

**UNIVERSIDAD CATOLICA DE TRUJILLO**  
**BENEDICTO XVI**  
**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA**  
**CIVIL**



**“INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE CAUCHO RECICLADO COMO  
REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO SOBRE LAS PROPIEDADES  
MECANICAS DE UN CONCRETO ESTRUCTURAL”**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**AUTORES**

Br. Avalos Mendez, Marlon Marcial

Br. Galarreta Carranza, Cristian Alexander

**ASESOR(A)**

Mg. Alva Reyes, Luis Alberto

**LINEA DE INVESTIGACIÓN**

Vivienda, saneamiento y transporte

**TRUJILLO - PERU**

**2022**



## Acta de Presentación, Sustentación y Aprobación de Tesis para obtener la Titulación Profesional

En la ciudad de Trujillo, a los 30 días del mes de abril del 2022, siendo las 08:15 horas se reunieron los miembros del Jurado designado por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura para evaluar la tesis de Titulación Profesional en

### INGENIERIA CIVIL

(Indicar el Programa de Estudios)

Especialidad: \_\_\_\_\_  
(De ser el caso)

mediante la Modalidad de Presentación, Sustentación y Aprobación de Tesis de(l) (la)

**Bachiller:** AVALOS MENDEZ MARLON MARCIAL  
(Apellidos y Nombres)

quien desarrolló la Tesis Titulada:

“INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE CAUCHO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO SOBRE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UN CONCRETO ESTRUCTURAL”

Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (la) mencionado(a) Bachiller fue

APROBADO  
(Aprobado o desaprobado (\*\*))

por

UNANIMIDAD  
(En caso de ser aprobado: Unanimidad o mayoría o grado de excelencia (\*\*))

emitiéndose el calificativo final de

DIECISIETE  
(Letras)

17  
(Números)

Siendo las 09:00 horas concluyó la sesión, firmando los miembros del Jurado.

**Presidente:** Mg. Ing. Fernando Aristides Saldaña Milla  
(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)

(Firma)

**Secretario:** Mg. Ing. John Piter Bejarano Guevara  
(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)

(Firma)

**Vocal:** Mg. Ing. Luis Alberto Alva Reyes  
(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)

(Firma)

(\*) Desaprobado: 0-13; Aprobado: 14-20

(\*\*) **Mayoría:** Dos miembros del jurado aprueban; **Unanimidad:** todos los miembros del jurado aprueban; **Grado de excelencia:** promedio 19 a 20



## Acta de Presentación, Sustentación y Aprobación de Tesis para obtener la Titulación Profesional

En la ciudad de Trujillo, a los 30 días del mes de abril del 2022, siendo las 08:15 horas se reunieron los miembros del Jurado designado por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura para evaluar la tesis de Titulación Profesional en

### INGENIERIA CIVIL

(Indicar el Programa de Estudios)

Especialidad: \_\_\_\_\_  
(De ser el caso)

mediante la Modalidad de Presentación, Sustentación y Aprobación de Tesis de(1) (la)

**Bachiller:** GALARRETA CARRANZA CRISTIAN ALEXANDER  
(Apellidos y Nombres)

quien desarrolló la Tesis Titulada:

“INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE CAUCHO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO SOBRE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UN CONCRETO ESTRUCTURAL”

Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (1a) mencionado(a) Bachiller fue

APROBADO por UNANIMIDAD  
(Aprobado o desaprobado (\*\*)) (En caso de ser aprobado: Unanimidad o mayoría o grado de excelencia (\*\*))

emitiéndose el calificativo final de DIECISIETE 17  
(Letras) (Números)

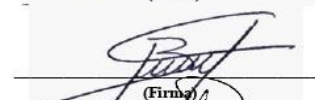
Siendo las 09:00 horas concluyó la sesión, firmando los miembros del Jurado.

**Presidente:** Mg. Ing. Fernando Aristides Saldaña Milla  
(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)



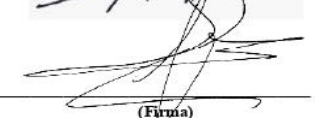
(Firma)

**Secretario:** Mg. Ing. John Piter Bejarano Guevara  
(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)



(Firma)

**Vocal:** Mg. Ing. Luis Alberto Alva Reyes  
(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)



(Firma)

(\*) Desaprobado: 0-13; Aprobado: 14-20

(\*\*) **Mayoría:** Dos miembros del jurado aprueban; **Unanimidad:** todos los miembros del jurado aprueban; **Grado de excelencia:** promedio 19 a 20

# FORMULARIO DE CESIÓN DE DERECHOS PARA LA PUBLICACIÓN DIGITAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Moche 2 de mayo del 2022

A: Mg. Breitner Díaz Rodríguez

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Nombres y apellidos de cada investigador(a):

Yo  Nosotros (as) X

Br. Avalos Mendez Marlon Marcial

Br. Galarreta Carranza Cristian Alexander

Autor (es) de la investigación titulada:

INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE CAUCHO RECICLADO COMO  
REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO SOBRE LAS PROPIEDADES  
MECANICAS DE UN CONCRETO ESTRUCTURAL.

Sustentada y aprobada el 30 de abril del 2022 para optar el Grado Académico/ Título  
Profesional de:

INGENIERO CIVIL

**CEDO LOS DERECHOS** a la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI para publicar por plazo indefinido la versión digital de esta tesis en el repositorio institucional y otros, con los cuales la universidad firme convenio, consintiendo que cualquier terceropodrá acceder a dicha obra de manera gratuita pudiendo visualizarlas, revisarlas, imprimirlas y/o grabarlas siempre y cuando se respeten los derechos de autor y sea citada correctamente. En virtud de esta autorización, la universidad podrá reproducir mitesis en cualquier tipo de soporte, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la tesis o trabajo de investigación es una creación de mi autoría o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultada(o)(s) a conceder la presente autorización y además declaro bajo juramento que dicha tesis no infringe los derechos de autor de terceras personas.

Asimismo, declaro que el CD-ROM que estoy entregando a la UCT, con el archivo en formato PDF y WORD (.docx), como parte del proceso de obtención del Título Profesional o Grado Académico, es la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado.

Por ello, el tipo de acceso que autorizo es el siguiente: (Marcar con un aspa (x); una opción)

Categoría de Acceso	Descripción del Acceso	Marcar con acceso
ABIERTO	Es público y será posible consultar el texto completo. Se podrá visualizar, grabar e imprimir.	X
RESTRINGIDO	Solo se publicará el abstract y registro del metadato con información básica.	

#### OPCIONAL – LICENCIA CREATIVE COMMONS.

Una licencia **Creative Commons** es un complemento a los derechos de autor que tiene como fin proteger una obra en la web. Si usted concede dicha licencia mantiene la titularidad y permite que otras personas puedan hacer uso de su obra, bajo las condiciones que usted determine.

No, deseo otorgar una licencia Creative Commons

Si, deseo otorgar una licencia Creative Commons **X**

Si opta por otorgar la licencia Creative Commons, seleccione una opción de los siguientes permisos:

<b>CC-BY:</b> Utilice la obra como desee, pero reconozca la autoría original. Permite el uso comercial.	<b>X</b>
<b>CC-BY-SA:</b> Utilice la obra como desee, reconociendo la autoría. Permite el uso comercial del original y la obra derivada (traducción, adaptación, etc.), su distribución es bajo el mismo tipo de licencia.	<input type="checkbox"/>
<b>CC-BY-ND:</b> Utilice la obra sin realizar cambios, otorgando el reconocimiento de autoría. Permite el uso comercial o no comercial.	<input type="checkbox"/>
<b>CC-BY-NC:</b> Utilice la obra como desee, reconociendo la autoría y puede generar obra derivada sin la misma licencia del original. No permite el uso comercial.	<input type="checkbox"/>
<b>CC-BY-NC-SA:</b> Utilice la obra reconociendo la autoría. No permite el uso comercial de la obra original y derivada, pero la distribución de la nueva creación	<input type="checkbox"/>
<b>CC-BY-NC-ND:</b> Utilice y comparte la obra reconociendo la autoría. No permite cambiarla de forma alguna ni usarlas comercialmente.	<input type="checkbox"/>

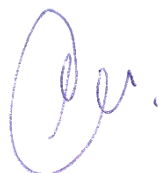
Datos del investigador (a)

**Nombres y Apellidos:** Marlon Marcial Avalos Mendez

**DNI:** 7 1 3 2 2 2 3 5

**Teléfono celular:** 990000269

**Email:** [marlon.avalos@uct.edu.pe](mailto:marlon.avalos@uct.edu.pe)



---

**Firma**

Datos del investigador (a)

