

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



**T E S I S**

**Mejora de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y  
microfibras, Pasco 2023**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Civil**

**Autores:**

**Bach. Wilmer Yoel CHACA VILCA**

**Bach. Jhoner Freddy DURAND VILLANUEVA**

**Asesor:**

**Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL**

**Cerro de Pasco - Perú – 2023**

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



**T E S I S**

**Mejora de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y  
microfibras, Pasco 2023**

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

---

**Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Anderson MARCELO MANRIQUE**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Pedro YARASCA CORDOVA**  
**MIEMBRO**



**Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Unidad de Investigación**

---

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 133-2023-UNDAC/UIFI**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por:

**Bach. Wilmer Yoel CHACA VILCA**  
**Bach. Jhoner Freddy DURAND VILLANUEVA**

Escuela de Formación Profesional:

**Ingeniería Civil**

Tipo de trabajo:

**T e s i s**

**Título del trabajo**

**Mejora de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023**

Asesor:

**Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL**

Índice de Similitud: **29 %**

Calificativo

**APROBADO**

Se adjunta al presente el informe y el reporte de evaluación del software similitud.

Cerro de Pasco, 28 de setiembre del 2023.

UNDA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

*Luis Villar Requis Carbajal*  
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

## **DEDICATORIAS**

A mi madre que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos difíciles.

A mi padre que desde el cielo me ilumina para seguir adelante con mis proyectos.

También dedico a mi hija Marjhod quién ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios y poder llegar a ser un ejemplo para ella.

**Jhoner Freddy DURAND VILLANUEVA**

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial de mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

A mi madre por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida.

A mi padre quien ha velado por mí durante este arduo camino para convertirme en un hombre de bien y que con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional.

A mis hermanos que siempre han estado junto a mí aconsejándome y brindándome su apoyo.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

A mis amigos, que gracias al equipo que formamos logramos llegar hasta el final del camino y que, hasta el momento seguimos siendo amigos.

A mis profesores, gracias por su tiempo y por su apoyo, así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

**Wilmer Yoel CHACA VILCA**

## **AGRADECIMIENTOS**

Principal agradecimiento a Dios quién me ha guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante, además su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.

Y a todas las personas que de una y otra forma me apoyaron en la realización de este trabajo.

**Jhoner Freddy DURAND VILLANUEVA**

En primer lugar, doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mis padres, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

A mis hermanos, que con sus consejos me han ayudado a afrontar los retos que se me presentan a lo largo de mi vida.

A mi familia en general, por su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera universitaria, por compartir momentos de alegría, tristeza y demostrarme que siempre podré contar con ellos.

Finalmente, a los docentes que compartieron sus conocimientos y sus valiosas aportaciones hicieron posible este proyecto y por la gran calidad humana que me han demostrado con su amistad.

**Wilmer Yoel CHACA VILCA**

## RESUMEN

La principal característica del concreto ligero para uso estructural es que su peso es menor al peso de los concretos convencionales, ya que hoy en día se requiere alivianar las cargas en las edificaciones. Sin embargo, presenta una gran dificultad en la elaboración de dicho concreto, debido a que todavía en Perú no existe una normativa ni dosificación válida.

Este estudio es de diseño experimental, con un método científico y de tipo aplicada y datos de tipo cuantitativo, no obstante, se realizó un estudio de las propiedades mecánicas adicionando el yeso y las microfibras en diferentes dosificaciones arrojándonos resultados considerables de la resistencia a compresión muy cerca al deseado y la reducción del peso unitario del concreto.

Se realizó la elaboración de probetas de concreto ligero para el patrón general y 5 patrones con dosificaciones diferentes en moldes cilíndricos obteniendo propiedades del concreto ligero, donde se midió cada tanda de diseño el asentamiento de la mezcla para saber si la cantidad de agua que se utilizo es la óptima. También se medirá la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días donde el más óptimo fue la dosificación de: 30% de yeso con respecto al agregado fino y 12 kg/m<sup>3</sup> microfibras con respecto al peso unitario del concreto.

Transcurridos los 7, 14 y 28 días, las probetas elaboradas con diferentes dosificaciones de yeso y microfibras son sometidos a ensayos de resistencia a la compresión, tracción indirecta y flexión, como lo establece la NTP 399.600, NTP 399.602 y NTP 399.604, para diseños tradicionales de uso estructural y no estructural, obteniéndose una resistencia a la compresión favorable de (210 kg/cm<sup>2</sup>).

**Palabras clave:** Mejora de la resistencia del concreto ligero, yeso, microfibras.

## ABSTRACT

The main characteristic of lightweight concrete for structural use is that its weight is less than that of conventional concrete, since nowadays it is required to lighten the loads in buildings. However, it presents a great difficulty in the elaboration of such concrete, because there is still no valid regulation or dosage in Peru.

This study is of experimental design, with an applied scientific method and quantitative data, however, a study of the mechanical properties was carried out by adding gypsum and microfibers in different dosages, yielding considerable results in the compressive strength very close to the desired and the reduction of the unit weight of the concrete.

Lightweight concrete specimens were made for the general pattern and 5 patterns with different dosages in cylindrical molds obtaining properties of lightweight concrete, where the slump of the mixture was measured each design batch to know if the amount of water used is optimal. The compressive strength at 7, 14 and 28 days was also measured, where the most optimal was the dosage of 30% gypsum with respect to the aggregate: 30% gypsum with respect to the fine aggregate and 12 kg/m<sup>3</sup> microfibers with respect to the unit weight of the concrete.

After 7, 14 and 28 days, the specimens elaborated with different dosages of gypsum and microfibers are tested for compressive strength, indirect tensile and flexural strength, as established by NTP 399.600, NTP 399.602 and NTP 399.604, for traditional designs for structural and non-structural use, obtaining a favorable compressive strength of (210 kg/cm<sup>2</sup>).

**Keywords:** Strength improvement of lightweight concrete, gypsum, microfibers.

## INTRODUCCIÓN

Según investigaciones elaboradas en el Perú y en todo el mundo el concreto es un material de construcción de mayor uso en la construcción. El cual está compuesto de cuatro materiales (cemento, arena, agua, y piedra chancada) de acuerdo al diseño de mezcla y las incorporaciones del yeso y microfibras podemos obtener distintas propiedades mecánicas y físicas del concreto.

El concreto ligero de alta resistencia será un avance más para la construcción ya que se remplazará el agregado fino por el yeso provocando la disminución del peso lo cual aligerará el peso en proporciones considerables logrando que nuestras construcciones sean de menor peso (más ligeras). En la actualidad los países desarrollados están generando edificaciones, viviendas y el mayor tipo de construcción con un porcentaje de disminuir la mayor cantidad de recursos disponibles para llegar a lo óptimo, que nos dé una gran cantidad de beneficios y opciones de disminución de los costos de avance. Así mismo se adicionará las microfibras con respecto al peso unitario para poder dar más resistencia al concreto.

Todo este estudio es con la finalidad de lograr que un concreto ligero nos dé una resistencia de  $210 \text{ kg/cm}^2$  y así poder disminuir el peso de las estructuras y dar un beneficio notable a todas las edificaciones, brindando la mayor información del concreto ligero ya que en nuestro país no tenemos muchas referencias de este tipo de concreto, puesto que gracias a la investigaciones que se ha realizado el concreto ligero acarreará muchos beneficios para la construcción en elementos estructurales y no estructurales.

## INDICE

**Página.**

DEDICATORIAS	
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE	
INDICE DE TABLAS	
INDICE DE GRÁFICOS	

### CAPITULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación. ....	2
1.3.	Formulación del problema.....	3
1.3.1.	Problema general. ....	3
1.3.2.	Problemas específicos. ....	3
1.4.	Formulación de objetivos. ....	3
1.4.1.	Objetivo general. ....	3
1.4.2.	Objetivos específicos.....	3
1.5.	Justificación de la investigación.....	4
1.6.	Limitaciones de la investigación. ....	5

### CAPITULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio. ....	6
2.2.	Bases teóricas – científicas.....	11
2.3.	Definición de términos básicos ....	16
2.4.	Formulación de hipótesis.....	18
2.4.1.	Hipótesis general. ....	18
2.4.2.	Hipótesis específicas. ....	18
2.5.	Identificación de variables.....	18

2.5.1. Variables independientes.....	18
2.5.2. Variables dependientes.....	19
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	19

### CAPITULO III

#### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.....	20
3.2. Métodos de investigación.....	20
3.3. Diseño de investigación.....	21
3.4. Población y muestra.....	21
3.4.1. Población.....	21
3.4.2. Muestra.....	21
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5.1. Técnicas de recolección de datos.....	22
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos.....	22
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	22
3.7. Tratamiento estadístico.....	23
3.8. Orientación ética filosófica y epistémica.....	23

### CAPITULO IV

#### RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo.....	24
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	25
4.3. Prueba de Hipótesis.....	42
4.3.1. Prueba de Hipótesis general.....	42
4.3.2. Prueba de Hipótesis específicas.....	47
4.4. Discusión de resultados.....	48

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

Matriz de consistencia

PANEL FOTOGRAFICO

## INDICE DE TABLAS

	<b>Página.</b>
Tabla 1. Operacionalización de variables.....	19
Tabla 2. Análisis de Granulometría del agregado Grueso.....	25
Tabla 3. Análisis de Granulometría del agregado Fino.....	25
Tabla 4. Análisis de las propiedades físicas de los agregados. ....	26
Tabla 5. Resultados del diseño de mezcla método ACI 211 .....	27
Tabla 6. Dosificación de aditivos .....	27
Tabla 7. Resultados de las Dosificación de aditivos .....	28
Tabla 8. Resultados de las Dosificación ( - ) ( - ).....	28
Tabla 9. Resultados de las Dosificación ( + ) ( - ).....	29
Tabla 10. Resultados de las Dosificación ( - ) ( + ).....	29
Tabla 11. Resultados de las Dosificación ( + ) ( + ).....	29
Tabla 12. Resultados de las Dosificación promedio .....	30
Tabla 13. Peso Unitario del concreto - patrón general.....	30
Tabla 14. Peso Unitario del concreto – patrón ( - ) ( - ).....	30
Tabla 15. Peso Unitario del concreto - patrón ( + ) ( - ).....	30
Tabla 16. Peso Unitario del concreto - patrón ( - ) ( + ).....	31
Tabla 17. Peso Unitario del concreto - patrón ( + ) ( + ).....	31
Tabla 18. Peso Unitario del concreto - patrón promedio.....	31
Tabla 19. Resistencia a la compresión muestra patrón general.....	36
Tabla 20. Resistencia a la compresión muestra patrón ( - ) ( + ).....	37
Tabla 21. Resistencia a la Tracción indirecta muestra patrón general .....	38
Tabla 22. Resistencia a la Tracción indirecta muestra patrón ( - ) ( + ).....	39
Tabla 23. Resistencia a la Flexión muestra patrón general .....	41
Tabla 24. Resistencia a la Flexión muestra patrón promedio.....	41
Tabla 25. Prueba de normalidad de las propiedades mecánicas del concreto .....	42
Tabla 26. ANOVA de un factor – Tukey (resistencia a la compresión) .....	43
Tabla 27. Descriptivos (resistencia a la compresión).....	44
Tabla 28. ANOVA de un factor – Tukey (resistencia a la tracción indirecta) .....	44
Tabla 29. Descriptivos (resistencia a la tracción indirecta).....	45

Tabla 30. ANOVA de un factor – Tukey (resistencia a la flexión).....	45
Tabla 31. Descriptivos (resistencia a la flexión) .....	46

## INDICE DE GRÁFICOS

	<b>Página.</b>
Gráfico 1. Comparación peso unitario muestra PG & (-)(-)	32
Gráfico 2. Comparación peso unitario muestra PG & (+)(-)	33
Gráfico 3. Comparación peso unitario muestra PG & (-)(+)	33
Gráfico 4. Comparación peso unitario muestra PG & (+)(+)	34
Gráfico 5. Comparación peso unitario muestra PG & Prom.	35
Gráfico 6. Porcentaje de muestra patrón general.	36
Gráfico 7. Porcentaje de muestra patrón ( - ) ( + ).	37
Gráfico 8. Porcentaje de muestra patrón general.	39
Gráfico 9. Porcentaje de muestra patrón ( - ) ( + ).	40

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

En Pasco, se enfrenta un desafío crucial relacionado con la resistencia del concreto ligero, un material ampliamente utilizado en construcción. Aunque el concreto ligero ofrece ventajas en términos de peso, su resistencia mecánica es limitada, afectando la durabilidad y seguridad de las estructuras. Este estudio propone mejorar dicha resistencia mediante la incorporación controlada de yeso y microfibras.

El objetivo principal es desarrollar una mezcla de concreto ligero que conserve su ligereza pero exhiba una mayor resistencia. Se busca específicamente evaluar el impacto del yeso y las microfibras en las propiedades mecánicas del concreto.

El concreto ligero, a pesar de sus ventajas en términos de peso y manejo, presenta limitaciones en su resistencia mecánica, especialmente en entornos sometidos a cargas intensas o variaciones climáticas extremas. Este problema afecta la durabilidad y la seguridad de las estructuras construidas con este material en Pasco.

Se anticipa obtener una mezcla mejorada de concreto ligero con propiedades mecánicas superiores. Estos resultados podrían aplicarse en proyectos de construcción locales, mejorando la seguridad y durabilidad de las estructuras en Pasco.

## **1.2. Delimitación de la investigación.**

El propósito de este estudio fue utilizar yeso y microfibras como agregados, y se proponen soluciones en términos de lograr aislamiento térmico, aumentar el costo del cemento y aumentar la resistencia del concreto estructural en la ciudad de Pasco.

Para la investigación, todos los estudios se realizarán en la ciudad de Pasco. Por esta razón, todas las pruebas están sujetas a las condiciones más importantes que se presentan dentro de la edificación, entre ellas: construir bloques, preparar muros, revestir muros y preparar concreto.

El proyecto de investigación se realizará entre enero de 2023 y abril de 2023.

Con respecto a la delimitación conceptual:

- Resistencia a la compresión del concreto.
- Resistencia a la tracción del concreto.
- Resistencia a la flexión del concreto.

- Dosificación del concreto
- Diseño de mezcla mediante ACI-211.

