"	804
Nº 4	146
Nº 8	1
Nº 16	2
TOTAL	

## PIEDRA CHANCADA (gr)

peso del envase	584
Peso muestra seca antes del lavado	2991
peso muestra seca despues del lavado	2982

## PESO ESPECIFICO

	ARENA	P. CHANCADA
Peso del material seco al horno a 105 °C	492	495
Peso probeta + agua	1397	0
Peso material saturado superficialmente seco (SSS)	800	500
Peso del material SSS (sumergido al agua)	1709	305

## ENSAYO PESO UNIT. SUELTO

	ARENA			PIEDRA CHANCADA		
	1	2	3	1	2	3
Peso material seco al horno mas molde (gr)	9387	9448	9463	8677	8720	8783
Peso del molde (gr)	4357					
Volúmen del molde	2885.18					

## ENSAYO PESO UNIT. VARILLADO

	ARENA			PIEDRA CHANCADA		
	1	2	3	1	2	3
Peso material seco al horno mas molde (gr)	10012	9997	1029	9135	9171	9153
Peso del molde (gr)	4357					
Volúmen del molde						

## ABRASION

TIPO	
peso del envase	
Peso muestra seca + envase	
Peso m. seca despues del ensayo + envase	

OBSERVACIONES .....