**Nombres y Apellidos:** Cristian Alexander Galarreta Carranza

**DNI:** 77051418

**Teléfono celular:** 996011300

**Email:** [cristian.galarreta@uct.edu.pe](mailto:cristian.galarreta@uct.edu.pe)



---

**Firma**

## **AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**Monseñor Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.**

Fundador y Gran Canciller de la UCT Benedicto XVI

**Monseñor Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.**

Rector

**Dra. Silvia Valverde Zavaleta**

Vicerrectora Académica

**Dr. Carlos Alfredo Cerna Muñoz PhD.**

Vicerrector de Investigación

**Mg. Breitner Díaz Rodríguez**

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

**Mons. Ricardo Exequiel Angulo Bazauri**

Gerente de Desarrollo Institucional

**Ing. Marco Antonio Dávila Cabrejos**

Gerente de Administración y Finanzas

**Mg. José Andrés Cruzado Albarrán**

Secretario General



## **APROBACION DEL ASESOR**

Yo Mg. Luis Alberto Alva Reyes con DNI N° 42013371 como asesor del trabajo de investigación “INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE AGREGADO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO QUE MEJORA LAS

PROPIEDADES DE UN CONCRETO  $F'C=210 \text{ KG/CM}^2$ ” desarrollada por los bachilleres Carrillo Rojas, Ricardo Wilfredo y Vasquez Silvestre, Jorge Junior con DNI 45393679 y DNI 75098020 respectivamente, egresados del Programa Profesional de Ingeniería Civil, considero que dicho trabajo de titulación reúne los requisitos tanto técnicos como científicos y corresponden con las normas establecidas en el reglamento de titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en normativa para la presentación de trabajos de titulación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por la comisión de la clasificación designado por el Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

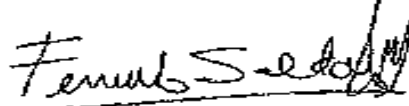


---

FIRMA DIGITAL

Mg. Luis Alberto Alva Reyes  
**2.1. ASESOR**

**PAGINA DE JURADO**



---

Mg. Fernando Arístides Saldaña Milla

**PRESIDENTE**



---

Mg. John Piter Bejarano Guevara

**SECRETARIO**



---

Mg. Luis Alberto Alva Reyes

**VOCAL**

## **DEDICATORIA**

***A Dios***

*Por iluminarme y guiarme por el sendero del bien y  
lograr concluir mi carrera profesional.*

***A mis padres***

*A mi Madre por darme las fuerzas para seguir adelante y a  
mi Padre por los consejos y apoyo para hacer de  
mí una mejor persona.*

***A mis abuelos Luz y Hugo***

*Quienes me brindaron el cariño, afecto, enseñanzas, mensajes de  
aliento y por su excelente manera de instruirme para  
afrentar la realidad de la vida.*

***Cristian Alexander Galarreta Carranza***

***Autor***

## **DEDICATORIA**

***A nuestro señor Jesucristo.***

*Por darme salud y bondad, por permitirme la oportunidad de lograr uno de mis objetivos en mí vida, superando paso a paso cada caída, saliendo con mucha más fuerza.*

***A mis padres.***

*Por su apoyo incondicional y su sacrificio que sin ellos no hubiera logrado culminar con éxito esta etapa,*

***A mis amigos***

*Que fueron el motivo de poder seguir este camino y no dejarlo de lado siguiendo luchando en lo que me propuse en un principio con ellos*

***Marlon Marcial Avalos Méndez***

***Autor***

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por habernos iluminado y bendecido durante nuestros 5 años de  
nuestra carrera profesional.*

*A nuestros padres por brindarnos el apoyo incondicional en los obstáculos  
presentados y así  
culminar nuestra carrera con toda satisfacción del mundo.*

*A nuestros docentes, por brindarnos su paciencia y conocimiento, en especial  
a nuestro asesor  
Ing. Luis Alberto Alva Reyes por brindarnos su confianza, sacrificio y consejos  
cada vez que hemos necesitado de ello.*

***Los Autores***

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Avalos Mendez Marlon Marcial con DNI 71322235 y Cristian Alexander Galarreta Carranza con DNI 77051418, egresados del Programa de Estudios de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, damos fe que hemos seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos emanados por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: “Influencia Del Porcentaje De Caucho Reciclado Como Reemplazo Del Agregado Grueso Sobre Las Propiedades Mecánicas De Un Concreto Estructural”, el cual consta de un total de 74 páginas, en las que se incluye 18 tablas y 13 figuras, más un total de IX páginas en anexos.

Dejamos constancia de la originalidad y autenticidad de la mencionada investigación y declaramos bajo juramento en razón a los requerimientos éticos, que el contenido de dicho documento, corresponde a nuestra autoría respecto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizamos que los fundamentos teóricos están respaldados por el referencial bibliográfico, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual es de nuestra entera responsabilidad. Se declara también que el porcentaje de similitud o coincidencia es de 19%, el cual es aceptado por la Universidad Católica de Trujillo.

Los autores

---

DNI 71322235

Avalos Mendez Marlon Marcial

---

DNI 77051418

Galarreta Carranza Cristian Alexander

## INDICE DE CONTENIDO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS .....	2
DEDICATORIA.....	11
AGRADECIMIENTO .....	13
RESUMEN .....	20
ABSTRACT.....	21
CAPITULO I.....	22
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	22
1.1. Planteamiento del Problema.....	22
1.2. Formulación del Problema .....	23
1.2.1. Problema General .....	23
1.2.2. Problemas Específicos .....	23
1.3. Formulación de Objetivos.....	23
1.3.1. Objetivo General.....	23
1.3.2. Objetivos Específicos.....	23
1.4. Justificación de la Investigación.....	24
1.4.1. Justificación Tecnológica .....	24
1.4.2. Justificación Económica.....	24
1.4.3. Justificación Socio-ambiental.....	24
CAPITULO II .....	25
MARCO TEORICO .....	25
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	25
2.2. Bases teórico científicas: .....	30
2.2.1. Concreto .....	30
2.2.2. Caucho Reciclado .....	40
2.2.3. Propiedades Del Concreto.....	45
2.3. Definición de términos básicos .....	46
2.4. Formulación de hipótesis .....	47
2.4.1. Hipótesis general .....	47
2.4.2. Hipótesis específicas .....	47
2.5. Operacionalización de variables.....	48
CAPITULO III.....	49
METODOLOGÍA .....	49

3.1.	Tipo de investigación.....	49
3.2.	Diseño de investigación .....	49
3.3.	Población, muestra y muestreo.....	49
3.4.	Técnicas e instrumentos de recojo de datos.....	50
3.5.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	51
3.6.	Ética investigativa.....	53
<b>CAPITULO IV .....</b>		<b>54</b>
<b>RESULTADOS .....</b>		<b>54</b>
4.1.	Presentación y análisis de resultados .....	54
4.1.1.	Determinación del porcentaje óptimo de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la compresión .....	54
4.1.2.	Determinación del porcentaje óptimo de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la flexión .....	55
4.1.3.	Análisis de la variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural .....	56
4.1.4.	Análisis de la variación de la resistencia a la flexión con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural .....	57
4.1.5.	Comparación de los costos de concretos estructurales con porcentaje de caucho reciclado como reemplazo de agregado grueso con respecto a un concreto estructural normal	58
4.2.	Prueba de hipótesis: .....	60
4.2.1.	Determinación del porcentaje óptimo de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la compresión (ANOVA) .....	60
4.2.2.	Determinación el porcentaje óptimo de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la flexión (ANOVA).....	61
4.2.3.	Análisis de la variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural (TUKEY).....	62
4.2.4.	Análisis de la variación de la resistencia a la flexión con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural .....	63
4.2.5.	Determinar la influencia del porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso sobre las propiedades de un concreto estructural .....	64
4.3.	Discusión de resultados:.....	66
<b>CAPITULO V.....</b>		<b>68</b>
<b>CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS .....</b>		<b>68</b>
5.1.	Conclusiones .....	68



5.2. Sugerencias .....	69
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA.....	70

## INDICE DE TABLAS

Tabla. 1 Peso unitario de un concreto.....	31
Tabla. 2 Resistencia a la compresion de un concreto.....	31
Tabla. 3 Cemento y sus aplicaciones .....	33
Tabla. 4 Operacionalización de variable del proyecto de tesis .....	48
Tabla. 5 Muestras de probetas .....	50
Tabla. 6 Diagrama de flujo .....	52
Tabla. 7 Resistencia a la compresión de concreto con diferentes porcentajes de caucho reciclado .....	54
Tabla. 8 Resistencia a la flexión de concreto con diferentes porcentajes de caucho reciclado.....	55
Tabla. 9 Comparación de costos de concreto con respecto al porcentaje de caucho reciclado. ....	59
Tabla. 10 ANOVA para la resistencia a la compresión en kg/cm2 de concreto estructural con caucho reciclado .....	60
Tabla. 11 ANOVA para la resistencia a la flexión en kg/cm2 de concreto estructural con caucho reciclado .....	61
Tabla. 12 Prueba de Tukey (medias) para la resistencia a la compresión en kg/cm2 de concreto estructural con caucho reciclado.....	62
Tabla. 13 Prueba Tukey (medias) para la resistencia a la flexión en kg/cm2 de concreto estructural con caucho reciclado.....	63
Tabla. 14 Matriz de consistencia.....	71
Tabla. 15 Análisis de precios unitarios .....	71
Tabla. 16 Análisis de Precio unitarios al 5% .....	71
Tabla. 17 Análisis de precios unitarios al 7% .....	71
Tabla. 18 Análisis de precios unitarios al 10% .....	71