### **1.3. Formulación del problema.**

#### **1.3.1. Problema general.**

¿Cómo mejora la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023?

#### **1.3.2. Problemas específicos.**

- ¿Cómo será las propiedades físicas del concreto en estado fresco en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023?
- ¿Cuál es la dosificación en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023?
- ¿Cuál será el peso unitario en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023?

### **1.4. Formulación de objetivos.**

#### **1.4.1. Objetivo general.**

Determinar el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023.

#### **1.4.2. Objetivos específicos.**

- Determinar las propiedades físicas del concreto en estado fresco en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023
- Determinar la dosificación en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023

- Determinar el peso unitario en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023

### **1.5. Justificación de la investigación.**

Esta investigación será realizada para encontrar la forma de aumentar las propiedades mecánicas del concreto ligero mediante un complemento de poliestireno expandido y fibras de acero 3D, lo que permitirá economizar el costo de los elementos estructurales en las edificaciones debido a su menor peso.

El uso de yeso y microfibras en la industria de la construcción es cada vez más importante ya que promete convertirse en un subproducto industrial que puede reemplazar parte del cemento reduciendo las emisiones de efecto invernadero de la producción de cemento y contribuyendo a la reducción del gas efectivo (CO<sub>2</sub>). Además de beneficios económicos y ambientales.

Este estudio está dentro del marco de la ingeniería civil en su contenido y los aspectos teóricos y prácticos cubiertos en este estudio son consistentes con los lineamientos en el campo de la ingeniería civil tales como cursos en materiales de construcción, tecnología de concreto y estructuras. Esta dentro del rango. Las estructuras de concreto son de gran importancia en la vida diaria de las personas, para el normal desarrollo de las actividades y otros requerimientos. Por esta razón, ahora existe la necesidad de estructuras más fuertes y estructuras de peso de volumen más ligero que utilicen tanto espacio como sea posible.

La determinación analítica de yeso y microfibras es un material liviano, térmico y resistente que beneficia a toda la población ya que humedece el hogar durante las lluvias.

Las normas y métodos como ACI se utilizan en el diseño de mezcla de concreto y análisis de energía distribuida para determinar la composición química del yeso y las microfibras.

Reducir la contaminación de la construcción y explorar nuevos elementos de sustentabilidad en la región de Pasco.

La encuesta se justifica ya que cubrió directamente a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión y otras universidades. Si se publica esta investigación, puede ser utilizada por la comunidad de la industria de la construcción. Actualmente existe una alta demanda para el crecimiento de estructuras en nuestra área, por lo que este estudio promueve estructuras sometidas a cargas con mayor elasticidad en deformación, como costo del concreto.

#### **1.6. Limitaciones de la investigación.**

La financiación provendrá de los fondos propios del estudiante Tesista, tanto para las pruebas como para la compra de materiales, así como para el proceso de extracción del agregado recuperado.

Disponibilidad de tiempo y participación del contratista o ciudadano de la ciudad de Cerro de Pasco.

- No se incluyeron aditivos para evitar incluir otras variables de estudio ya que este estudio es específico para el comportamiento del yeso y las microfibras en el concreto.
- La mezcla de concreto con o sin yeso y microfibras debe tener las mismas propiedades que la mezcla de diseño ACI – 211 con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- Se recurrió a laboratorios para la prueba de resistencia de compresión de cilindros.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

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

- En la tesis “Incremento de las prestaciones físico – mecánicas de un concreto permeable ante soluciones estáticas dopando la matriz con PET y microfibras” de la Tesista María Guadalupe Gómez Valdovinos, expone lo siguiente: los resultados de las pruebas mecánicas (compresión y tensión) mostraron que las muestras exhibieron una mayor resistencia que la mezcla de control. Fue el mismo caso como resultado de la prueba no destructiva de la resistencia eléctrica. La adición de PET y microfibras tiene un efecto muy positivo en el comportamiento mecánico. Sin embargo, aquellos con PET muestran mejores resultados de compresión que aquellos con microfibra añadida. Es precisamente el comportamiento mecánico previo a la compresión del que se dice que mejora al incorporar estos aditivos, pero si la

adición de residuos mejora los resultados prometedores. (María Guadalupe, 2022).

- El Tesista Joan Sebastián Carrillo Bravo, en su tesis expone lo siguiente:  
La caracterización mineralógica realizada mediante técnicas de difracción de rayos – X de muestras policristalinas puede revelar la composición mineral de cada material formado, incluido el yeso residual, por lo que el recién formado fue una herramienta fundamental para evaluar el comportamiento del material. Las propiedades de los bloques de concreto con exceso de sulfato de calcio se vieron alteradas, afectando su resistencia y capacidad portante, limitando la aplicabilidad de nuevos materiales. Esto se debe a que este exceso impidió que los componentes de la mezcla se unieron a las moléculas de yeso. Por otro lado, la resistencia lograda se puede convertir en un material cementoso secundario de baja resistividad (MCSR) dentro de los límites especificados ( $>8.3$  MPa) y el residuo utilizado como material de relleno especialmente para reforzar. Cabe señalar que el yeso residual tenía la misma composición química que el yeso natural, pero las proporciones indispensables para identificar defectos estructurales en el material resultante y proponer soluciones a los mismos tenían composiciones diferentes. El resultado de este proyecto será una importante alternativa que contribuya al aprovechamiento de los residuos sólidos universitarios en beneficio de la comunidad local. (Bravo, 2021).
- En la tesis presentado por Angie Julieth Calderón Muñoz y Cristian Palacios Carrillo, exponen lo siguiente: Los agregados utilizados para producir las diversas mezclas de concreto cumplen con los estándares establecidos para

la selección de materiales granulares (Norma técnica colombiana e instituto nacional de vías). Las propiedades del residuo de yeso son sobresalientes, siendo la tasa de absorción un 1,65% superior a la del árido grueso convencional, lo que afecta a la cantidad de agua necesaria para el amasado del concreto. Asimismo, constituye un mayor porcentaje de desgaste en la máquina de los ángeles, esto les permite comportarse de manera similar al agregado grueso convencional, aunque son más grandes en tamaño nominal, en condiciones de movimiento y fricción continua de las partículas y granimetría de las partículas. Se diseñaron mezclas convencionales y mezclas con yeso estéril utilizando el método ACI 211. La cantidad aproximada fue 1:1:3, estas mezclas consistían en fluidez, consistencia razonable, manejabilidad y plasticidad. La reducción de la proporción de yeso estéril utilizado en el diseño de la formulación de una relación inversa con respecto a la resistencia a la compresión, a medida que los niveles de yeso disminuyen en la mezcla, se incrementa la resistencia a la compresión. Una mezcla que contiene 50% de yeso estéril como agregado grueso se puede usar como concreto para propósitos no estructurales con una resistencia a la compresión de 2538.27 PSI para usar en losas, plataformas, etc. Los valores obtenidos para cada módulo de ruptura de las mezclas de concreto están en el rango de 10% a 20% de la resistencia a compresión según norma. (Calderón & Palacios, 2018).

- En la tesis de los tesisistas Aguirre Cabrera, Alfred Edison y Saavedra Toribio, Karol Katherine, exponen lo siguiente: Evaluación del impacto de las microfibras de polipropileno en la resistencia a la compresión del hormigón a altas temperaturas  $f'_c=350 \text{ kg/cm}^2$  Trujillo – 2022; se concluyó que el

impacto de las microfibras de polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto a temperatura elevada  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> tuvo un impacto positivo de 12.97 kg/cm<sup>2</sup> al reemplazar una proporción del 0.5% de cemento de microfibras de polipropileno para el concreto  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup>, un porcentaje del 1% de microfibras de polipropileno en sustitución del cemento se reduce en 22.81 kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados muestran que la sustitución del cemento al 0.5% por una fracción de microfibras de polipropileno de en  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> de concreto tuvo un impacto positivo de 7.05% y una fracción de microfibras de 12.39% concluyen que se incrementará. El polipropileno para reemplazar el cemento es del 1%. Laboratorio de análisis de investigación básica para determinación de hormigón 350 kg/cm<sup>2</sup>; se concluyó que el análisis de los estudios de laboratorio subyacentes era de gran importancia, debido a que estos ensayos proporcionaron datos sobre agregados grueso y finos, fue posible diseñar mezclas entre 350 kg/cm<sup>2</sup> para obtener concreto. Determinar el diseño de mezcla para concreto de 350 kg/cm<sup>2</sup> con adición de microfibras de polipropileno al 0,0%, 0,5% y 1% en lugar de cemento; en esta etapa se determinó la proporción de materiales que contenían 0.0%, 0.5% y 1% de microfibras de polipropileno para crear el décimo cemento de probeta de 0.10 cm, por lo que se adaptó el diseño de mezcla de nuestro estudio que se concluyó que es de gran importancia. Determinación de la resistencia a compresión de hormigón de 350 kg/cm<sup>2</sup> con adición de microfibras de polipropileno al 0,0%, 0,5% y 1% en lugar de cemento a temperatura ambiente y alta temperatura superior a 500°C; se puede observar que la resistencia a la compresión del concreto de 350 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a temperatura ambiente con la adición de microfibras de polipropileno en lugar

de 0.0%, 0.5% y 1.00%; cuando se agrega 0.5% de microfibra de polipropileno en lugar de cemento, cuando se agrega 1.0% de microfibra de polipropileno en lugar de cemento, la resistencia a la compresión disminuye en más del 40% cuando se expone a altas temperaturas superiores a 500°C.

- En la tesis “Refrentado de probetas, usando yesos de alta resistencia, para determinar el esfuerzo en compresión del concreto” presentado por Omar González Campos, expone lo siguiente: Se pueden usar aditivos reductores de yeso, agua y cemento tipo III para lograr mezclas que excedan la resistencia mínima especificada de 350 kg/cm<sup>2</sup> en 03 horas, más otras propiedades como tiempo de curado corto de 06 minutos y consistencia razonable para obtener capas delgadas de 03 mm o menos. Un factor importante es que el uso de mezclas a base de yeso Tipo III no presenta riesgos para la salud del personal ni del medio ambiente, y que los materiales utilizados, confirmando su ficha técnica no presentan riesgos para la salud, en condiciones normales de trabajo. Además, según mi experiencia no hay mayores inconvenientes en el manejo. El resultado del proceso de revestimiento cumple con lo establecido en la norma técnica ASTM C 39, también cumple con aproximadamente espesores de capa de revestimiento para espesores de revestimiento que se pueden obtener fácilmente antes de cortar si es necesario 3 mm o menos, muy por debajo del requisito máximo especificado como el grosor promedio de 6 mm. Otro parámetro a evaluar es la inclinación de la base de las muestras con respecto al eje, la inclinación de las muestras antes del enlucido osciló entre 0,7° y 1,3° dependiendo del grado de deformación después del enlucido por debajo del valor especificado la cual equivale a 0,5°. (Omar González, 2018).

## 2.2. Bases teóricas – científicas.

### *Concreto Ligero*

El concreto liviano, que tiene sus propias propiedades debido a la adición de un expansor a la mezcla, es más liviano que el concreto ordinario de cemento y grava, que se ha utilizado durante mucho tiempo como material de construcción. Sin embargo, esto es más una descripción cualitativa que una definición. De manera similar se ha propuesto definir los agregados livianos como el concreto en el que se basan, pero esto es cuestionable ya que se sabe ampliamente que los agregados livianos producen peso liviano, de todos modos, también existen concretos ligeros que no contienen áridos.

El concreto ligero es un concreto que tiene una densidad aparente más abajo que el hormigón normal fabricado con áridos convencionales. La reducida densidad de estos hormigones se debe a la presencia de vacíos entre los áridos, el mortero o las partículas de árido grueso. La presencia de tales vacíos reducirá la resistencia del hormigón, por lo que la resistencia no suele ser la condición principal del hormigón, se compensará en otros casos. En las estructuras del hormigón, es beneficioso reducir la densidad de la estructura porque el peso muerto de la estructura es una parte significativa de la carga total sobre la estructura. Por lo tanto, las cargas muertas se reducen, lo que resultan en tamaños más pequeños de cimientos y varios elementos estructurales que llegan al suelo, lo que resultan en cargas más bajas. Como regla general, el uso del concreto liviano o ligero depende de consideraciones económicas.

Para analizar el hormigón ligero o el hormigón celular se realiza un estudio previo de sus propiedades y características frente al hormigón convencional. Su característica más distintiva es su densidad, que es

considerablemente menor que el concreto ordinario, a menudo solo una fracción de eso.

Según (Ferdinan & Fernado, 2019), bajo el estándar ACI 213R (1987), el concreto liviano es concreto con una densidad menor a 1850 kg/cm<sup>3</sup> cuando se seca al aire. Sus ventajas y alcance son muy amplios, especialmente donde se desea conseguir un aislamiento térmico y aislamiento acústico secundario, o conseguir sus beneficios reduciendo su propio pesos sobre elementos estructurales resistentes, en particular: la posibilidad de usar cimentaciones de menor tamaño permite también el desarrollo de edificios de mayor altura y tecnologías prefabricadas, que tienen fuerzas sísmicas reducidas, presentar un mejor comportamiento térmico y reflejan menores deformaciones ante los cambios de temperatura.

Sus principales limitaciones incluyen la baja resistencia y el alto rebote hidráulico, por lo que es importante tener en cuenta estos aspectos al considerar su uso. La densidad aparente requerida del concreto liviano se logra incorporando aire al concreto. El aire se puede introducir a través de los áridos, utilizando hormigón ligero o directamente en la masa de hormigón.

### **Componentes del Concreto Ligero**

#### *Cemento*

Debe cumplir con los requisitos del concreto convencional sin ninguna restricción adicional sobre las especificaciones de guía actuales para uso general. Para el concretó ligero estructural, se recomienda un contenido mínimo de cemento de al menos 300 kg/cm<sup>3</sup> para evitar una acumulación excesiva de calor y consiguiente posibilidad de microfisuración, mientras que el límite superior generalmente es de 500 kg/cm<sup>3</sup> de concreto. Sin embargo, debido al bajo

coeficiente de expansión térmica de los agregados livianos y la buena correspondencia entre el módulo elástico del agregado y el de la matriz, estos hormigones suelen ser mucho menos susceptibles a esta patología. Los tipos de cemento más recomendados para estos hormigones son II, III y IV con una resistencia de 42,5 Mpa. Otro dato a tener en cuenta es la cantidad de cemento necesario para conseguir una determinada resistencia frente al hormigón normal.