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura. 1 Analisis granulométrico.....</b>	<b>34</b>
<b>Figura. 2 Analisis Granilometrico de Agregados Grueso.....</b>	<b>35</b>
<b>Figura. 3 Ensayo de slump .....</b>	<b>38</b>
<b>Figura. 4 Proceso de curado para el concreto .....</b>	<b>39</b>
<b>Figura. 5 Reciclado de Neumáticos .....</b>	<b>41</b>
<b>Figura. 6 Proceso de caucho triturado.....</b>	<b>43</b>
<b>Figura. 7 Maquina de ensayo a la compresión .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura. 8 Maquina de ensayo a la flexión .....</b>	<b>46</b>
<b>Figura. 9 Línea de tendencia: Resistencia a la compresión vs porcentaje de caucho reciclado .....</b>	<b>57</b>
<b>Figura. 10 Línea de tendencia: Resistencia a la flexión vs porcentaje de caucho reciclado.....</b>	<b>58</b>
<b>Figura. 11 Comparación de costos de concreto estructural con respecto al porcentaje de caucho reciclado.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura. 12 Variación de resistencia a la compresión de concreto estructural con respecto al porcentaje de caucho reciclado .....</b>	<b>64</b>
<b>Figura. 13 Variación de la resistencia a la flexión para concreto estructural respecto al porcentaje de caucho reciclado .....</b>	<b>64</b>

## **GENERALIDADES:**

- **Título del Proyecto:**
  - INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE CAUCHO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO SOBRE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UN CONCRETO ESTRUCTURAL
- **Tesista/s:**
  - Br. AVALOS MENDEZ, MARLON MARCIAL
  - Br. GALARRETA CARRANZA, CRISTIAN ALEXANDER
- **Asesor/a:**
  - Mg. ALVA REYES, LUIS ALBERTO
- **Línea de investigación**
  - Vivienda, saneamiento y transporte
- **Tipo de investigación**
  - Aplicada
- **Localidad**
  - Moche – Trujillo – Perú
- **Duración del Proyecto**
  - 4 meses

## RESUMEN

Este proyecto de investigación, tuvo como finalidad determinar la influencia del porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso sobre las propiedades de un concreto estructural.

Para poder lograr este objetivo se usó el reemplazo de agregado grueso por el caucho reciclado en los porcentajes de 0%, 5%, 7% y 10%, se evaluó 60 probetas cilíndricas de 4"x8" para medir la resistencia a la compresión, se realizó bajo la norma ASTM C39 y también se evaluó 60 vigas para medir la resistencia a la flexión realizado bajo la normal ASTM C78, ambos ensayos tuvieron un tiempo de curado de 28 días.

Tuvo como conclusión que existe la influencia del porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso sobre las propiedades de un concreto estructural, teniendo así que esta es negativa ya que conforme se incrementa el porcentaje de caucho reciclado la resistencia tanto de compresión y flexión tienden a disminuir; señalando que los valores en resistencia a compresión lograron alcanzar la resistencia pedida de un concreto estructural.

**Palabras Clave:** caucho, concreto, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

## ABSTRACT

The purpose of this research project was to determine the influence of the percentage of recycled rubber as a replacement for coarse aggregate on the properties of structural concrete.

In order to achieve this objective, the replacement of coarse aggregate by recycled rubber was used in the percentages of 0%, 5%, 7% and 10%, 60 4"x8" cylindrical specimens were evaluated to measure the resistance to compression, It was carried out under the ASTM C39 standard and 60 beams were also evaluated to measure the flexural strength carried out under the ASTM C78 standard, both tests had a curing time of 28 days.

It concluded that there is an influence of the percentage of recycled rubber as a replacement for coarse aggregate on the properties of a structural concrete, thus considering that this is negative since as the percentage of recycled rubber increases, the resistance of both compression and bending tend to decrease. diminish; noting that the compressive strength values were able to reach the requested strength of a structural concrete.

**Keywords:** rubber, concrete, compressive strength, flexural strength.

# CAPITULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Planteamiento del Problema

A nivel mundial, el neumático en desuso se transforma en un gran problema. Por lo tanto, lo constituyen neumáticos en desecho o también es llamado como neumáticos fuera de uso, cuya disposición final genera diferentes problemas ambientales, así mismo, la parte de la problemática que genera es para su demolición una vez que hayan cumplido su vida útil. Por lo tanto, las implementaciones de los neumáticos han sido analizadas, estudiadas y fueron aplicadas en distintas partes del mundo.

Por otro lado, en el Perú, años anteriores se eliminaron en abundancia los neumáticos en desuso, algunos fueron calcinados en horno para obtener cemento o también fueron colocados en campos utilizados como tiraderos. Sabiendo que, esto genera un gran problema para la salud por difusión de componentes tóxicos, así mismo, también es perjudicado al medio ambiente. Por lo tanto, los neumáticos como un material conocido se han elaborado diversas investigaciones que dan como uso en el campo de construcción.

Finalmente, en la ciudad de Trujillo el uso del concreto elaborado con neumático reciclado demuestra ser un excelente agregado. Así mismo, en distintas investigaciones dan como respuesta favorable a la resistencia a la compresión del concreto, sabiendo que, el neumático cumple la función de agregado grueso. Por lo tanto, el presente proyecto de investigación evaluará la viabilidad técnica de integrar los residuos precedentes de los neumáticos como material reciclado reemplazando del agregado grueso para la elaboración del concreto.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál es la influencia del porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso sobre las propiedades mecánicas de un concreto estructural?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Cuál es el porcentaje óptimo de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la compresión de un concreto estructural?
- ¿Cuál es el porcentaje óptimo de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la flexión de un concreto estructural?
- ¿Cómo varía la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural?
- ¿Cómo varía la resistencia a la flexión con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural?
- ¿Cuál es la diferencia entre los costos de concretos estructurales con porcentaje de caucho reciclado como reemplazo de agregado grueso?

## **1.3. Formulación de Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

Determinar la influencia del porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso sobre las propiedades de un concreto estructural.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Determinar el porcentaje óptimo de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la compresión.
- Determinar el porcentaje óptimo de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la flexión.

- Analizar la variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural.
- Analizar la variación de la resistencia a la flexión con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural.
- Comparar los costos de concretos estructurales con porcentaje de caucho reciclado como reemplazo de agregado grueso con respecto a un concreto estructural normal.

#### **1.4. Justificación de la Investigación**

##### **1.4.1. Justificación Tecnológica**

La presente investigación propone elaborar un concreto con un nuevo agregado a base de neumáticos desechados. Así mismo, este concreto puede ser usado en los distintos campos constructivos a la vez en zonas de bajos recursos, ya que usa materiales con características similares que se encuentra en el mercado. Sin embargo, este residuo favorecerá al medio ambiente.

##### **1.4.2. Justificación Económica**

Con la elaboración de este residuo desechado, disminuye el costo de una construcción claramente. Así mismo, los ciudadanos de bajos recursos se les puede hacer más accesible construir sus viviendas ecológicas con este nuevo concreto con agregado de neumáticos.

##### **1.4.3. Justificación Socio-ambiental**

La elaboración del concreto a base de neumático desechado usado como agregado grueso se convertirá en nuevo material para la construcción, en lo cual se pueda construir en zonas de bajos recursos siendo un concreto reciclado; reduce la contaminación ambiental y a la vez, tiene características similares para una construcción. Así mismo, podrán observar la sociedad que este residuo desechado, puede ser reutilizable y viable.



## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.2. Antecedentes de la Investigación

Angulo y Duarte (2005), en Colombia, plantearon una tesis titulada “Modificación de un Asfalto con Caucho Reciclado de Llantas para su Aplicación en Pavimentos”, cuyo proyecto de investigación se enfocó en la elaboración de un asfalto con caucho de llantas con el propósito de usarlo en el campo de carreteras. Así mismo, para la elaboración del asfalto se tuvieron en cuenta la temperatura en función a la modificación, también se tuvo en cuenta el tiempo el tamaño de caucho reciclado y por último en función al porcentaje en peso. Tuvo como conclusión esta investigación que, este tipo de residuo sólido mejoro en las propiedades de torsión en la cual indica que obtuvo una resistencia elevada para la deformabilidad en asfalto, por lo tanto, es una alternativa para el medio ambiente

Kenneth (2008) nos dice que, en Estados Unidos elaboró “Recycled tire pavers” cuyo resumen nos dice que, este tipo de bloque de concreto a base de caucho contará con una parte inferior, superior y teniendo una forma simétrica de vista superior, también cuenta con un interconector llamado macho y que está ubicado en la parte de afuera de una pared lateral y también tiene un interconector hembra que está ubicado en la parte de abajo del bloque. Así mismo concluye que el interconector hembra es un tipo de hueco que adapta para recibir el interconector macho de un bloque de concreto similar.

Almeida (2011) Nos dice que, en Ecuador se realizó una tesis titulada “Utilización de Fibras de Caucho de Neumáticos Reciclados en la Elaboración de Bloques de Mampostería para Mitigar el Impacto Ambiental en el Cantón Ambato”, en donde se resume que este residuo sólido muestra una alternativa en la optimización del impacto ambiental, ya que este residuo provoca efectos negativos al medio ambiente y a los ciudadanos del cantón Ambato, por lo tanto se planea el uso de fibras de caucho de neumáticos utilizado en la mampostería, en lo cual se requiera la resistencia adecuada para su utilización. Como conclusión, da como resultado favorable para el uso de tabiquería el caucho de neumático con un porcentaje de 5%

en sustitución del agregado fino al tener una mayor resistencia, en lo que señala que es un material factible y amigable con el medio ambiente.

Torres (2014) Nos dice que, en Colombia se desarrolló una valorización en las características mecánicas y de durabilidad en el concreto agregando caucho reciclado. Por lo tanto, se desarrollaron cuatro prototipos de mezcla, donde la primera se desarrolló sin agregar el caucho reciclado, en la segunda se agregó un 10% de caucho reciclado sustituyendo al agregado fino, por último, en la tercera y cuarta se desarrolló agregando un 20% y 30% de reemplazo. En la cual se evaluaron los ensayos de la resistencia a la compresión y flexión, así mismo, se evaluaron los ensayos de durabilidad. Se evaluó las edades de 28 y 90 días de curado sabiendo que, en el caso del ensayo de la resistencia a la compresión se realizaron muestras a los 3, 7, 28 y 30 días de curado. Y tiene como resultados que el concreto a base de caucho reciclado pierde su resistencia en porcentajes elevados, en cambio el porcentaje de 10 % y 20% presentaron una similitud a largo plazo en la resistencia a la compresión.

Peñaloza (2015) en Bogotá, planteó una tesis titulada “Comportamiento Mecánico de una Mezcla para Concreto Reciclado Usando Neumáticos Triturados como Reemplazo del 10% y 30% de Volumen de Agregado Fino para un Concreto con Fines de Uso Estructural”, cuyo objetivo buscó la posibilidad de utilizar un material reciclado como agregado de reemplazo con los porcentajes de 10% y 30% sustituyendo a la arena en la mezcla para uso estructural. El tipo de concreto para uso estructural es diseñado de 21Mpa, en la cual se evaluará el ensayo de la resistencia a la compresión. Así mismo, sus tiempos de curado son de 7, 14 y 28 días, y dan como conclusión que el porcentaje óptimo como agregado fino es el 10%, lo cual alcanza la resistencia a la compresión en un tiempo de curado de 28 días bajo el diseño de concreto establecido de acuerdo las normas técnicas colombianas.

Pérez y Arrieta (2017) en Colombia, plantearon una tesis titulada “Estudio para Caracterizar una Mezcla de Concreto con Caucho Reciclado en un 5% en Peso Comparado con una Mezcla de Concreto Tradicional de 3500 psi”, en donde se resume que se formuló con un fin de poder usar el caucho reciclado como reemplazo al agregado grueso como también al agregado fino, sabiendo que en el tamiz 30 es fino y el tamiz 10 es grueso. Por lo tanto, el caucho reciclado debe cumplir en la construcción de acuerdo a las normas técnicas de

Colombia. Así mismo, se comparará con una mezcla tradicional de un concreto de resistencia a la compresión de 3500 psi con la mezcla de un concreto a base de caucho en 5% en peso en diferentes porcentajes. Entonces se realizaron pruebas en el laboratorio con respecto a un concreto tradicional de 3500 psi según la norma técnica colombiana 722, evaluando ensayo a la compresión y tracción indirecta de método brasilero con la norma técnica colombiana 673 con tiempo de curado de 7, 14, 21 y 28 días y con los porcentajes de 50 por ciento de agregado grueso y también 50 por ciento de agregado fino, así mismo, el 70 por ciento de agregado grueso y 30 por ciento de agregado fino, 30% de agregado grueso y 70% de agregado fino. Por último, en el que se concluye que obtuvo un mejor resultado en la resistencia a la compresión siendo el porcentaje de 30%/70% como reemplazando al agregado grueso y también al agregado fino con un valor de 2244 Psi dando una variación del 39% a la mezcla tradicional en un tiempo de curado de 28 días, pero el caucho tuvo un comportamiento uniforme en el concreto. Por la tanto, en la resistencia a la tracción indirecta se observó afectada por el reemplazo de caucho reciclado, pero a los 28 días se observó que recuperaba su resistencia a la tracción.

Gonzales (2017) En Guatemala, realizó una tesis llamada “Utilización de Granulado de Caucho Reciclado como Adición para Concreto Permeable para Uso en Estacionamientos Vehiculares” esta investigación buscó en agregar un nuevo material a la construcción como adición al concreto, a la vez trabaja de la mano con el medio ambiente para la optimización de residuos sólidos en la ciudad de Guatemala, es por ello que se determinó este residuo que mejora en la flexión del concreto, y como resultado se obtuvo en el desempeño en la flexión y es por ello que puede ser usado para estacionamientos vehiculares siendo un material de bajo costo, es decir que puedan adquirir personas de bajos recursos económicos.

Cabanillas (2017) en Cajamarca, realizó una tesis titulada “Comportamiento Físico Mecánico del Concreto Hidráulico Adicionando con Caucho Reciclado”, cuyo objetivo es adicionar el caucho reciclado en un concreto hidráulico y poder determinar su comportamiento físico mecánico, también su peso unitario en su influencia de sus características físicas. Por lo tanto, los porcentajes usados para la adición del caucho reciclado fueron 10%, 15% y 20% como sustitución del agregado fino, realizaron el ensayo a la compresión con un concreto

diseñado 210kg/cm<sup>2</sup>, teniendo tiempos de curado de 7, 14 y 28 día, en lo que se concluye que, hay una variación de 8.47% en la resistencia a la compresión en ambos diseños, lo cual el 10% de caucho reciclado dio como resultado una resistencia de 191.65kg/cm<sup>2</sup>, mientras el grupo control obtuvo una resistencia de 209.39kg/cm<sup>2</sup> y se obtuvo una diferencia de 38.15% en la resistencia a la compresión, así mismo el 15% de caucho reciclado obtuvo una resistencia a la compresión de 129.52 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente hubo una variación entre el concreto patrón con el concreto del 20% de caucho reciclado que fue de 46.13% y obtuvo una resistencia de 112.79 kg/cm<sup>2</sup>.

Suarez y Mujica (2016) en Cusco, plantearon una tesis titulada “Bloques de Concreto con Material Reciclable de Caucho para Obras en Edificación”, cuyo objetivo es analizar la influencia de caucho reciclado sustituyendo al agregado fino en la elaboración de bloques huecos de concreto, reemplazando en los porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20% 25% del agregado fino teniendo tiempos de curado de 7, 14 y 28 días, indicando que al momento de agregar el caucho reciclado no presenta una variación de 20% al compararlo a un concreto tradicional. Finalmente, concluye que de acuerdo a la relación a/c=0.89 sin reemplazo del agregado fino, se obtuvo una resistencia de 44.57kg/cm<sup>2</sup>, así mismo al aumentar el porcentaje de caucho reciclado, baja la resistencia y eso por eso que el porcentaje optimo es el 15% de caucho en volumen sustituyendo al agregado fino dando una resistencia de 39.92 kg/cm<sup>2</sup>.