#### *Agua*

La producción de hormigone ligero sigue tanto las recomendaciones de hormigón convencional como las actuales fichas técnicas de la EHE, tanto el agua de amasado como en el agua de curado. La cantidad de agua requerida en la mezcla depende de la absorbencia de los agregados, es decir, la porosidad del agregado, la densidad, el contenido de agua en el momento del uso, etc., así como las condiciones de la fabricación y transporte. Por lo tanto, es importante determinar el agua disponible agregada y el agua absorbida requerida.

#### *Arena y áridos*

La mayor diferencia con el hormigón convencional radica en los áridos utilizados para fabricar hormigón ligero. El agregado es el factor mas importante en la producción del concreto liviano. La densidad de estas agregaciones debe ser lo más baja posible, según los recursos utilizados y los requisitos de uso. Existe una gran variedad de áridos naturales e industriales de baja densidad. Hoy en día, estos hormigones con áridos se fabrican principalmente a partir de arcilla expandida, vidrio expandido y cenizas volantes sinterizadas. Estos agregados son los más utilizados debido a sus ventajas superiores.

### **Propiedades del Concreto Ligero**

Según (Ferdinan & Fernando, 2019), Las propiedades del hormigón con áridos ligeros dependen en gran medida de la cantidad y las propiedades del árido específico utilizado, así como de otros componentes del hormigón (contenido de cemento, agua añadida). Ciertos hormigones ligeros por si mismos no definen las propiedades del hormigón. Aunque la durabilidad del hormigón ligero no ha sido probada de forma fiable, se puede señalar que es más susceptible a ataques externos agresivos y fenómenos de corrosión en comparación con el hormigón convencional.

Aunque no existe un estudio sistemático sobre la retracción hidráulica, se puede señalar que su valor es aproximadamente el doble que el hormigón convencional.

### **Ventajas de los Concreto Ligeros**

- Baja densidad y conductividad térmica.
- Resistencias a la acción del hielo – deshielo y a la acción del fuego.
- Por su menor peso, tienen la ventaja de reducir las cargas muertas e inerciales provocadas por los sismos, el transporte de elementos estructurales, lo que supone el aprovechamiento económico de estos hormigones.
- Aceptable aislamiento acústico.

### ***Diseño de Mezcla***

Según (Ferdinan & Fernando, 2019), el diseño de mezclas de concreto es el proceso de aplicar conocimientos científicos y de ingeniería para integrar componentes y sus interacciones para lograr materiales que cumplan de manera eficiente los requisitos específicos del proceso de construcción de un proyecto.

### **Método ACI**

Este procedimiento explora nueve pasos para dispensar una mezcla de concreto estándar, incluido el acondicionamiento de humedad de los agregados y la modificación de la mezcla de prueba.

**Primer paso.** - En cuanto a la elección del pandeo, si no se especifica, el informe ACI incluye una tabla que recomienda diferentes valores de pandeo según el tipo de construcción requerida. Estos valores son válidos si se utiliza hormigón compactado vibratorio, en caso contrario se deberá aumentar los valores anteriores en dos centímetros y medio.

**Segundo paso.** – Determinar la resistencia promedio necesaria para el diseño; Basado en  $F'_C$ , desviación estándar, factor de variación. Este es un indicador estadístico que permite información cercana de la experiencia de construcción. Por lo tanto, se deben tener en cuenta los siguientes criterios.

**Tercer paso.** - El informe proporciona una tabla del contenido de humedad recomendado en función del asentamiento requerido y el tamaño máximo de agregado para concreto suelto y empapado.

**Cuarto paso.** - ACI proporciona tablas de relaciones agua/cemento basadas en la resistencia a la compresión de 28 días deseada, aunque la resistencia promedio seleccionada debe exceder la resistencia especificada por un margen suficiente para permanecer dentro del rango especificado. Comprobación de límites con valores bajos. La segunda tabla muestra las proporciones agua/cemento para exposición intensa.

**Quinto paso.** - El contenido de cemento se calcula a partir de la cantidad de agua determinada en el paso 3 y la relación agua-cemento obtenida en el paso 4; cuando los requisitos de durabilidad requieran o especifiquen un contenido mínimo de cemento, la mezcla debe basarse en los criterios que resulten en un mayor uso de cemento, lo que constituye el primer paso del método de cinco pasos.

**Sexto paso.** – En el sexto paso del procedimiento, ACI utiliza una tabla que especifica el volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto, valor que depende del tamaño nominal máximo de la grava y del módulo de finura de la arena. El volumen del material mineral está en metros cúbicos, con base en la barra seca de un metro cúbico de concreto, multiplicando el volumen por el peso del volumen de la barra seca, la masa seca del material mineral grueso requerida para un metro cúbico de concreto se vuelve a calcular.

**Séptimo paso.** - Hasta el paso anterior se calculaban todos los componentes del hormigón, excepto el árido fino, cuya cantidad se calculaba por diferencia. En el séptimo paso, se puede utilizar uno de dos métodos: por peso o por volumen absoluto.

**Octavo paso.** - El octavo paso consiste en ajustar la mezcla de acuerdo a la humedad del agregado, se debe reducir el agua añadida a la mezcla a la cantidad que corresponda a la humedad libre creada por el agregado, es decir humedad total menos absorción.

**Noveno paso.** - La etapa final involucra el ajuste de la mezcla de prueba, que debe verificar la densidad aparente del concreto, el contenido de aire, la adecuada trabajabilidad por inmersión y la ausencia de segregación y exudación, así como las propiedades de acabado. Para corregir las diferencias en el asentamiento del concreto, el contenido de aire o el peso unitario, ACI 211.1-91 brinda varias recomendaciones para ajustar las mezclas de prueba hasta que se logren las propiedades específicas del concreto.

### **2.3. Definición de términos básicos**

#### **Concreto**

El hormigón es una mezcla de piedra, arena, agua y cemento, que se convierte en uno de los materiales de construcción más resistentes para cimientos y muros. En algunos países de América Latina, una mezcla de arena, agua y

cemento se denomina mortero, mientras que el concreto se denomina concreto cuando se compacta en el lugar.

### **Agregado**

Los materiales granulares como la arena, la grava y la piedra triturada forman en el hormigón o mortero de cemento hidráulico.

**Agregado grueso:** Material mineral retenido principalmente en una malla de 4,75 mm (N° 4) o porción de agregado retenida en una malla de 4,75 mm (N° 4).

**Agregado fino:** El agregado que pasa a través de una malla de 9,5 mm (3/8 pulg.) es retenido casi por completo por el filtro de 4,75 mm/N° 4) y está retenido casi por completo por el tamiz número 200.

### **Agua**

Ingrediente esencial en la producción de hormigones y morteros, que permite que el cemento desarrolle su capacidad aglomerante, hidrata el cemento y asegura la trabajabilidad del hormigón.

### **Yeso**

Este es un producto industrial y material de construcción, se trata de sulfato de calcio semihidratado, también conocido como Yeso de París o Yeso de París. Se vende como un polvo molido que está listo para usar cuando se mezcla con agua.

Se pueden agregar otros productos químicos para cambiar sus propiedades de fraguado, fuerza, adhesión, retención de agua y densidad. La forma más pura y de grano fino de yeso industrial se llama yeso. Generalmente, este material suele ser blanco, de textura fina, de baja dureza y compuesto por sulfato de calcio cristalino que contiene dos moléculas de agua; se obtiene calcinando sulfato de calcio hidratado, aunque es muy abundante en la naturaleza, ya que se obtiene de mares y lagunas por secado y deposición,

pero el yeso en sí no tiene uso directo, sin embargo, es un adhesivo de fraguado rápido.

### **Microfibras**

Suelen ser fibras plásticas, polipropileno, nailon y polietileno que ayudan a reducir la segregación de la mezcla de hormigón y evitan la formación de grietas durante la construcción. Se obtienen mejores resultados con fibras multifilamento que varían en longitud de 12 a 75 mm y se utilizan en el hormigón a niveles entre 0,6 kg/m<sup>3</sup> y 1 kg/m<sup>3</sup>.

## **2.4. Formulación de hipótesis.**

### **2.4.1. Hipótesis general.**

Ho: La resistencia del concreto ligero no mejorara utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023.

Ha: La resistencia del concreto ligero mejorara utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023.

### **2.4.2. Hipótesis específicas.**

- Las propiedades físicas del concreto en estado fresco serán las adecuadas en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023
- Se conseguirá una dosificación óptima en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023
- El peso unitario será el adecuado en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023

## **2.5. Identificación de variables**

### **2.5.1. Variables independientes.**

- Yeso.
- Microfibras

### 2.5.2. Variables dependientes.

- Resistencia del concreto ligero.

### 2.6. Definición operacional de variables e indicadores.

*Tabla 1. Operacionalización de variables.*

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
YESO Y MICROFIBRA	<p><b>YESO Y MICROFIBRA:</b> Se aplica durante el proceso para la elaboración del diseño de mezcla para que se lleva a cabo de un porcentaje aceptable regulando los materiales que se utilizará en la dosificación, por lo tanto, se disminuye el porcentaje de agregados como agua, arena y agregados.</p>	<p>Uso de yeso y microfibras con las dosificaciones exactas para mejorar las propiedades mecánicas del concreto ligero.</p>	<p><b>PRE - TEST:</b> Se evaluará la resistencia de compresión, tracción y flexión del concreto ligero, antes de la incorporación de yeso y microfibra. (grupo de control).</p> <p><b>Experimento:</b> Se evaluará las resistencias de compresión, tracción y flexión del concreto ligero incorporando el yeso y microfibra.</p> <p><b>Post - test:</b> Se evaluará el aprendizaje obtenido de la resistencia de compresión, tracción y flexión del concreto después de la incorporación del yeso y microfibras.</p>	<p>YESO: 10%, 20% y 30%</p> <p>MICROFIBRAS 4kg/m<sup>3</sup>, 8kg/m<sup>3</sup> y 12kg/m<sup>3</sup></p> <p>Resistencia a la compresión</p> <p>Resistencia a la tracción indirecta</p> <p>Resistencia a la flexión</p>	<p><b>Razón</b></p>
RESISTENCIA DEL CONCRETO LIGERO	<p><b>PROPIEDADES MECANICAS:</b> Para la elaboración del concreto ligero con yesos y microfibras serán vaciados en las probetas ya preparados y fraguados para realizar las roturas.</p>	<p>Re realizara ensayos en laboratorio.</p>			

Fuente: Elaboración propia.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación.**

Con base en el marco, objetivos e hipótesis, decidimos que el tipo de investigación será aplicada, así mismo, este tendrá un enfoque cuantitativa.

#### **3.2. Métodos de investigación.**

Según (Hernández-Sampieri, 2014), muestra que el método científico tiene varios pasos básicos: observación del fenómeno en estudio, creación de una hipótesis para la aplicación de este fenómeno, derivación de consecuencias de la hipótesis misma o de proposiciones más fundamentales, comprobación y confirmación de la verdad de los enunciados mediante la comparación. ellos con experiencia. Haz comparaciones para conseguirlos. Siguiendo las definiciones anteriores, es claro que el método utilizado en el estudio es hipotético-deductivo, ya que en el estudio hacemos supuestos y en el análisis aportamos conclusiones para cada hipótesis planteada.

### **3.3. Diseño de investigación.**

El diseño metodológico de la presente investigación es experimental Según (Hernández-Sampieri, 2014), el diseño de este estudio es experimental en el sentido de que pretende investigar las causas y fenómenos de la sustitución del hormigón convencional por un determinado porcentaje de poliestireno modificado en lugar de árido grueso y evaluar posibles cambios.

- Manipulación intencional de variables.
- Medición de variables
- Control y validez.
- Grupos de Comparación.

La investigación que se utilizará será experimental debido a la naturaleza de los temas a estudiar, ya que los resultados de las pruebas de laboratorio se obtienen en un laboratorio donde los equipos y métodos están adaptados para realizar las pruebas. La fase comenzará con la primera suposición de la serie, pero con ciclos repetidos y más información, generalmente llegan al primer resultado. En todo estudio se pueden distinguir fases fundamentales, que dependen de la naturaleza del problema, los objetivos, la tarea formulada, la técnica elegida y el tipo de investigación involucrada, que es experimental.

### **3.4. Población y muestra.**

#### **3.4.1. Población.**

La población comprende a 162 muestras analizadas en laboratorio.

#### **3.4.2. Muestra.**

Las muestra para la presente investigación será de 54 especímenes para compresión, 54 especímenes para tracción indirecta y 54 especímenes para la flexión, todas estas para ser ensayadas a los 7, 14 y 28 días de curado.

### **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

#### **3.5.1. Técnicas de recolección de datos.**

Técnicas utilizadas para realizar pruebas estandarizadas relacionadas con NTP y ASTM. Cada ensayo sigue el proceso a realizar y verifica la trabajabilidad del hormigón. Los conos de Abrams se utilizan para la determinación final de la resistencia.

#### **3.5.2. Instrumentos de recolección de datos.**

Utilizar como una herramienta de recolección de datos; fuentes de documentos y registros de texto de aplicados a testigos (de resultados de compresión) la cual se elaborarán en el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Civil la cual incluya yeso y microfibras expandido como agregado en varias dosis para obtener los resultados del proceso de endurecimiento y para obtener resultados de compactación y aligeramiento del concreto de manera que se obtenga las magnitudes del módulo de elasticidad. Para todo esto, debes apoyarte en fuentes como libros de texto, documentos oficiales e internet, aplicado a la captura de datos en dominios variables como es el de conceptos básicos y técnicas avanzadas.

Se muestran parámetros considerados en el diseño de mezclas y propiedades de los agregados bajo investigación, parámetros utilizados para medir la resistencia y el endurecimiento, y materias primas añadidas al hormigón.

### **3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.**

En este punto se realiza una evaluación en base a la información de la prueba mixta utilizando un software como el Excel.

- Propiedades físicas y químicas del yeso y de las microfibras: serán evaluadas y sustentadas por la NTP e 0.60, teniendo en cuenta los respectivos ensayos de acuerdo a las tablas de determinación de propiedades físicas y químicas.
- Diseño de mezclas, con el soporte de las normas NTP; las dosis de mezcla se consideran en función de sus respectivos formatos.
- Ensayos de laboratorio para medir la resistencia a la compresión según la norma técnica peruana 339.167.

La presentación de datos tendrá unos resultados y se presentarán a través de:

- Estadística descriptiva para las variables, tomadas individualmente.
- Frecuencias y porcentajes.

### **3.7. Tratamiento estadístico.**

Frecuencias y porcentajes que representan grandes cantidades de datos utilizando tablas, gráficos o resúmenes y medidas de estimación, así mismo, se utilizara el programa estadístico del SPSS.

### **3.8. Orientación ética filosófica y epistémica.**

Este proyecto pretende aportar conocimientos sobre la importancia del yeso y microfibras; también reduce la contaminación ya que crea el mantenimiento de la biodiversidad.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

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

Para la elaboración de los ensayos se llevó a cabo en el laboratorio para el diseño de mezcla, se realizó:

##### **Ensayos realizados en laboratorio**

Los ensayos realizados a los agregados para esta tesis son los siguientes:

- ✓ Granulometría de agregado fino
- ✓ Granulometría de agregado grueso
- ✓ Módulo de Finura.
- ✓ Peso Específico.
- ✓ Porcentaje de Absorción.
- ✓ Peso Unitario.
- ✓ Peso Unitario Suelto.
- ✓ Peso Unitario Compactado.
- ✓ Contenido de Humedad

#### 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Se realiza los ensayos respectivos al agregado fino para determinar sus propiedades físicas. se muestra la granulometría del agregado fino para el uso de un concreto ligero.

✓ Granulometría agregado grueso

*Tabla 2. Análisis de Granulometría del agregado Grueso*

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)		
						Mínimo	Máximo	
1 ½"	37.500							
1"	25.000	-	-	-	100.0	100.00	100.00	
¾"	19.000	-	-	-	100.0	90.00	100.00	
½"	12.500	750.4	57.7	57.7	42.3	20.00	55.00	
3/8"	9.500	376.6	29.0	86.7	13.3	-	15.00	
N° 4	4.750	96.2	7.4	94.1	5.9	-	5.00	
N° 8	2.360	33.0	2.5	96.6	3.4	-	-	
N° 16	1.180	5.1	0.4	97.0	3.0			
FONDO	-	38.7	3.0	100.0	-			
		1300.000	100.000					
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:							¾"	
MÓDULO DE FINURA:							6.81	

Fuente: elaboración propia

✓ Granulometría agregado Fino

*Tabla 3. Análisis de Granulometría del agregado Fino*

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)		
						Mínimo	Máximo	
3/8"	9.500	25.40	5.08	5.08	94.92	100.00	100.00	
N° 4	4.750	27.70	5.54	10.62	89.38	95.00	100.00	
N° 8	2.360	41.80	8.36	18.98	81.02	80.00	100.00	
N° 16	1.180	92.90	18.58	37.56	62.44	50.00	85.00	
N° 30	0.600	83.60	16.72	54.28	45.72	25.00	60.00	
N° 50	0.300	95.10	19.02	73.30	26.70	5.00	30.00	
N° 100	0.150	109.30	21.86	95.16	4.84	-	10.00	
N° 200	0.075	13.70	2.74	97.90	2.10	-	5.00	
FONDO	-	10.50	2.10	100.00	-	-	-	
		500.000	100.000					
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:							½"	
MÓDULO DE FINURA:							2.95	

Fuente: elaboración propia

- ✓ Propiedades físicas de los agregados

**Tabla 4.** Análisis de las propiedades físicas de los agregados.

DESCRIPCION	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso Unitario Suelto	1647	Kg/m <sup>3</sup>	1403	Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	1884	Kg/m <sup>3</sup>	1536	Kg/m <sup>3</sup>
P. Especifico Masa Seca	2.66	gr/cm <sup>3</sup>	2.18	gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	1.54	%	0.76	%
% de Absorción	1.51	%	1.33	%
Módulo de Fineza	2.95		6.81	
Tamaño Máximo Nominal	1/2	"	3/4	"

Fuente: elaboración propia

### **Diseño de mezcla por el método del comité ACI 211**

El proceso de selección de los adecuados agregados para el concreto, determinando cantidades y requerimientos específicos de manejabilidad, resistencia y dureza. Actualmente se usa mezclas diseñadas para cuyas especificaciones existen valores límite respecto a un rango de propiedades que deben cumplirse. Estas son la relación máxima de agua/cemento, el contenido mínimo de cemento, la resistencia mínima, la manejabilidad mínima, el tamaño máximo del agregado y el contenido de aire dentro de los límites especificados. Para lograr características específicas de la mezcla se debe determinar la cantidad de los agregados por conocer propiedades del concreto fresco, propiedades mecánicas del concreto endurecido y la inclusión, exclusión o límites de agregados específicos. Un cálculo adecuado del proporcionamiento del concreto se realizó y se presenta en la tabla 05.

**Tabla 5. Resultados del diseño de mezcla método ACI 211**

MATERIALES	VOL. ABS. MATERIALES (m3)	P. SECOS AGREG. (kg/m3)	CORRECC. HUMEDA D (kg/m3)	PROP. PESO	VOL. EN P3	PROP. EN VOLUM.
CEMENTO	0.118	367.12	367.12	1	8.638	1.00
A. FINO	0.248	658.35	668.489	1.821	14.114	1.63
A. GRUESO	0.430	936.96 4	944.085	2.572	23.581	2.73
AGUA (L/m3)	0.205	205	210.143	210.14 3	210.14 3	24.3 L/bols 3 a
AIRE	0					

Fuente: elaboración propia

### **Dosificación de yeso y microfibras**

Los porcentajes de agregado utilizados en el diseño son de acuerdo a los cálculos realizados en el diseño de mezcla de concreto método del comité 211 del ACI y las muestras resultantes se prueban en muestras de 7, 14 y 28 días; ensayo a la compresión, ensayo de tracción indirecta y ensayo a flexión.

A estos 5 tipos de diseño se le aumentara el yeso y las microfibras con diferentes tipos de porcentaje y estos se presentan en la tabla 06 y los resultados en la tabla 07.

**Tabla 6. Dosificación de aditivos**

ADITIVO	UND	( - )	PROM.	( + )
Yeso	%	10.0%	20.0%	30.0%
Microfibras	Kg/m3	4	8	12

Fuente: elaboración propia

**Tabla 7. Resultados de las Dosificación de aditivos**

PATRONES	ADITIVOS	UND	DIAS DE ROTURA		
			7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
PATRON GENERAL	Yeso	kg	...	...	...
	Microfibras	kg	...	...	...
PATRON (-) (-)	Yeso	kg	0.73	0.73	0.73
	Microfibras	kg	0.08	0.08	0.08
PATRON (+) (-)	Yeso	kg	2.20	2.20	2.20
	Microfibras	kg	0.08	0.08	0.08
PATRON (-) (+)	Yeso	kg	0.73	0.73	0.73
	Microfibras	kg	0.24	0.24	0.24
PATRON (+) (+)	Yeso	kg	2.20	2.20	2.20
	Microfibras	kg	0.24	0.24	0.24
PATRON PROM.	Yeso	kg	1.47	1.47	1.47
	Microfibras	kg	0.16	0.16	0.16

Fuente: elaboración propia

En la tabla 07, se determinó la dosificación final de los aditivos para adicionar en la dosificación patrón general, teniendo un total de 6 diseños en diferentes proporciones estos realizando un total de 9 probetas, estas para ser curadas y posterior ser ensayadas por el método de resistencia a la comprensión, tracción indirecta y flexión a los 7, 14 y 28 días de edad.

**Tabla 8. Resultados de las Dosificación (-) (-)**

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m3 DE CONCRETO		DISEÑO PARA 0.02 m3 DE CONCRETO		VOLUM.
CEMENTO	367.12	kg	7.34	kg	0.0073424
A. FINO	492.2714	kg	9.85	kg	0.00984543
A. GRUESO	944.085	kg	18.88	kg	0.0188817
AGUA (L/m3)	210.143	kg	4.20	kg	0.00420286

Fuente: elaboración propia

**Tabla 9. Resultados de las Dosificación ( + ) ( - )**

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m3 DE CONCRETO		DISEÑO PARA 0.02 m3 DE CONCRETO		VOLUM.
<b>CEMENTO</b>	367.12	kg	7.34	kg	0.0073424
<b>A. FINO</b>	374.793	kg	7.50	kg	0.00749586
<b>A. GRUESO</b>	944.085	kg	18.88	kg	0.0188817
<b>AGUA (L/m3)</b>	210.143	kg	4.20	kg	0.00420286

Fuente: elaboración propia

**Tabla 10. Resultados de las Dosificación ( - ) ( + )**

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m3 DE CONCRETO		DISEÑO PARA 0.02 m3 DE CONCRETO		VOLUM.
<b>CEMENTO</b>	367.12	kg	7.34	kg	0.0073424
<b>A. FINO</b>	492.2714	kg	9.85	kg	0.00984543
<b>A. GRUESO</b>	944.085	kg	18.88	kg	0.0188817
<b>AGUA (L/m3)</b>	210.143	kg	4.20	kg	0.00420286

Fuente: elaboración propia

**Tabla 11. Resultados de las Dosificación ( + ) ( + )**

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m3 DE CONCRETO		DISEÑO PARA 0.02 m3 DE CONCRETO		VOLUM.
<b>CEMENTO</b>	367.12	kg	7.34	kg	0.0073424
<b>A. FINO</b>	374.793	kg	7.50	kg	0.00749586
<b>A. GRUESO</b>	944.085	kg	18.88	kg	0.0188817
<b>AGUA (L/m3)</b>	210.143	kg	4.20	kg	0.00420286

Fuente: elaboración propia

**Tabla 12. Resultados de las Dosificación promedio**

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m3 DE CONCRETO		DISEÑO PARA 0.02 m3 DE CONCRETO		VOLUM.
<b>CEMENTO</b>	367.12	kg	7.34	kg	0.0073424
<b>A. FINO</b>	433.5322	kg	8.67	kg	0.00867064
<b>A. GRUESO</b>	944.085	kg	18.88	kg	0.0188817
<b>AGUA (L/m3)</b>	210.143	kg	4.20	kg	0.00420286

Fuente: elaboración propia

### Ensayo del peso unitario del concreto

La NTP 400.017 (2011) lo define como: “Masa de una unidad de volumen de la masa material del agregado, en que el volumen incluye el volumen de las partículas individuales y el volumen de vacíos entre partículas, expresado en kg/m3 ”

**Tabla 13. Peso Unitario del concreto - patrón general**

PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
CODIGO	PESO (g)	g/cm3	Kg/m3
W7	3555.12	2.295	2294.59
W8	3553.45	2.314	2314.17
W9	3549.77	2.276	2276.38
PROM	3552.8	2.295	2295.05

Fuente: elaboración propia

**Tabla 14. Peso Unitario del concreto – patrón ( - ) ( - )**

PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
CODIGO	PESO (g)	g/cm3	Kg/m3
W1-7	2929.14	1.900	1899.87
W1-8	2931.81	1.894	1894.36
W1-9	2925.14	1.903	1903.38
PROM	2928.7	1.899	1899.20

Fuente: elaboración propia

**Tabla 15. Peso Unitario del concreto - patrón ( + ) ( - )**

PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
CODIGO	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
W2-7	2878.23	1.884	1883.93
W2-8	2877.15	1.813	1812.66
W2-9	2881.12	1.899	1899.46
PROM	2878.8	1.865	1865.35

Fuente: elaboración propia

**Tabla 16. Peso Unitario del concreto - patrón ( - ) ( + )**

PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
CODIGO	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
W3-7	2954.61	1.919	1918.65
W3-8	2945.12	1.943	1942.62
W3-9	2958.23	1.888	1888.36
PROM	2952.7	1.917	1916.54

Fuente: elaboración propia

**Tabla 17. Peso Unitario del concreto - patrón ( + ) ( + )**

PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
CODIGO	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
W4-7	2845.12	1.844	1844.46
W4-8	2861.2	1.894	1894.32
W4-9	2816.54	1.838	1838.16
PROM	2841.0	1.859	1858.98

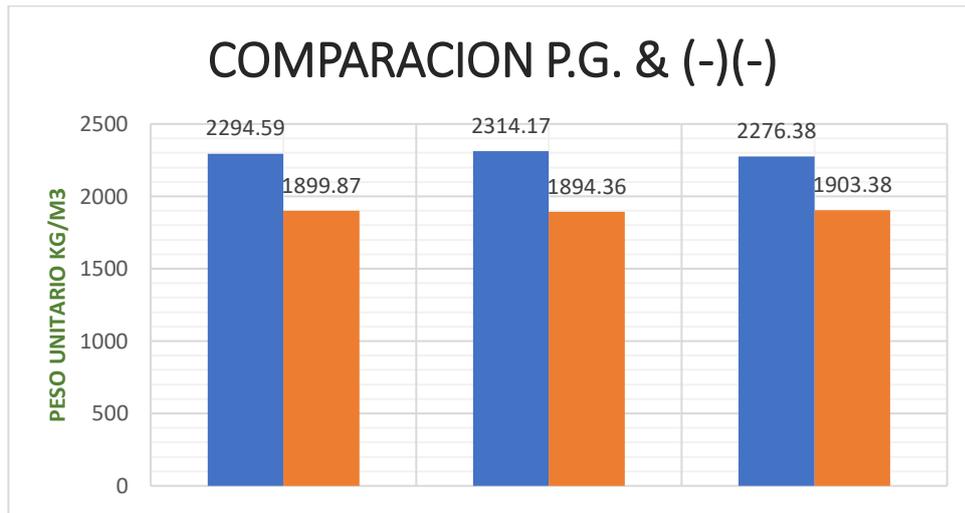
Fuente: elaboración propia

**Tabla 18. Peso Unitario del concreto - patrón promedio**

PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
CODIGO	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
W5-7	2917.56	1.894	1894.24
W5-8	2891.99	1.903	1903.26
W5-9	2905.45	1.899	1899.22
PROM	2905.0	1.899	1898.91

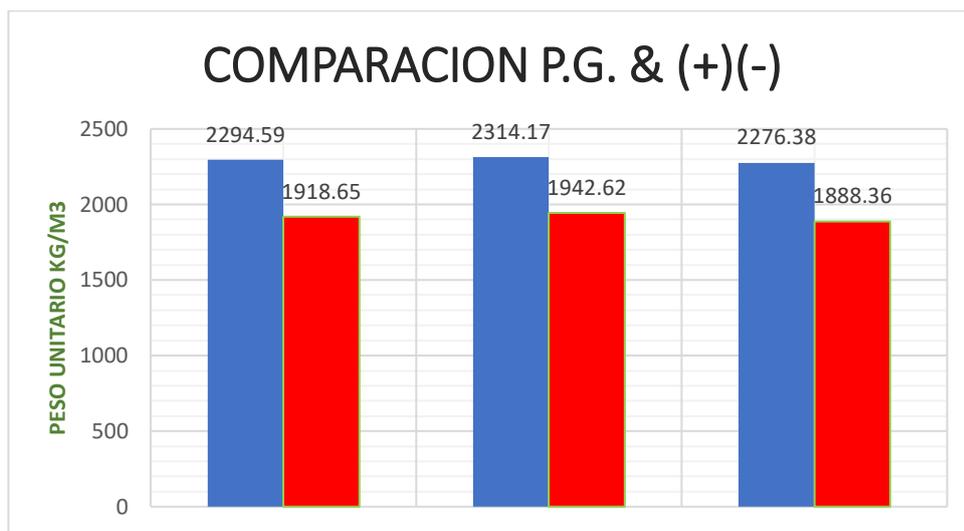
Fuente: elaboración propia

Con las tabla anteriores concernientes al peso unitario del concreto observamos los datos analizados y posteriormente se analizará las muestras con dosificaciones de yeso y microfibras con una comparación a la muestra patrón general para poder ver las funcionabilidades y posteriormente ver si estas cumplen la resistencia del concreto.