Lesdama y Yauri (2018) Realizaron una tesis titulada “Diseño de Mezcla del Concreto para Elaboración de Adoquines con Material Reciclado de Neumáticos en la Provincia de Huancavelica”, en esta investigación permitió analizar el reemplazo del residuo desechado del caucho cuyo diseño es de un adoquín, ya que pueda cumplir con las especificaciones técnicas de lo que hoy en día se encuentran en el mercado de la construcción, por lo tanto, el polvo de neumático puede ser utilizado en la elaboración del concreto con una determinada proporción que será sustituido al agregado fino, en que concluye que, es accesible al uso para el campo de la construcción el polvo de neumático, ya que con los datos analizados se puede usar el 25% de polvo como agregado fino y no afecta a las características concreto, así mismo lo hace más liviano y a la vez trabaja de la mano con el medio ambiente ya que va a disminuir la contaminación ambiental.

Flores y Águila (2018) en Lima realizaron una tesis titulada “Análisis de Resistencia a la Compresión del Concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> Adicionando Caucho Reciclado para Estructuras de Albañilería Confinada”, cuyo objetivo es sustituir parcialmente el caucho reciclado como agregados en la resistencia a la compresión de un concreto diseñado 210 kg/cm<sup>2</sup>. Se realizaron con porcentajes de 5%, 10% y 15% sustituido al agregado fino y 5% y 10% sustituido como agregado grueso, en lo cual solo se determinará el ensayo de la resistencia a la compresión de acuerdo a la norma técnica peruana 339.034. Por lo tanto, se concluye que al momento de agregado como adición al caucho reciclado no aumenta su resistencia a la compresión, pero se mantiene con la resistencia del concreto diseñada para estructuras de albañilería.

Paiva (2019) planteó una tesis titulada “Diseño de Bloques de Concreto Utilizando el Caucho Sintético en Muros de Albañilería no Portantes en el Distrito de Chulucanas - 2019”, cuyo objetivo es aplicar en muros de albañilería ya que este residuo de neumático pretende elaborar nuevas alternativas para la construcción, es por ello que se realizaran con distintos porcentajes de 10%, 15% y 20% sustituyendo al agregado fino y esperando que puedan cumplir una resistencia requerida al concreto, se evaluara la resistencia a la compresión con las edades de 14, 21 y 28 días de curado. Por lo tanto, se concluyó que alcanzaron su resistencia a la compresión y es accesible en la utilización de muros de albañilería siendo el porcentaje óptico de 20% sustituyendo al agregado fino.

Farfán y Leonardo (2018) en Trujillo realizaron un artículo científico llamado “Recycled rubber in the compressive strenght and bending of modified concrete with plasticizing admixture”, cuyo resumen fue elaborar un concreto nuevo con residuo desechado a base de caucho que accede disminución y optimización de efectos negativos al medio ambiente. Por lo tanto, se evaluarán la resistencia de flexión y compresión con un concreto diseñado de 210 kg/cm<sup>2</sup> y se mejorará con un aditivo llamado plastificante, así mismo, se evaluará el tiempo de curado de 7, 14 y 28 días, utilizando distintos porcentajes de 5, 10 y 15% a base de caucho reciclado como agregado grueso. Por consiguiente, se consideraron tres fases experimentales en la cual, la primera fase es con caucho reciclado y aditivo plastificante. La siguiente fase es elaborada con dos grupos control. Y, por último, la tercera fase es sin aditivo plastificante y

con aditivo plastificante. Como resultado final dieron positivo la resistencia a la flexión y compresión, dando como resultado en la resistencia a la flexión con un valor de 81.86kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de 10% de caucho reciclado, así mismo la resistencia a la compresión con 218.45 kg/cm<sup>2</sup> y 212.33 kg/cm<sup>2</sup> siendo el porcentaje de 5% y 10% de caucho reciclado.

### **2.3. Bases teórico científicas:**

#### **2.3.1. Concreto**

Es tipo de material que viene proveniente de la roca y es obtenida por una combinación de piedra, grava, arena y entre otros agregados. Así mismo, hay momentos que se agrega aditivo y por lo tanto cambia las características del concreto en las cuales es el tipo de fraguado, durabilidad y ductilidad. (Lesdama y Yauri, 2018). Por consiguiente, el concreto tiene una baja resistencia a la tensión, pero si una alta resistencia a la compresión.

##### **Tipos de Concreto.**

*Concreto Estructural.* Este tipo de concreto se conforma a través de un concreto reforzado y simple.

*Concreto Simple.* Conforman con las propiedades de un concreto estructural pero no cuenta con aceros de refuerzos

*Concreto Reforzado.* Es aquel que presenta con las especificaciones de un concreto estructural para que pueda garantizar una resistencia a la tracción que es un complemento a la resistencia a la compresión.

**Clasificación de Concreto.** Los siguientes elementos más importante en una preparación de un diseño es según su peso unitario y su resistencia a la compresión.

*Según Su Peso Unitario.* La utilización de agregados es la utilización más común en la elaboración de un concreto, por lo tanto, el peso unitario está en el rango de 2300 kg/m<sup>3</sup>, sin embargo, se han elaborado para concretos pesados y ligeros. (Lesdama y Yauri, 2018).

**Tabla. 1***Peso unitario de un concreto*

Peso Unitario Aproximado Km/M <sup>3</sup>	Descripción
500 – 2.00	Concreto Ligero
2.100-2.500	Concreto normal
2.500-5.600	Concreto pesado

*Nota:* Lesdama y Yauri (2018)

***Según su Resistencia a la Compresión.***

Mayormente su resistencia se mide en un tiempo de curado de 28 días según el tipo de uso, sin embargo, para que pueda llegar a su resistencia diseñada se debe de realizar los ensayos correspondientes en el laboratorio según la norma técnica peruana. (Belito y Paucar, 2016).

**Tabla. 2***Resistencia a la compresión de un concreto*

Resistencia a la compresión		Descripción
Kg/cm <sup>2</sup>	p.s.i	
70-350	1.000-5.000	Normal
420-1.000	5.000-14.000	Alta resistencia
(+) de 1.000	(+) de 14.000	Ultra alta resistencia

*Nota:* Belito y Paucar (2016)

**Composición del Concreto.*****Cemento.***

Posee características cohesivas y adhesivas, por lo tanto, dichas características tienen la capacidad de unir con agregados para la elaboración de un concreto. Todo tipo de concreto son elaborados a base de cemento portland que mayormente su resistencia diseñada se mide a los 28 días. Así mismo también existen otros tipos de cemento portland que contienen otros componentes químicos, en la cual ocurre durante su tiempo de fraguado que afecta a su calor de hidratación que puede generar agrietamiento. (Lesdama y Yauri, 2018). Por lo tanto, el

concreto se expone a ser usado en diferentes lugares riesgosas. Existen cinco tipos de cemento portland, en las son:

***Cemento portland tipo I.*** Este se da a conocer como el material gris y es utilizado esencialmente en obras y estructuras civiles (Latorre y Rodrigues, 2008).

Especificando generalmente en obras de concreto cuando no se necesita de características especiales (NTP 334.009:2011) Siendo este puesto cuando no se hace presente factores agresivos como ataques de algunos sulfatos que se logran hallar en algunos suelos como también en aguas, o también en algunos concretos los cuales tiene una elevada temperatura dado dentro de la hidratación (Niño, 2010).

***Cemento portland tipo I (modificado o también especial).*** Este es un tipo de cemento el cual tiene más resistencia que el mismo tipo uno, primordialmente usado por constructoras parcializadas en el rubro (Latorre y Rodrigues, 2008).

***Cemento Portland tipo II.*** Este tipo de cemento está diseñado generalmente para obras de concreto y obras que estén a exposición leve de sulfatos o también cuando se quiere una elevación moderada de temperatura (Tipo II-MH) de hidratación (NTP 334.009:2011). Este tipo logra ser más utilizado en los pisos industriales.

***Cemento Portland tipo III.*** Este tipo se utiliza cuando se necesita una elevada resistencia inicial acompañada de un excesivo calor de hidratación (NTP 334.009:2011). Se logra poner en climas fríos o también cuando se necesita adelantar la construcción de servicios de la misma obra.

***Cemento Portland tipo IV.*** Este tipo se utiliza cuando se necesita un bajo calor de hidratación (NTP 334.009:2011). Mayormente para concreto masivo.