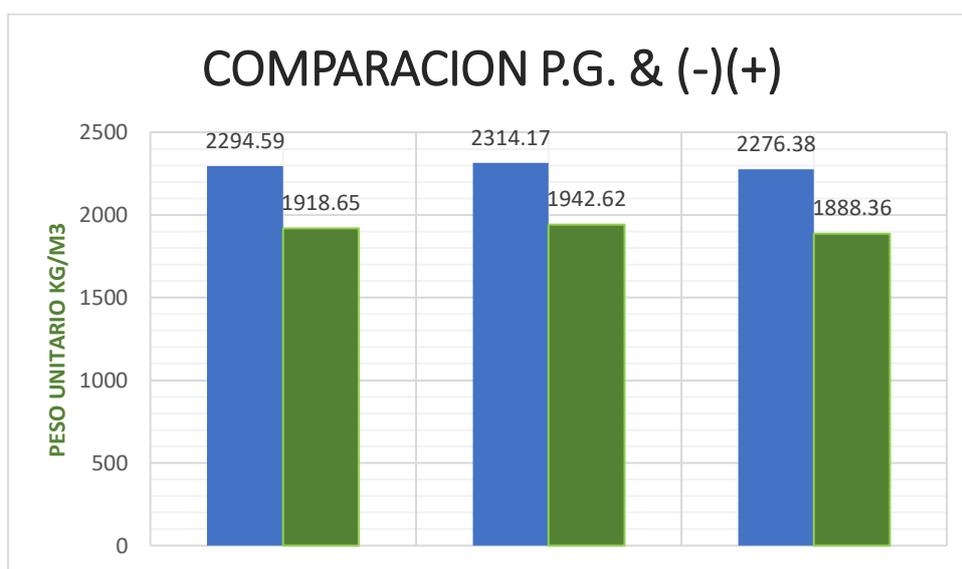
**Gráfico 1.** Comparación peso unitario muestra PG & (-)(-).

Con el grafico 1 observamos una comparación del peso unitario de la muestra patrón general y la muestra patrón (-)(-), donde el patrón general obtuvo un peso unitario promedio de 2295.05 kg/m<sup>3</sup> y el patrón (-)(-) obtuvo 1899.2 kg/m<sup>3</sup>, recalando para ser llamado un concreto ligero el peso unitario debería estar por debajo a los 1900 kg/m<sup>3</sup>, por lo tanto al muestra patrón (-)(-) cumple con el peso unitario exigido.



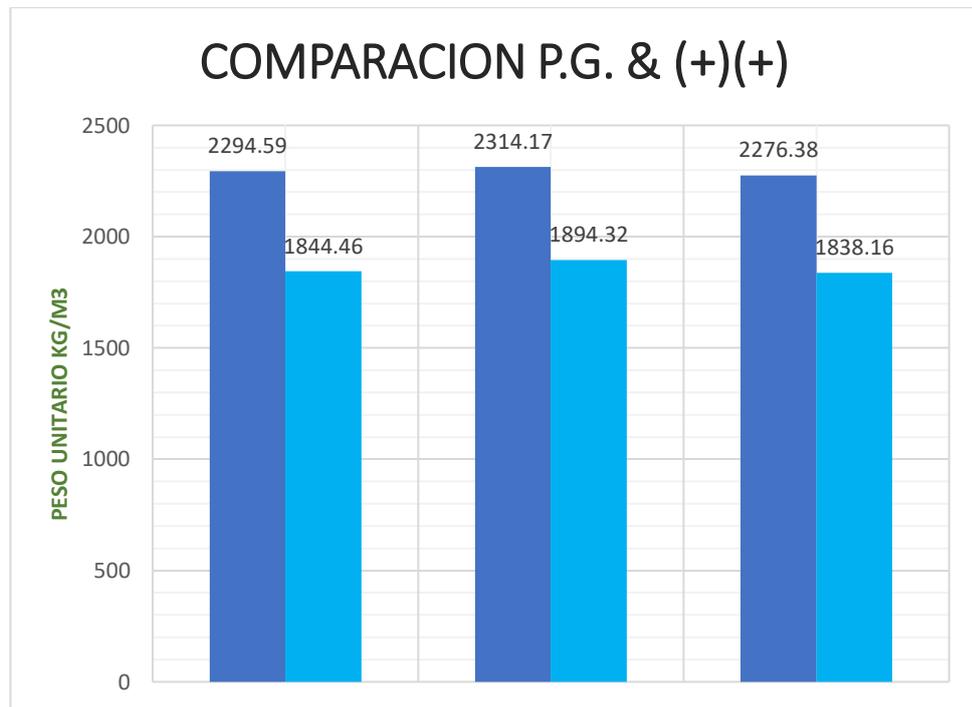
**Gráfico 2.** Comparación peso unitario muestra PG & (+)(-).

Con el grafico 2 observamos una comparación del peso unitario de la muestra patrón general y la muestra patrón (+)(-), donde el patrón general obtuvo un peso unitario promedio de 2295.05 kg/m<sup>3</sup> y el patrón (+)(-) obtuvo 1865.35 kg/m<sup>3</sup>, recalando para ser llamado un concreto ligero el peso unitario debería estar por debajo a los 1900 kg/m<sup>3</sup>, por lo tanto al muestra patrón (-)(+) cumple con el peso unitario exigido.



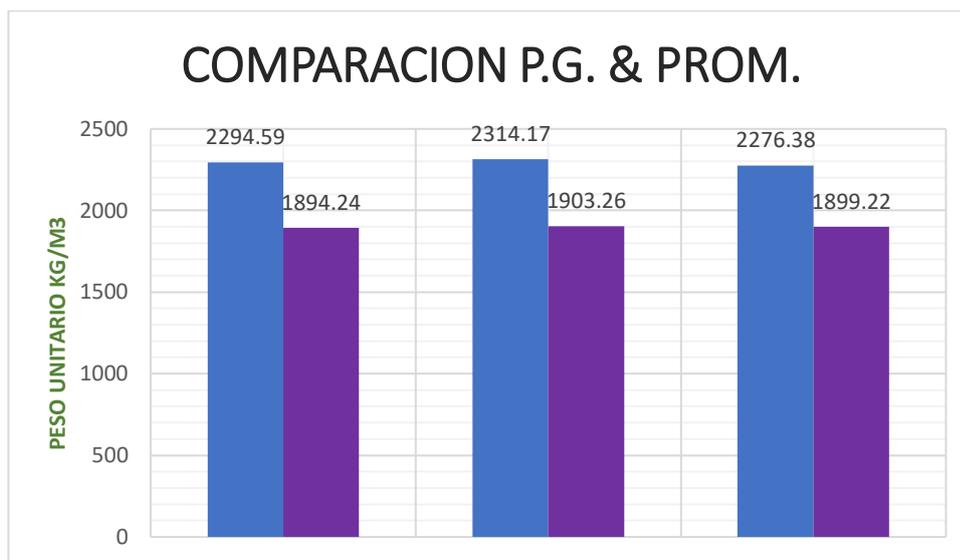
**Gráfico 3.** Comparación peso unitario muestra PG & (-)(+).

Con el grafico 3 observamos una comparación del peso unitario de la muestra patrón general y la muestra patrón (-)(+), donde el patrón general obtuvo un peso unitario promedio de 2295.05 kg/m<sup>3</sup> y el patrón (-)(+) obtuvo 1916.54 kg/m<sup>3</sup>, recalando para ser llamado un concreto ligero el peso unitario debería estar por debajo a los 1900 kg/m<sup>3</sup>, por lo tanto al muestra patrón (-)(+) no cumple con el peso unitario exigido.



**Gráfico 4.** Comparación peso unitario muestra PG & (+)(+).

Con el grafico 4 observamos una comparación del peso unitario de la muestra patrón general y la muestra patrón (+)(+), donde el patrón general obtuvo un peso unitario promedio de 2295.05 kg/m<sup>3</sup> y el patrón (+)(+) obtuvo 1858.98 kg/m<sup>3</sup>, recalando para ser llamado un concreto ligero el peso unitario debería estar por debajo a los 1900 kg/m<sup>3</sup>, por lo tanto al muestra patrón (+)(+) cumple con el peso unitario exigido.



**Gráfico 5.** Comparación peso unitario muestra PG & Prom.

Con el gráfico 5 observamos una comparación del peso unitario de la muestra patrón general y la muestra patrón promedio, donde el patrón general obtuvo un peso unitario promedio de 2295.05 kg/m<sup>3</sup> y el patrón promedio obtuvo 1898.91 kg/m<sup>3</sup>, recalando para ser llamado un concreto ligero el peso unitario debería estar por debajo a los 1900 kg/m<sup>3</sup>, por lo tanto al muestra patrón promedio cumple con el peso unitario exigido.

#### **Ensayo de resistencia a la compresión del concreto ASTM C-39**

Según la norma NTP 399.602 (2002) se define como: “La relación entre la carga de rotura a compresión de un bloque y su sección bruta o neta”.

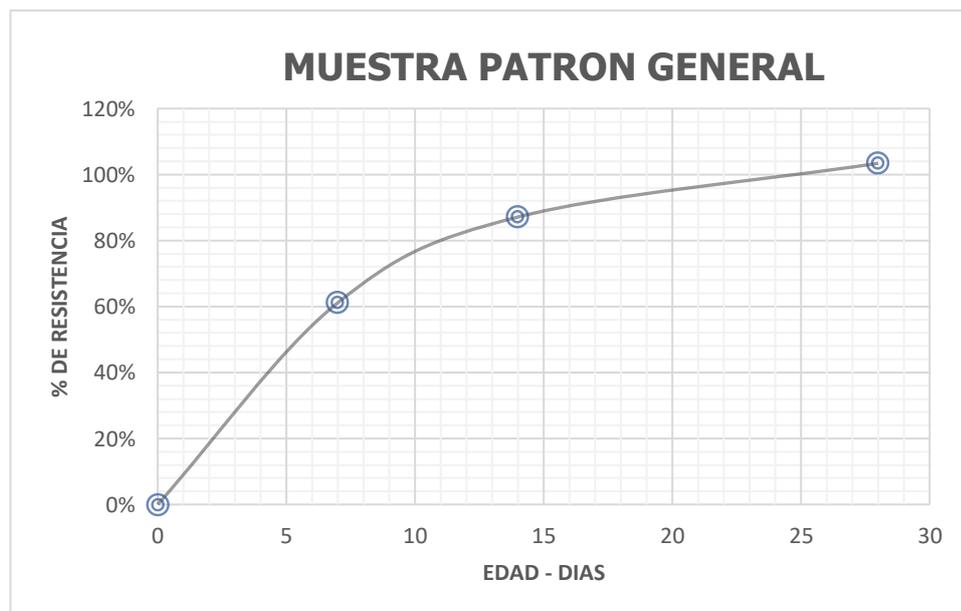
Las probetas de concreto tradicional y el concreto ligero pasan por una poza de curado la cual estarán por 7, 14 y 28 días para luego realizar el ensayo a la resistencia a la compresión.

**Tabla 19.** Resistencia a la compresión muestra patrón general

MUESTRA	DIAS	fecha		Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	tipo de rotura
		MOLDEO	ENSAYO		
P.G.	7	22/05/2023	29/05/2023	126.5	TIPO 4
P.G.	7	22/05/2023	29/05/2023	130.1	TIPO 3
P.G.	7	22/05/2023	29/05/2023	128.7	TIPO 4
P.G.	14	22/05/2023	05/06/2023	180.5	TIPO 4
P.G.	14	22/05/2023	05/06/2023	185.1	TIPO 5
P.G.	14	22/05/2023	05/06/2023	183.4	TIPO 4
P.G.	28	22/05/2023	19/06/2023	215.6	TIPO 4
P.G.	28	22/05/2023	19/06/2023	216.2	TIPO 2
P.G.	28	22/05/2023	19/06/2023	219.7	TIPO 2

Fuente: elaboración propia

En la tabla 19, se analizó las probetas durante los 7, 14 y 28 días de curado las cuales se está interpretando los resultados más óptimos, así mismo en la tabla 13 se presenta los resultados del patrón general, pudiendo ver que a los 7 días llego a una resistencia de 128.43 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días, 183 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 217.17 kg/cm<sup>2</sup> este último superando la resistencia diseño que es de 210 kg/cm<sup>2</sup>.



**Gráfico 6.** Porcentaje de muestra patrón general.

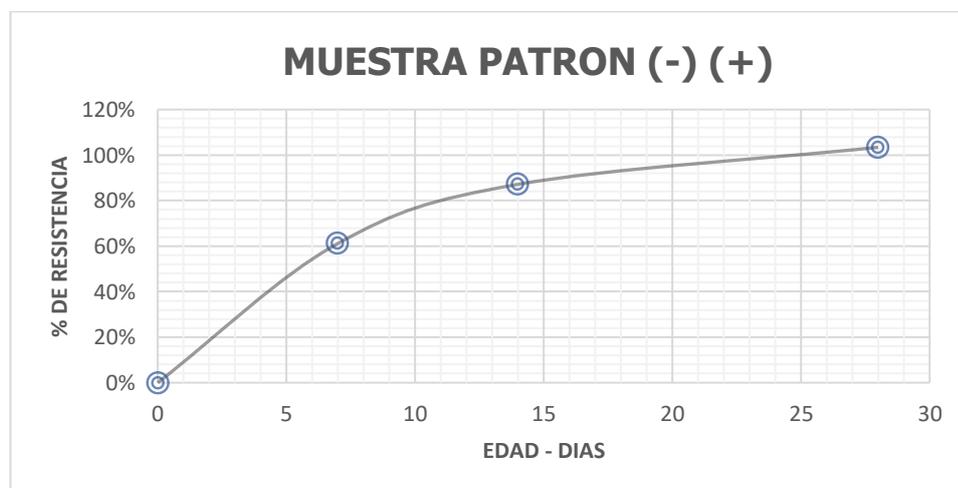
En el grafico 06, se observa los avances que tuvo la resistencia a la compresión con un 61% a los 7 días, 87 % a los 14 días y 103% a los 28 días, estos datos son los promedios de la resistencia a la compresión de la muestra patrón general.

**Tabla 20.** Resistencia a la compresión muestra patrón (-) (+)

MUESTRA	DIAS	fecha		Resistencia a la compresión (kg/cm2)	tipo de rotura
		MOLDEO	ENSAYO		
(-) (+)	7	22/05/2023	29/05/2023	126.5	TIPO 5
(-) (+)	7	22/05/2023	29/05/2023	130.5	TIPO 5
(-) (+)	7	22/05/2023	29/05/2023	134.7	TIPO 5
(-) (+)	14	22/05/2023	05/06/2023	172.5	TIPO 5
(-) (+)	14	22/05/2023	05/06/2023	183.9	TIPO 5
(-) (+)	14	22/05/2023	05/06/2023	181.7	TIPO 4
(-) (+)	28	22/05/2023	19/06/2023	209.1	TIPO 3
(-) (+)	28	22/05/2023	19/06/2023	210.6	TIPO 2
(-) (+)	28	22/05/2023	19/06/2023	214.1	TIPO 2

Fuente: elaboración propia

En la tabla 20, se analizó que la muestra (-) (+), a los 7 días, 14 días y 28 días. pudiendo interpretar que la muestra patrón a los 7 días alcanzó una resistencia promedio de 130.57 kg/cm2, a los 14 días de 179.37 kg/cm2 y a los 28 días de 211.27 kg/cm2.



**Gráfico 7.** Porcentaje de muestra patrón (-) (+).

En el grafico 07, se analizó que las muestras patrones a los 7 días, 14 días y 28 días. pudiendo interpretar que la muestra patrón a los 7 días alcanzó una resistencia promedio de 62%, a los 14 días de 85% y a los 28 días de 101%.

### **Resistencia a la tracción indirecta del concreto MTC E708/ASTM C496**

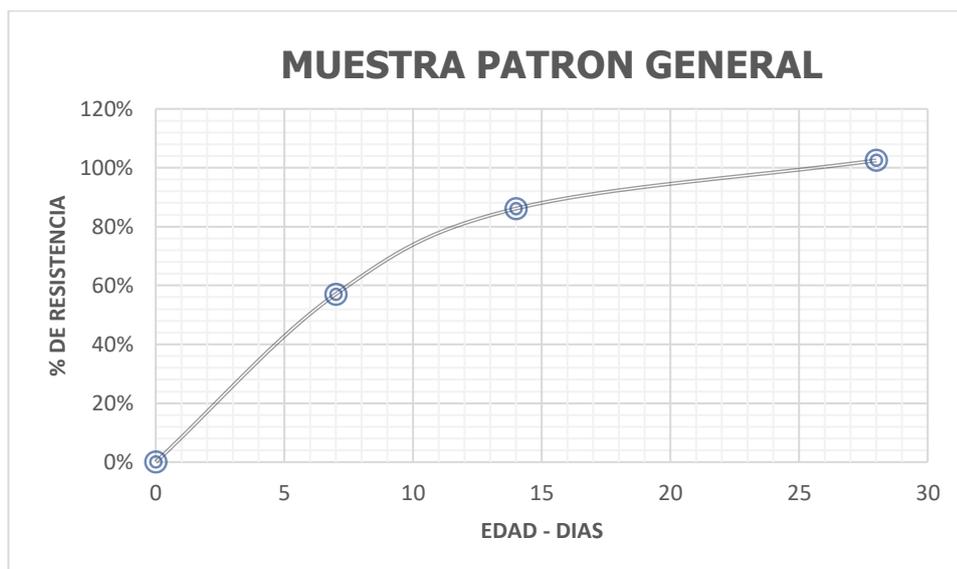
Se realizaron un total de 9 probetas por patrón de 4” x 8”, donde se engrasa con petróleo a los moldes donde se realiza la colocación del concreto al molde en 3 capas y por cada una de ellas se coloca 25 golpes y posteriormente se dará pequeños golpes de 10 veces con el martillo de goma en la parte extrema de la muestra.

**Tabla 21.** Resistencia a la Tracción indirecta muestra patrón general

Descripción	edad	fecha		Resistencia a la compresión (kg/cm2)	tipo de rotura
		vaciado	rotura		
P.G.	7	22/05/2023	29/05/2023	11.50	C
P.G.	7	22/05/2023	29/05/2023	11.97	B
P.G.	7	22/05/2023	29/05/2023	12.48	B
P.G.	14	22/05/2023	05/06/2023	17.96	A
P.G.	14	22/05/2023	05/06/2023	16.82	A
P.G.	14	22/05/2023	05/06/2023	19.49	C
P.G.	28	22/05/2023	19/06/2023	21.91	B
P.G.	28	22/05/2023	19/06/2023	21.62	B
P.G.	28	22/05/2023	19/06/2023	21.04	A

Fuente: elaboración propia

En la tabla 21, se analizó la muestra patrón general por el método de la tracción indirecta, teniendo los datos promedios a los 7 días 11.99 kg/cm2, a los 14 días de 18.09 kg/cm2 y a los 28 días de 21.52 kg/cm2.



**Gráfico 8.** Porcentaje de muestra patrón general.

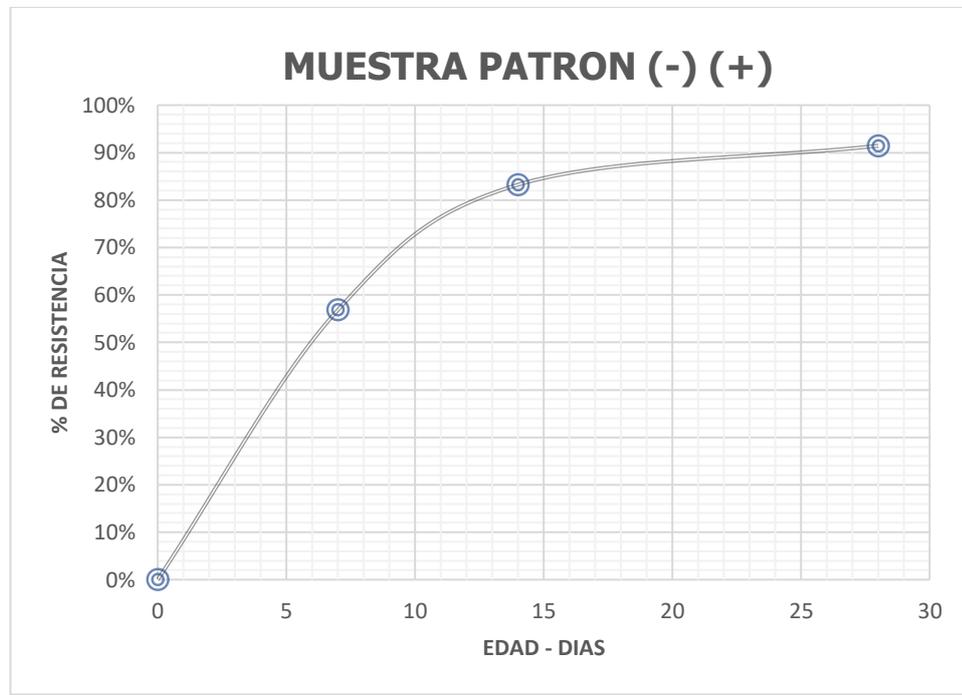
En el gráfico 08, se analizó la muestra patrón general teniendo resultados promedios a los 7 días con 57%, a los 14 días de 86% y a los 28 días de 102%.

**Tabla 22.** Resistencia a la Tracción indirecta muestra patrón ( - ) ( + )

Descripción	edad	fecha		Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	tipo de rotura
		vaciado	rotura		
( - ) ( + )	7	22/05/2023	29/05/2023	12.07	B
( - ) ( + )	7	22/05/2023	29/05/2023	11.53	B
( - ) ( + )	7	22/05/2023	29/05/2023	12.20	A
( - ) ( + )	14	22/05/2023	05/06/2023	16.56	A
( - ) ( + )	14	22/05/2023	05/06/2023	17.73	A
( - ) ( + )	14	22/05/2023	05/06/2023	18.15	B
( - ) ( + )	28	22/05/2023	19/06/2023	19.82	A
( - ) ( + )	28	22/05/2023	19/06/2023	19.48	B
( - ) ( + )	28	22/05/2023	19/06/2023	18.31	C

Fuente: elaboración propia

En la tabla 22, se analizó la muestra patrón ( - ) ( + ) por el método de la tracción indirecta, teniendo los datos promedios a los 7 días 11.93 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de 17.48 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de 19.20 kg/cm<sup>2</sup>.



**Gráfico 9.** Porcentaje de muestra patrón ( - ) ( + ).

En el grafico 09, se analizó la muestra patrón ( - ) ( + ), teniendo resultados promedios a los 7 días con 57%, a los 14 días de 83% y a los 28 días de 91%.

#### **Resistencia a la flexión del concreto NTP 339.079-2001**

Se realizaron un total de 9 probetas por patrón de 0.15 x 0.15 x 0.55, donde se engrasa con petróleo a los moldes, donde se realizó la colocación de la muestra de concreto apisonando una varilla para proceder a golpear 10 veces con el martillo de goma.

**Tabla 23.** Resistencia a la Flexión muestra patrón general

Descripción	edad	fecha		Carga Máxima (KN)
		vaciado	rotura	
P.G.	7	22/05/2023	29/05/2023	26.20
P.G.	7	22/05/2023	29/05/2023	24.90
P.G.	7	22/05/2023	29/05/2023	25.10
P.G.	14	22/05/2023	05/06/2023	30.10
P.G.	14	22/05/2023	05/06/2023	31.20
P.G.	14	22/05/2023	05/06/2023	29.70
P.G.	28	22/05/2023	19/06/2023	39.80
P.G.	28	22/05/2023	19/06/2023	40.10
P.G.	28	22/05/2023	19/06/2023	41.80

Fuente: elaboración propia

En la tabla 23, se analizó la muestra patrón general a los 7 días, 14 días y 28 días. pudiendo interpretar que la muestra patrón a los 7 días alcanzó una carga máxima de 25.40 KN, a los 14 días de 30.33 KN y a los 28 días de 40.57 KN.

**Tabla 24.** Resistencia a la Flexión muestra patrón promedio

Descripción	edad	fecha		Carga Máxima (KN)
		vaciado	rotura	
(-)(+)	7	22/05/2023	29/05/2023	17.80
(-)(+)	7	22/05/2023	29/05/2023	19.60
(-)(+)	7	22/05/2023	29/05/2023	21.40
(-)(+)	14	22/05/2023	05/06/2023	26.30
(-)(+)	14	22/05/2023	05/06/2023	24.50
(-)(+)	14	22/05/2023	05/06/2023	26.80
(-)(+)	28	22/05/2023	19/06/2023	29.10
(-)(+)	28	22/05/2023	19/06/2023	31.50
(-)(+)	28	22/05/2023	19/06/2023	33.10

Fuente: elaboración propia

En la tabla 24, se analizó la muestra patrón (-)(+), a los 7 días, 14 días y 28 días. pudiendo interpretar que la muestra patrón a los 7 días alcanzó una

carga máxima de 19.60 KN, a los 14 días de 25.87 KN y a los 28 días de 31.23 KN.

### 4.3. Prueba de Hipótesis

#### 4.3.1. Prueba de Hipótesis general

Ho: La resistencia del concreto ligero no mejorara utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023.

Ha: La resistencia del concreto ligero mejorara utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023.

**Tabla 25.** Prueba de normalidad de las propiedades mecánicas del concreto

	MUESTRA	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESION	PATRON DISEÑO	,335	3	.	,857	3	,260
	(-) (-)	,276	3	.	,942	3	,537
	(+) (-)	,205	3	.	,993	3	,840
	(-) (+)	,269	3	.	,949	3	,567
	(+) (+)	,300	3	.	,913	3	,430
	PROMEDIO	,190	3	.	,997	3	,903
TRACCION INDIRECTA	PATRON DISEÑO	,253	3	.	,964	3	,637
	(-) (-)	,303	3	.	,909	3	,415
	(+) (-)	,295	3	.	,920	3	,451
	(-) (+)	,303	3	.	,909	3	,413
	(+) (+)	,271	3	.	,948	3	,561
	PROMEDIO	,291	3	.	,925	3	,470
FLEXION	PATRON DISEÑO	,334	3	.	,860	3	,266
	(-) (-)	,230	3	.	,981	3	,734
	(+) (-)	,343	3	.	,843	3	,222
	(-) (+)	,219	3	.	,987	3	,780
	(+) (+)	,314	3	.	,893	3	,363
	PROMEDIO	,330	3	.	,866	3	,286

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 25 nuestro índice de significancia salió mayor al 5%, por lo tanto, nuestros datos son de tipo normal y se tendrá que utilizar la prueba paramétrica multivariable por tener varios grupos a estudiar.