***Cemento Portland tipo V.*** Utilizado cuando se necesita una elevada resistencia a los sulfatos (NTP 334.009:2011).



**Tabla. 3***Cemento y sus aplicaciones*

<b>REQUISITOS FISICOS</b> NORMA ASTM NORMA TECNICA PERUANA	<b>TIPO I</b> ASTM C 150 NTP 334.009	<b>TIPO II</b> ASTM C 150 NTP 334.009	<b>TIPO V</b> ASTM C 150 NTP 334.009	<b>TIPO MS</b> ASTM C 1157 NTP 334.082	<b>IP, I(PM), ICo</b> ASTM C 595 NTP 334.090
<b>Resistencia a la compresión</b>					
3 días, kg/cm <sup>2</sup> . mín.	120	100	80	100	130
7 días, kg/cm <sup>2</sup> , mín.	190	170	150	170	200
28 días, kg/cm <sup>2</sup> , mín.	280*	280*	210	280*	250
<b>Tiempo de fraguado, min.</b>					
Inicial, mín	45	45	45	45	45
Final, max.	375	375	375	420	420
<b>Expansión en autoclave,</b>					
% máximo	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
<b>Resistencia a los sulfatos,</b>					
% máximo de expansión.	---	---	0.04*(14días)	0.10(6 meses)	0.10*(6 meses)
<b>Calor de hidratación,</b>					
7 días, máx, KJ/kg	---	290*	---	---	290*
28 días, máx, KJ/kg	---	---	---	---	330*

*Nota: Requisitos físicos del cemento según su tipo. Fuente: Vasquez (2009)*

Si en caso no encuentre un cemento requerido dentro de los cinco tipos, hay una alternativa al agregar un aditivo que puede cambiar las características del concreto

**Agua.** Este tipo de componente es empleado al momento de mezclar el concreto, así mismo debe ser un tipo de agua limpio y no de tener sales, ácidos entre otros componentes que puede ser perjudicable al concreto.

El agua natural también es llamado como agua potable que mayormente se usa para una elaboración de una mezcla de concreto, cuando se usa el agua contaminada o que contenga composiciones químicas, es perjudicado al concreto durante su tiempo de fraguado, también perjudica su resistencia a la compresión y provoca el efecto a la corrosión en un refuerzo de concreto armado. (Lesdama y Yauri, 2018). Es por eso que es evitable usar aguas contaminadas que pueden perjudicar al concreto al momento de su elaboración.

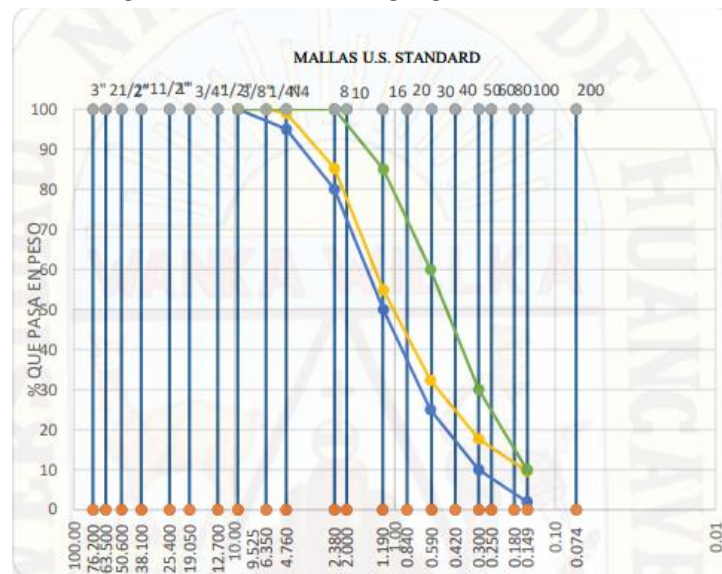
**Agregados.** Los agregados ocupan un aproximado de la cuarta parte en la elaboración del concreto y en función del costo es más bajo que el cemento, es recomendable utilizarlo en una cantidad elevada. Se utiliza tanto como agregado fino y grueso en la cual el fino está compuesto por arena y el grueso conforma a la grava. Estos materiales contienen su propia resistencia, pero no afecta el cemento hidráulico en su proceso de fraguado.

Estos tipos de agregados deben ser limpios y durables, pero si en caso vengan con otros tipos de partículas puede interceptarse en la adherencia de los agregados y del cemento. Por consiguiente, las características de los agregados afectan notablemente a la durabilidad el concreto. (Lesdama y Yauri, 2018). Existen dos tipos de agregados, en las cuales son:

**Agregado Fino.** De acuerdo a la norma técnica peruana es un tipo de agregado que pasa entre un tamiz N°4 al tamiz N°100 que se clasifica con canto rodado o arena natural, así mismo tiene un Módulo de fineza de 2.3 que se clasifica muy fina, pero si en caso tenga un módulo de fineza mayor a 3.1 se considera arena gruesa entonces si en casi se encuentra en un intervalo de 2.3 a 3.1 se le considera una arena mediana.

**Figura. 1**

*Análisis granulométrico de Agregado Fino*



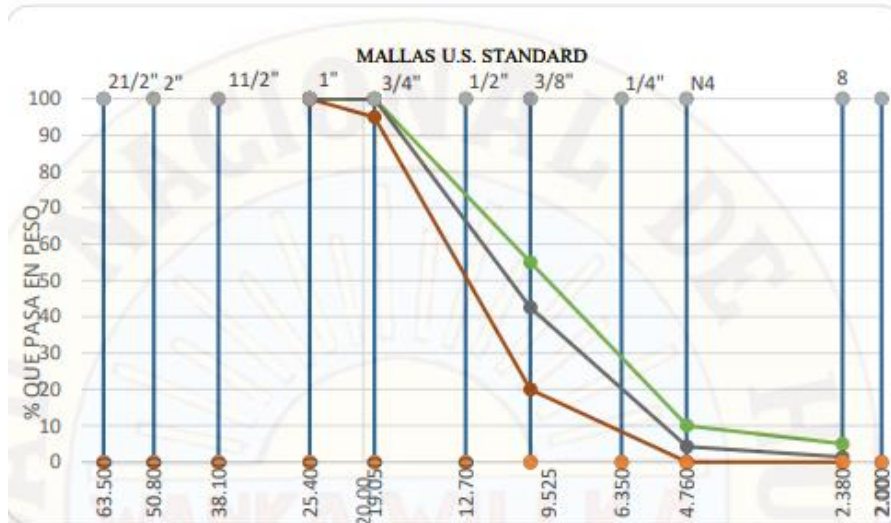
Nota: Lesdama y Yauri (2018)

**Agregado Grueso.** De acuerdo a la norma técnica peruana, se le considera agregado grueso cuando pasa por el tamiz N°4, se le puede considerar como un agregado mineral o material angular. No deben contener porosidad y/o formas alargadas. Si en caso existiera una forma angulosa o plana, es muy complicado para a la elaboración del concreto ya que evitara tener uniformidad consistente. Sin embargo, sea un agregado triturado cumple con

las especificaciones al momento de agregar a la mezcla y puede obtenerse un concreto con adherencia.

**Figura. 2**

*Análisis Granulométrico de Agregados Grueso*



*Nota:* Lesdama y Yauri (2018)

**Características del Agregado Fino.** Existen dos tipos de características en las

fueres son:

Tipo de obra a construir que conforman los siguientes aspectos:

- Resistencia.
- Durabilidad.
- Economía

Tipo de concreto a fabricar que conforman dependiendo al diseño estructural:

- Dureza.
- Resistencia.
- Graduación.
- Durabilidad.
- Limpieza.

## ***Efecto del Agregado Fino en el Concreto***

***Manejabilidad.*** También es llamado trabajabilidad, pero es asociado con la plasticidad que le accede moldearse y adaptarse al proceso del encofrado, también es un alcance de un concreto fresco que determina la precisión que posee un concreto al ser colocado. (Lesdama y Yauri, 2018). Hay causas que perjudican al concreto con respecto a su manejabilidad en las cuales son:

***La Buena Graduación.*** Se debe tener el agregado fino con una granulometría apropiada, ya que al momento de mezclar no presentara vacíos al concreto. Así mismo, si en caso haya vacíos serán parchados con el cemento para que se pueda obtener una mejor trabajabilidad y no contener porosidad. Entonces debemos de prevenir el uso de arenas muy finas para evitar la segregación el concreto. (Lesdama y Yauri, 2018). Por lo tanto, es recomendable utilizar un módulo de finura en un intervalo de 2.3 y 3.1.

***Forma y Textura del Agregado Fino.*** Los tipos de partículas aplanadas, alargadas o de una textura cubica tienden a necesitar una mayor cantidad de cemento, agua y arena debido a los enfrentamientos que originan entre sí. (Lesdama y Yauri, 2018).

***Arena con Relación a Piedra.*** Bajo este escenario la mezcla es un poco manejable, pero caso contrario si hay contenidos de arena muy elevada se da la obligación de adicionar más agua al cemento para que se dé una mezcla trabajable y que obtenga exudación y segregación. (Lesdama y Yauri, 2018).

***Segregación.*** Este tipo de efecto es la segregación de los tipos de materiales que conforman en una mezcla homogénea para la elaboración del concreto, en la cual debemos tener en cuenta que no tiene una uniformidad en todo el proceso de la mezcla. Por lo tanto, puede ser perjudicado por los diferentes tamaños granulométricos de los agregados, sin embargo, el agregado grueso provoca una asentación más rápida que el agregado fino en función a su gravedad. Este prototipo de efecto también puede perjudicar que el concreto puede obtener una resistencia muy baja, pero tiene mayor contracción. (Lesdama y Yauri, 2018). Mayormente la segregación ocurre al momento se da en una mezcla menos plástica y seca.