**Tabla 26. ANOVA de un factor – Tukey (resistencia a la compresión)**

(I) MUESTRA	(J) MUESTRA	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
PATRON DISEÑO	(-) (-)	12,36667*	2.60590	0.005	3.6136	21.1197
	(+) (-)	110,43333*	2.60590	0.000	101.6803	119.1864
	(-) (+)	5.90000	2.60590	0.279	-2.8530	14.6530
	(+) (+)	115,00000*	2.60590	0.000	106.2470	123.7530
	PROMEDIO	35,50000*	2.60590	0.000	26.7470	44.2530
(-) (-)	PATRON G.	-12,36667*	2.60590	0.005	-21.1197	-3.6136
	(+) (-)	98,06667*	2.60590	0.000	89.3136	106.8197
	(-) (+)	-6.46667	2.60590	0.204	-15.2197	2.2864
	(+) (+)	102,63333*	2.60590	0.000	93.8803	111.3864
	PROMEDIO	23,13333*	2.60590	0.000	14.3803	31.8864
(+) (-)	PATRON G.	-110,43333*	2.60590	0.000	-119.1864	-101.6803
	(-) (-)	-98,06667*	2.60590	0.000	-106.8197	-89.3136
	(-) (+)	-104,53333*	2.60590	0.000	-113.2864	-95.7803
	(+) (+)	4.56667	2.60590	0.527	-4.1864	13.3197
	PROMEDIO	-74,93333*	2.60590	0.000	-83.6864	-66.1803
(-) (+)	PATRON G.	-5.90000	2.60590	0.279	-14.6530	2.8530
	(-) (-)	6.46667	2.60590	0.204	-2.2864	15.2197
	(+) (-)	104,53333*	2.60590	0.000	95.7803	113.2864
	(+) (+)	109,10000*	2.60590	0.000	100.3470	117.8530
	PROMEDIO	29,60000*	2.60590	0.000	20.8470	38.3530
(+) (+)	PATRON G.	-115,00000*	2.60590	0.000	-123.7530	-106.2470
	(-) (-)	-102,63333*	2.60590	0.000	-111.3864	-93.8803
	(+) (-)	-4.56667	2.60590	0.527	-13.3197	4.1864
	(-) (+)	-109,10000*	2.60590	0.000	-117.8530	-100.3470
	PROMEDIO	-79,50000*	2.60590	0.000	-88.2530	-70.7470
PROMEDIO	PATRON G.	-35,50000*	2.60590	0.000	-44.2530	-26.7470
	(-) (-)	-23,13333*	2.60590	0.000	-31.8864	-14.3803
	(+) (-)	74,93333*	2.60590	0.000	66.1803	83.6864
	(-) (+)	-29,60000*	2.60590	0.000	-38.3530	-20.8470
	(+) (+)	79,50000*	2.60590	0.000	70.7470	88.2530

Fuente: elaboración propia

**Tabla 27. Descriptivos (resistencia a la compresión)**

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% de intervalo de confianza para la media	
					Límite inferior	Límite superior
PATRON G.	3	2,171,667	221,435	127,845	2,116,659	2,226,674
(-) (-)	3	2,048,000	108,167	,62450	2,021,130	2,074,870
(+) (-)	3	1,067,333	551,936	318,660	930,225	1,204,442
(-) (+)	3	2,112,667	256,580	148,137	2,048,929	2,176,405
(+) (+)	3	1,021,667	313,900	181,230	943,690	1,099,644
PROMEDIO	3	1,816,667	285,365	164,756	1,745,778	1,887,555
Total	18	1,706,333	4,955,773	1,168,087	1,459,889	1,952,778

Fuente: elaboración propia

**Tabla 28. ANOVA de un factor – Tukey (resistencia a la tracción indirecta)**

(I) MUESTRA	(J) MUESTRA	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
PATRON DISEÑO	(-) (-)	3,84333*	0.60312	0.000	1.8175	5.8692
	(+) (-)	7,49333*	0.60312	0.000	5.4675	9.5192
	(-) (+)	2,32000*	0.60312	0.022	0.2942	4.3458
	(+) (+)	2,54000*	0.60312	0.012	0.5142	4.5658
	PROMEDIO	3,18667*	0.60312	0.002	1.1608	5.2125
(-) (-)	PATRON G.	-3,84333*	0.60312	0.000	-5.8692	-1.8175
	(+) (-)	3,65000*	0.60312	0.001	1.6242	5.6758
	(-) (+)	-1.52333	0.60312	0.191	-3.5492	0.5025
	(+) (+)	-1.30333	0.60312	0.321	-3.3292	0.7225
	PROMEDIO	-0.65667	0.60312	0.877	-2.6825	1.3692
(+) (-)	PATRON G.	-7,49333*	0.60312	0.000	-9.5192	-5.4675
	(-) (-)	-3,65000*	0.60312	0.001	-5.6758	-1.6242
	(-) (+)	-5,17333*	0.60312	0.000	-7.1992	-3.1475
	(+) (+)	-4,95333*	0.60312	0.000	-6.9792	-2.9275
	PROMEDIO	-4,30667*	0.60312	0.000	-6.3325	-2.2808
(-) (+)	PATRON G.	-2,32000*	0.60312	0.022	-4.3458	-0.2942
	(-) (-)	1.52333	0.60312	0.191	-0.5025	3.5492
	(+) (-)	5,17333*	0.60312	0.000	3.1475	7.1992
	(+) (+)	0.22000	0.60312	0.999	-1.8058	2.2458
	PROMEDIO	0.86667	0.60312	0.706	-1.1592	2.8925
(+) (+)	PATRON G.	-2,54000*	0.60312	0.012	-4.5658	-0.5142

	(-) (-)	1.30333	0.60312	0.321	-0.7225	3.3292
	(+) (-)	4,95333*	0.60312	0.000	2.9275	6.9792
	(-) (+)	-0.22000	0.60312	0.999	-2.2458	1.8058
	PROMEDIO	0.64667	0.60312	0.883	-1.3792	2.6725
PROMEDIO	PATRON G.	-3,18667*	0.60312	0.002	-5.2125	-1.1608
	(-) (-)	0.65667	0.60312	0.877	-1.3692	2.6825
	(+) (-)	4,30667*	0.60312	0.000	2.2808	6.3325
	(-) (+)	-0.86667	0.60312	0.706	-2.8925	1.1592
	(+) (+)	-0.64667	0.60312	0.883	-2.6725	1.3792

Fuente: elaboración propia

**Tabla 29. Descriptivos (resistencia a la tracción indirecta)**

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% de intervalo de confianza para la media	
					Límite inferior	Límite superior
PATRON G.	3	215,233	,44298	,25576	204,229	226,238
(-) (-)	3	176,800	,60308	,34819	161,819	191,781
(+) (-)	3	140,300	106,888	,61712	113,748	166,852
(-) (+)	3	192,033	,79211	,45732	172,356	211,710
(+) (+)	3	189,833	,89868	,51886	167,509	212,158
PROMEDIO	3	183,367	,36910	,21310	174,198	192,536
Total	18	182,928	239,388	,56424	171,023	194,832

Fuente: elaboración propia

**Tabla 30. ANOVA de un factor – Tukey (resistencia a la flexión)**

(I) MUESTRA	(J) MUESTRA	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
PATRON DISEÑO	(-) (-)	7.60000	2.36212	0.063	-0.3342	15.5342
	(+) (-)	13,90000*	2.36212	0.001	5.9658	21.8342
	(-) (+)	9,33333*	2.36212	0.018	1.3991	17.2675
	(+) (+)	15,16667*	2.36212	0.000	7.2325	23.1009
	PROMEDIO	10,90000*	2.36212	0.006	2.9658	18.8342
(-) (-)	PATRON G.	-7.60000	2.36212	0.063	-15.5342	0.3342
	(+) (-)	6.30000	2.36212	0.154	-1.6342	14.2342
	(-) (+)	1.73333	2.36212	0.974	-6.2009	9.6675
	(+) (+)	7.56667	2.36212	0.065	-0.3675	15.5009
	PROMEDIO	3.30000	2.36212	0.728	-4.6342	11.2342

(+) (-)	PATRON G.	-13,90000*	2.36212	0.001	-21.8342	-5.9658
	(-) (-)	-6.30000	2.36212	0.154	-14.2342	1.6342
	(-) (+)	-4.56667	2.36212	0.429	-12.5009	3.3675
	(+) (+)	1.26667	2.36212	0.993	-6.6675	9.2009
	PROMEDIO	-3.00000	2.36212	0.795	-10.9342	4.9342
(-) (+)	PATRON G.	-9,33333*	2.36212	0.018	-17.2675	-1.3991
	(-) (-)	-1.73333	2.36212	0.974	-9.6675	6.2009
	(+) (-)	4.56667	2.36212	0.429	-3.3675	12.5009
	(+) (+)	5.83333	2.36212	0.208	-2.1009	13.7675
	PROMEDIO	1.56667	2.36212	0.983	-6.3675	9.5009
(+) (+)	PATRON G.	-15,16667*	2.36212	0.000	-23.1009	-7.2325
	(-) (-)	-7.56667	2.36212	0.065	-15.5009	0.3675
	(+) (-)	-1.26667	2.36212	0.993	-9.2009	6.6675
	(-) (+)	-5.83333	2.36212	0.208	-13.7675	2.1009
	PROMEDIO	-4.26667	2.36212	0.497	-12.2009	3.6675
PROMEDIO	PATRON G.	-10,90000*	2.36212	0.006	-18.8342	-2.9658
	(-) (-)	-3.30000	2.36212	0.728	-11.2342	4.6342
	(+) (-)	3.00000	2.36212	0.795	-4.9342	10.9342
	(-) (+)	-1.56667	2.36212	0.983	-9.5009	6.3675
	(+) (+)	4.26667	2.36212	0.497	-3.6675	12.2009

Fuente: elaboración propia

**Tabla 31. Descriptivos (resistencia a la flexión)**

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% de intervalo de confianza para la media	
					Límite inferior	Límite superior
PATRON G.	3	40.5667	1.07858	0.62272	37.8873	43.2460
(-) (-)	3	32.9667	3.33217	1.92383	24.6891	41.2442
(+) (-)	3	26.6667	5.60922	3.23848	12.7326	40.6007
(-) (+)	3	31.2333	2.01329	1.16237	26.2320	36.2346
(+) (+)	3	25.4000	0.79373	0.45826	23.4283	27.3717
PROMEDIO	3	29.6667	1.34288	0.77531	26.3308	33.0026
Total	18	31.0833	5.64845	1.33135	28.2744	33.8922

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a las tablas 26,27,28, 29, 30 y 31 realizadas con el método de ANOVA de un factor con muestras multivariadas, la prueba de Tukey post hoc,

pudiendo interpretar que tomando la muestra general como punto de control, las muestra ( - ) ( + ) que corresponde a la dosificación 30% de yeso y 12 kg/m<sup>3</sup> de microfibras fue el que más se acerca con respecto a la mejora en propiedades mecánicas, este sin superar al patrón general, así mismo esta muestra si supera con un 211.27 kg/cm<sup>2</sup> a la resistencia diseño que es 210 kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto esta muestra no tiene el peso unitario óptimo para ser llamado concreto ligero, concluyendo que el análisis para las dosificaciones de nuestro diseño factorial en la mejora de las propiedades mecánicas del concreto ligero estadísticamente nuestro p valor es menor al 5%, definiendo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

#### **4.3.2. Prueba de Hipótesis específicas**

##### **Hipótesis Especifica 1**

Ho: Las propiedades físicas del concreto en estado fresco no serán las adecuadas en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023

Ha: Las propiedades físicas del concreto en estado fresco serán las adecuadas en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023

##### **Decisión:**

De acuerdo al análisis de las propiedades físicas del concreto si fueron las mas adecuadas, ya que se consiguió un asentamiento del concreto dentro de las exigencias de la norma y el peso unitario del concreto estuvo entre los limites mínimos y máximos permisibles, concluyendo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

##### **Hipótesis Especifica 2**

Ho: No se conseguirá una dosificación óptima en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023

Ha: Se conseguirá una dosificación óptima en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023

**Decisión:**

De acuerdo al análisis las propiedades mecánicas del concreto y demostrado estadísticamente mediante el programa del SPSS no se llegó a una mejora de la resistencia del concreto ligero, pero si llegando a obtener un concreto ligero, concluyendo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

**Hipótesis Especifica 3**

Ho: El peso unitario será el adecuado en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023

Ha: El peso unitario será el adecuado en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023

Con una comparación del peso unitario de todas las muestras mediante el patrón general nos indica que si cumplen con el peso unitario exigido este estando por debajo de los 1900 kg/m<sup>3</sup> que se considera como concreto ligero, concluyendo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna.

**4.4. Discusión de resultados**

Según el autor (Custodio Rodríguez, 2018) menciona que en el ensayo a la resistencia a la compresión de la muestra adicionando incorporador de aire y microfibras sintéticas alcanzo con un promedio a los 28 días de 293 kg/cm<sup>2</sup>, en nuestro caso se obtuvo en ensayo de la resistencia a la compresión la muestra (-)(+) con dosificación del 30% de yeso con respecto al agregado fino y 12 kg/m<sup>3</sup>

microfibras con respecto al peso unitario del concreto, alcanzo 211.26 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

Según los autores (Pino Moscoso & Valencia Vargas, 2016), mencionan que con la incorporación de microfibra de polipropileno de 250 gr/m<sup>3</sup> obtuvieron una resistencia a la compresión de 328.85 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días y 390.17 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, estos con una dosificación natural de 210 kg/cm<sup>2</sup>, en nuestro para una dosificación de 210 kg/cm<sup>2</sup> y con una dosificación del 30% de yeso con respecto al agregado fino y 12 kg/m<sup>3</sup> de microfibras con respecto al peso unitario del concreto se obtuvo una resistencia a la compresión de 130.57 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días y 179.37 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 21.27 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

Según el autor (Quintanilla Quispicusi Celso Alberto, 2021) menciona que en el ensayo a la resistencia a la tracción indirecta de la muestra adicionando microfibra de polipropileno en diferentes dosificaciones alcanzo un máximo de 44.54 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, así mismo en la resistencia a la flexión este alcanzo 55.12 KN a los 28 días, en nuestro caso se obtuvo en ensayo de la resistencia a la tracción indirecta la muestra con dosificación del 30% de yeso con respecto al agregado fino y 12 kg/m<sup>3</sup> microfibras con respecto al peso unitario del concreto, alcanzo 19.20 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de resistencia a la tracción indirecta y 31.23 KN de resistencia a la flexión estos a los 28 días.

## CONCLUSIONES

- ✓ La durabilidad del agregado para un concreto ligero estructural es lo normal como se está estudiando, así mismo se realizó este estudio del yeso reemplazando en diferentes dosificaciones al agregado fino, este con resultados positivos, ya que dos de las dosificaciones cumplen con el diseño patrón general, concluyendo que la adición de yeso y microfibras si mejora en la disminución del peso con respecto al patrón general, estos sin alterar su resistencia que se requiere.
- ✓ La influencia de la incorporación al agregar yeso y microfibras en la resistencia a compresión y tracción del concreto estructural se dio en beneficio ya que el patrón general y el patrón (-)(+) cumplen con la resistencia requerida, en resistencia a la compresión se tiene el diseño ( - ) ( + ) alcanzo un 217.8 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, el patrón promedio alcanzo 211.27 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y con la resistencia a la tracción indirecta el patrón ( - ) ( + ) alcanzo el mayor con 19.20 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.
- ✓ La influencia de la incorporación al agregar yeso y microfibras en la resistencia a flexión del concreto ligero es deficiente ya que el patrón general nos arrojó un 40.57 KN a los 28 días y el patrón de más eficiencia en las demás propiedades ( - ) ( + ) se vio en decreciente alcanzando un 31.23 KN a los 28 días de la resistencia a la flexión.
- ✓ Con una comparación del peso unitario de todas las muestras mediante el patrón general nos indicas que si cumplen con el peso unitario exigido este estando por debajo de los 1900 kg/m<sup>3</sup> que se considera como concreto ligero.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda usar las microfibras en el concreto en dosificaciones de aproximadamente a los 4 kg/m<sup>3</sup> con respecto al peso unitario del concreto diseño para lograr una resistencia máxima a la compresión.
- ✓ Se recomienda usar el yeso en el concreto en dosificaciones de aproximadamente al 20% con respecto al agregado fino.
- ✓ Para investigaciones futuras, considere hacer una comparación entre microfibras y fibras de acero para analizar los beneficios de las propiedades mecánicas del concreto de una manera que brinde educación e información en el entorno de la industria de la construcción.
- ✓ Para investigaciones futuras, considere hacer una comparación entre yeso y fibras de acero para analizar los beneficios de las propiedades mecánicas del concreto de una manera que brinde educación e información en el entorno de la industria de la construcción.
- ✓ Se recomienda cumplir con la Norma Técnica Peruana (NTP) NTP 339.084:2012 CONCRETO.
- ✓ Se recomienda realizar el diseño de mezcla con el método del comité 211 ACI, donde es más práctico la obtención de resultados.
- ✓ La eficiencia de las condiciones de operación del yeso y microfibras en el concreto se vio de gran aprendizaje ya que a un inicio no se conocía las reacciones del yeso por su prematuro fraguado y realizando varios ensayos se logró tener obtener una condición de agregar el agua en pequeñas proporciones hasta llegar a un mezclado homogéneo para su realizar las probetas, por lo tanto recomendamos realizar esta técnica en futuras investigaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

“Análisis comparativo del módulo de elasticidad a compresión y peso volumétrico de concretos convencionales y concretos ligeros fabricados con perlas de poliestireno expandido (PPE)”. (s. f.).

Bravo, J. S. C. (s. f.). INFLUENCIA DEL YESO RESIDUAL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO.

Custodio Rodríguez, A. (2018). Beneficios al incorporar aditivo plastificante e incorporador de aire en el concreto en la ejecución de proyectos de pistas y veredas del Distrito de Vicco – Pasco. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión - Pasco.

El-proyecto-de-investigación-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf. (s. f.).

Hernández-Sampieri, R. (s. f.). Recolección de datos cuantitativos.

«Incremento de las prestaciones físico-mecánicas de un concreto permeable ante solicitaciones estáticas dopando la matriz con PET y microfibras», María Gómez, 2022. (s. f.).

Muñoz, A. J. C. (s. f.). EVALUACIÓN DE UNA MEZCLA DE CONCRETO DE 3000 PSI MODIFICADO CON RESIDUO DE MINERÍA DE YESO NO TRATADO QUÍMICAMENTE.

Pino Moscoso, R., & Valencia Vargas, J. C. (2016). Análisis De La Influencia De La Incorporación De Microfibra De Polipropileno En Las Propiedades Físico Mecánicas De Un Concreto De Calidad  $F'_c=210$  Kg/Cm<sup>2</sup>, Elaborado Con Cemento Tipo He Y Agregados De Las Canteras De Cunyac Y Vicho. Cusco - Perú.

Quintanilla Quispicusi Celso Alberto. (2021). Análisis de contracción con adición de microfibras de polipropileno tramo Cusco-Chincheros km 0+000 al 1+400 del año 2021. Cusco - Perú. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85729>

«REFRENTADO DE PROBETAS, USANDO YESOS DE ALTA RESISTENCIA, PARA DETERMINAR EL ESFUERZO EN COMPRESIÓN DEL CONCRETO», Omar González Campos, 2018. (s. f.).

# **ANEXOS**

### Matriz de consistencia

TÍTULO: “Mejora de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023”						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENCION	INDICADORES	METODOLOGIA
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variable Dependiente</b>		Resistencia a la compresión	<b>METODO DE INVESTIGACION:</b> Científico <b>DISEÑO DE INVESTIGACION:</b> Experimental <b>TIPO DE INVESTIGACION:</b> Aplicada <b>ENFOQUE DE INVESTIGACION:</b> Cuantitativo <b>NIVEL DE INVESTIGACION:</b> Explicativa <b>POBLACION:</b> 108 muestras  <b>MUESTRA:</b> 54 probetas para resistencia a la compresión 54 probetas para resistencia a la tracción indirecta 54 probetas para resistencia a la tracción indirecta
¿Cómo mejora la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023?	Determinar el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023.	La resistencia del concreto ligero mejorara utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023.	Resistencia de compresión del concreto ligero.	Propiedades mecánicas	Resistencia a la tracción indirecta Resistencia a la flexión	
Problemas Específicos	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicos</b>	<b>Variable Independiente</b>			
¿Cómo será las propiedades físicas del concreto en estado fresco en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023?	Determinar las propiedades físicas del concreto en estado fresco en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023	Las propiedades físicas del concreto en estado fresco serán las adecuadas en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023	Yeso y Microfibras.	Dosificación	Yeso: 30%, 40% y 50% Microfibras: 4 kg/m <sup>3</sup> , 8 kg/m <sup>3</sup> y 12 kg/m <sup>3</sup>	
¿Cuál es la dosificación en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023?	Determinar la dosificación en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023	Se conseguirá una dosificación optima en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023				
¿Cuál será el peso unitario en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023?	Determinar el peso unitario en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023	El peso unitario será el adecuado en el mejoramiento de la resistencia del concreto ligero utilizando yeso y microfibras, Pasco 2023				

**FUENTE:** Elaboración Propia

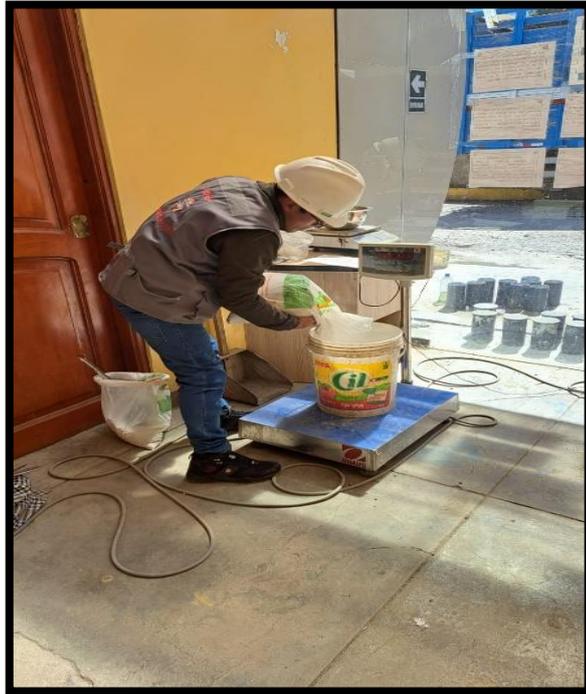
## PANEL FOTOGRAFICO



**Fotografía 1.- Pesando el agregado grueso**



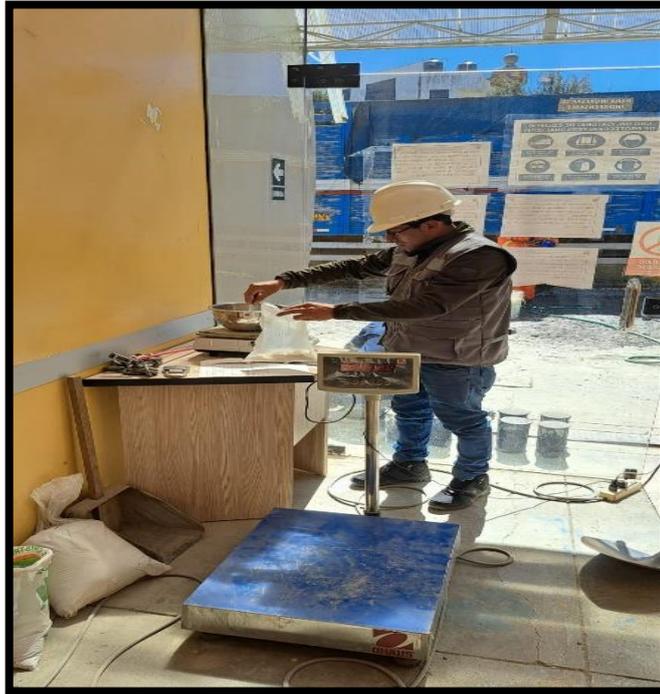
**Fotografía 2.- Pesando el agregado fino**



**Fotografía 3.- Pesando yeso**



**Fotografía 4.- Pesando el agua**



**Fotografía 5.- Pesando la microfibra**



**Fotografía 6.- Verificando el peso de las fibras según el diseño**



**Fotografía 7.- Peso de la microfibra según el diseño**



**Fotografía 8.-Pesando el cemento**



**Fotografía 9.- Comprobando el peso del cemento**



**Fotografía 10.- Mezclando parte del yeso y cemento con el agregado grueso**



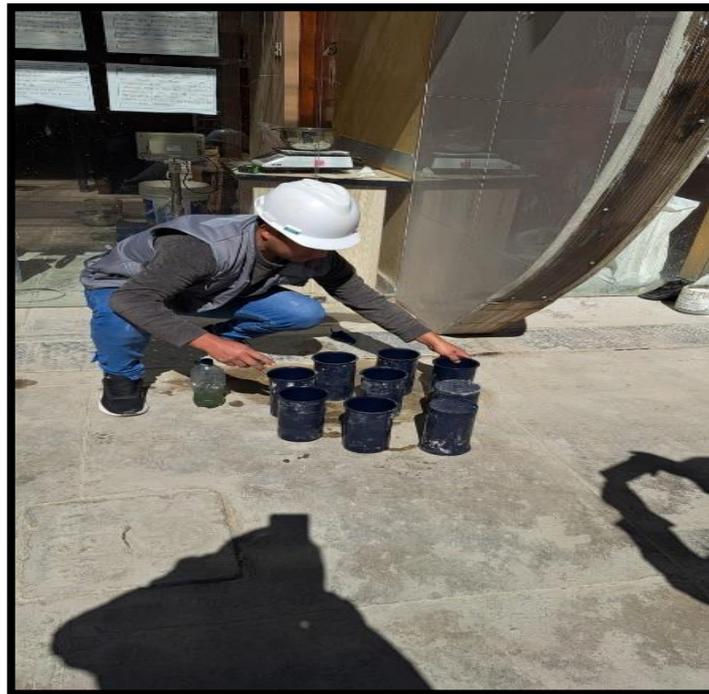
**Fotografía 11.- Extendiendo la combinación del yeso, cemento y agregado grueso**



**Fotografía 12.- Primera combinación puesta al ambiente para su secado y posterior mezclado**



**Fotografía 13.- Materiales listos para el mezclado**



**Fotografía 14.- Embadurnado de probetas plásticas con desmoldante**



**Fotografía 15.- Sellando la abertura de la base de las probetas**



**Fotografía 16.- Colocando materiales en el trompo**



**Fotografía 17.- Esparciendo la microfibra durante el mezclado**



**Fotografía 18.- Completando el agua restante para el mezclado**



**Fotografía 19.- Vista del mezclador durante el movimiento**



**Fotografía 20.- Verificando que la mezcla sea homogénea antes del segundo tiempo de mezclado según normativa**



**Fotografía 21.- Midiendo la temperatura del concreto**



**Fotografía 22.- Ensayo para determinar el asentamiento**



**Fotografía 23.- Comenzando el llenado de probetas con la primera capa y varillado**



**Fotografía 24.- Llenado de la última capa de concreto en la probeta**



**Fotografía 25.- Enrasado de las probetas**



**Fotografía 26.- Probetas terminadas**



**Fotografía 27.- Vista de la falla a compresión del ensayo a compresión de las probetas**



**Fotografía 28.- Retirando la probeta de la prensa con ayuda del operador**



**Fotografía 29.-Vista de la falla a tracción indirecta**



**Fotografía 30.- Vista de la falla a flexión de las vigas realizadas**



**Fotografía 31.- Resultado de la viga patrón del ensayo a flexión**