**Exudación.** La exudación se da cuando hay una elevada densidad que tienden asentarse en un concreto fresco recién colocado o también está en el tiempo de fraguado.

Así mismo también puede generar problemas en la elaboración del concreto, porque cuando hay una velocidad de evaporización es muy baja la exudación, por lo tanto, el agua es un material del concreto que tiene una baja densidad, así mismo tiende a aumentar una relación de agua – cemento y por consiguiente va a ver zonas porosas que disminuirá su resistencia. (Lesdama y Yauri, 2018). Finalmente, cuando se presenta una evaporación rápida va a tender ser mayor su exudación en la cual puede perjudicar fisuras al concreto.

**Temperatura.** Este factor es de suma importante al concreto, en la cual si el concreto está en proceso de elaboración en un clima calurosa su resistencia tiende a ser indeterminadamente bajo. (Lesdama y Yauri, 2018).

**Resistencia Mecánica.** Los agregados tienden a tener su resistencia mecánica de un concreto, en la cual hay factores que afectan su resistencia mecánica, en las cuales son:

- La granulometría es uno de los factores que favorece su resistencia, porque a través de la granulometría da una mejor compactación al concreto y favorece en su proceso de estado endurecido obteniendo una resistencia elevada. (Lesdama y Yauri, 2018).
- La textura y la forma de los agregados es uno de los principales factores que afecta la adherencia del concreto teniendo en cuenta que es preferible utilizar los agregados de forma rugosa y cubica, así mismo todo esto lleva a un aumento en su resistencia teniendo una correlación de los agregados de forma liza y canto rodado. (Lesdama y Yauri, 2018).
- La rigidez y su resistencia que también es de suma importancia en su resistencia del concreto, sin embargo, es muy distinto en su elasticidad y resistencia de diferentes agregados que contiene baja porosidad y densidad. (Lesdama y Yauri, 2018).

**Permeabilidad.** Consiste en la disposición del concreto que tiende a soportar la impregnación del agua y entre otras sustancias. Así mismo, la permeabilidad está en función de la porosidad del concreto, también debemos tener en cuenta la porosidad de los agregados. Para obtener una resistencia al concreto se debe de disminuir la permeabilidad. La permeabilidad también depende en la relación de agua-cemento y de los agregados por que

puede afectar su tiempo de fraguado. (Lesdama y Yauri, 2018). Por lo tanto, el concreto para que tenga una baja permeabilidad se requiere una relación de agua-cemento adecuado o precisa.

***Durabilidad.*** Para que pueda tener una mejor durabilidad el concreto, se debe de soportar los ataques químicos entre otros componentes que pueda afectar a la durabilidad del concreto. Se puede determinar un concreto durable cuando se mantenga el concreto en su estado original expuesto al ambiente. (Lesdama y Yauri, 2018).

***Apariencia.*** La apariencia va a depender del tipo de agregado que usaras para el concreto debido a que existen variedades de tamaños de agregados, pero para el agregado grueso es expuesto a alcanzar una superficie conglomerada

***Propiedades de un Concreto Fresco.*** El concreto va a depender mayormente de la relación agua-cemento, porque el concreto controlara su estado fresco en la parte de la construcción, pero dentro las propiedades de un concreto fresco esta su masa unitaria, exudación, segregación, el contenido de agua y aire.

***Trabajabilidad.*** Esta propiedad es la parte más importante en un concreto en estado fresco en lo cual cuando está en estado fresco se puede controlar la mezcla y también se puede vibrar y compactar al concreto como que también se puede colocar en los encofrados, por lo tanto, tiene una capacidad de ser controlado sin perjudicar en su resistencia y durabilidad. (Peñaloza, 2015). Finalmente podemos decir que la trabajabilidad o la manejabilidad está representado por su consistencia, plasticidad, cohesividad y su compacidad.

### **Figura. 3**

#### *Ensayo de Slump*



*Nota:* Peñaloza (2015)

**Fraguado.** Tenemos conocimiento que el fraguado es parte del proceso del concreto ya que pasa de estado plástico a sólido en lo cual al momento que paso de estado tiene reacciones químicas por agua al momento de la mezcla y por lo tanto es el que define precisamente la resistencia del concreto.

**Fraguado Inicial.** Este proceso se da cuando al momento de ser elaborada el concreto en probetas, luego se pone en pozo de curado o en agua. Así mismo en el transcurso del fraguado pierde su viscosidad y su temperatura (Peñaloza, 2015). Por lo tanto, podemos de que tiene reacciones químicas pero internas por los compontes que lleva el cemento.

**Fraguado Final.** Se da cuando ya tuvo un proceso desde cuando lo colocaron en un pozo de curado o en agua. Después acabado el tiempo en el pozo de curado, recién empieza su proceso endurecido que en lo cual nos indica que ya está hidratado, pero no por completo. (Peñaloza, 2015). Por lo tanto, para la elaboración de este fraguado se realiza bajo la Norma Técnica Peruana.

**Curado.** Este proceso también es unas de las más importantes después de un proceso de fraguado. Podemos decir que todo concreto diseñado debe tener un curado optimo ya que nos puede garantizar que el concreto elaborado obtenga su resistencia adecuada. (Peñaloza, 2015). Así mismo no podemos decir si el concreto está bien elaborado ya que a veces no sabemos si está bien hidratado o de repente no tuvo un buen proceso de curado adecuado o quizás también puede contener fisuras, por lo tanto, todos esos factores que puede contener el concreto puede ser perjudicado en su proceso más importante que es su resistencia y también está en su proceso de endurecimiento.

#### **Figura. 4**

*Proceso de curado para el concreto*



*Nota:* Peñaloza (2015)

### 2.3.2. Caucho Reciclado

**Caucho.** Este tipo de material es un polímero con diversas unidades que están adjuntadas por un elástico hidrocarburo. Actualmente existen varios artículos a base de caucho en lo cual te indica que es para distintos usos.

Este residuo sólido mayormente es usado para la producción de neumáticos, llantas y artículos de impermeabilidad y aislantes, así mismo, por tener unas propiedades muy buenas en la parte de elasticidad, sustancias alcalinas y resistencia a los ácidos. Es repugnante al agua, también es un aislante a la temperatura y a la electricidad. (Almeida, 2011).

**Neumáticos.** Es un compuesto base de bitadieno y estireno llamado polímero de caucho (SBR), tiene un porcentaje aproximado de un 25% de estireno o también con una mezcla de SBR y caucho natural. Así mismo, al momento de quemar los neumáticos sale humo negro y es porque tiene un compuesto llamado carbono y que tiene a elevarse en función de tenacidad y resistencia a la tracción, al desgaste y a la torsión. Además, consiste en tener fibras reforzadas que son los textiles y el acero, que mayormente es usado en una forma de hilo, que contribuye a los neumáticos en función de su resistencia. Por lo tanto, al momento de elaborar la mezcla se debe de adicionar un aditivo llamado plastificante para que le puede dar una mejor viscosidad a la mezcla. (Almeida, 2011).

El neumático tiene una variedad de compuestos y entre ellos son los agentes compuestos y naturales. Sin embargo, los principales constituyentes que conforman los neumáticos son el negro de carbono, polímeros y ablandadores. (Almeida, 2011).

Por siguiente, debemos tener una cuenta que, si un neumático de 9 kg está compuesto por 20% de fibra, 20% de acero, 60% de carbono y entre otros compuestos.

Por lo tanto, el neumático está dentro de un residuo urbano, ya que aborda por sus propiedades, tamaño e impacto ambiental. (Almeida, 2011).

**Reciclado de Neumático.** Tiene un 1.5% que recicla neumáticos en desuso, en lo cual tiene un porcentaje de 4.6% energéticamente, también tiene un 11.1% que se reencauchan y por último tiene un 82.4% que lo llevan al vertedero.



- Los neumáticos conforman parte de los residuos sólidos y son desechados en vertederos para que se disponga en cualquier tipo de uso, sin embargo, hay motivos negativos para este residuo sólido en cuales son: (Almeida, 2011).
- Este residuo sólido ocupa un gran espacio.
- Se presenta inconvenientes al momento de ser compactado.
- Por su textura, aglomera gran abundancia de aire y entre otros grasas que se puede convertir en boyas y rompen después de ser cubiertas por los rellenos sanitarios y vertederos.
- Son puntos para la abundancia de insectos, roedores y entre otros.
- Permanecen sin ningún uso por varios años, pero su componente de este residuo tiene una potencia de lixiviar altos componentes como el cadmio, cobre, plomo, cromo, zinc y entre otros tipos.

**Figura. 5**

*Reciclado de Neumáticos*



Nota: Almeida (2011)

**Composición y Estructura-** Se ha podido determinar que los neumáticos pueden conformar hasta un promedio de 200 elementos, en las cuales entre ellas están los metales y las diversas sustancias químicas. Sus partes de los neumáticos son los siguientes:

- Primer parte del neumático es la goma inferior, que consiste en tener una capa de caucho que se encuentra ubicado en la parte inferior y tiene como función de sellar la cámara de aire. (González, 2017).
- Y por último es la parte de la cascara del caucho, en lo cual tiene una conformidad por metales, textiles y entre otros, que ayudan a tener un soporte de carga y la presión en función a la velocidad y sin embargo brinda una estabilidad a obtener un mejor rendimiento. (González, 2017).

**Características.** Las características más importantes que contiene el caucho, son:

Una de las características es que el caucho es afectado en el cambio de la temperatura que afecta a su rigidez y a su estado de congelamiento.

El caucho presenta una deformación por su plasticidad.

Contiene una densidad en un intervalo de 0.950 a 0.934.

Obtiene una capacidad de absorber agua y para las sustancias de colorantes, resinas, azufre y entre otras sustancias más. (González, 2017).

**Propiedades.** Este residuo sólido está compuesto por moléculas llamadas isopreno, en lo cual conforma con una resistencia que puede soportar esfuerzos sin ser fracturado. Por consiguiente, presentaremos las propiedades más importantes de caucho en las cuales son:

**Dureza.** Es la propiedad más importante para los comerciantes de caucho, por lo tanto, presenta una rigidez frente los esfuerzos moderados, ya que tiene distintos usos al que puede ser sometido. El uso más común de medir su durabilidad del caucho es el método de la escalera de SAHORE y conforma con un equipo llamado durómetro. Hay una excepción al medir una llanta con la escalera de SAHORE ya que varía en un intermedio de 50A y 70A. (González, 2017).

**Tracción.** Esta fusionado con la dureza ya que es una de las propiedades más sobresaliente. Esta propiedad de la tracción se mide a través de un equipo llamado dinamómetro en lo cual es sujetado con la muestra en la parte de sus extremos hasta que se pueda conseguir una fisura. Al momento de sacar el valor de la fuerza se debe de dividir entre

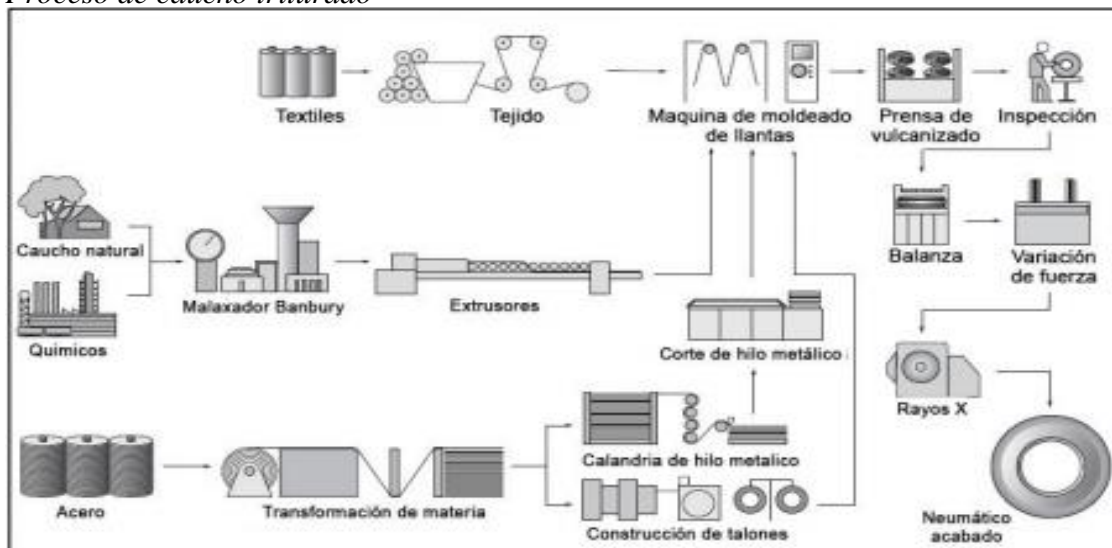
el área de la muestra dada ya que da como resultado su resistencia a la tracción. (Gonzáles, 2017). Este tipo de ensayo a la tracción debe ser realizada bajo normal en la cual se trabaja con la norma ASTM D42.

**Caucho Triturado.** Este proceso se trata triturar los neumáticos en forma de tiras, al momento de cortar el caucho se va separando de sus componentes en las cuales son los metales y los textiles. Así mismo, una vez de realizar este proceso se prosigue en la en una inspección al caucho triturado. Por consiguiente, una vez que pase por la inspección de los cortes de cauchos, pasa recién por la trituradora en la cual pasa por diferentes etapas de triturado ya que es un caucho cortado en porciones muy pequeñas hasta que la trituradora lo convierta en polvo. (Gonzáles, 2017).

Mayormente se extrae un poco de caucho en cada fase de triturado, ya que puede ser de 8, 5 o 3 mm debido a que pueda obtener aplicaciones diferentes según su granulometría. Usualmente el polvo es más utilizado como adición al momento de la elaboración del concreto. (Gonzáles, 2017).

**Figura. 6**

*Proceso de caucho triturado*



*Nota:* Gonzáles (2017)

**Uso de Neumático Reciclado como Agregado al Concreto.** Se ha elaborado el concreto con agregados reciclados por ejemplo es en la utilización de los mismos desperdicios estructurales en lo cual se ha demolido. Ahora también se usa con vidrio y caucho. (Melgar, Hernández y Menéndez, 2011).

En el año 1994 se han estudiado los comportamientos de caucho reciclado como agregado en la elaboración del concreto. Es muy claro que ha tenido una baja resistencia a la compresión en dos dosis extremas pero lo importante es llegar a las dosis óptimas para poder reutilizar el caucho y darle un fin a ese neumático. (Melgar, Hernández y Menéndez, 2011).

Los estudios realizados por Eldin y Fedroff investigaron la consecuencia de la goma en las fuerzas de la resistencia a la compresión y flexión del concreto. (Melgar, Hernández y Menéndez, 2011).

Schimizze y entre otros, hicieron unos estudios con respecto a la goma triturada para la utilización de un pavimento rígido. (Melgar, Hernández y Menéndez, 2011).

Biel hizo un experimento con un cemento especial para el concreto en lo cual su fin es elevar la fuerza entre las partículas del cemento y la goma. (Melgar, Hernández y Menéndez, 2011).

Ali y goulías usaron la metodología de la frecuencia resonante ya que con ese método podrán obtener el módulo de la dinámica en función del coeficiente de poisson y la elasticidad. (Melgar, Hernández y Menéndez, 2011).

El estudio realizado por Toutanji se enfocó en reemplazar el agregado grueso por la goma de neumático. (Melgar, Hernández y Menéndez, 2011).

La utilización del caucho triturado que cumple la función de agregado al concreto se realizó una variedad de investigaciones utilizando el caucho como agregado teniendo con la finalidad que puedan ser satisfactoria en el campo de la construcción. (Melgar, Hernández y Menéndez, 2011).

Un concreto elaborado a base de neumático y cemento portland se enfocó en su viabilidad al momento de la elaboración del concreto de acuerdo a la norma ASTM. Por tanto,

tuvo como resultado que es viable la elaboración hasta un punto de 57% en función al volumen del de cacho triturado, pero sin embargo a tenido una resistencia baja entonces debemos tener en cuenta que para obtener una resistencia elevada debemos considerar un 20% en función al volumen del caucho. (Melgar, Hernández y Menéndez, 2011)

### 2.3.3. Propiedades Del Concreto

**Ensayo a la Compresión.** Este ensayo se realiza para poder medir la resistencia a la compresión de un concreto elaborado.

Este tipo de ensayo se realiza a través de probetas y con los materiales que desea ensayar. Así mismo, los tipos de probetas son de forma cilíndrica en la cual debe tener diámetros con respecto a las características del ensayo. Las probetas cilíndricas deben ser de forma paralela y así poder ensayarlas en prensas especiales. (Drozdov y Nikulin, 1983). Por lo tanto, en ensayo a la compresión es para medir su resistencia del concreto de acuerdo a un tipo de diseño establecido que mayormente se mide a los 28 días de curado.

**Figura. 7**

*Máquina de ensayo a la compresión*



*Nota: Drozdov y Nikulin (1983)*

**Ensayo a la Flexión.** Este tipo de ensayo es para poder medir cuanto resiste un material a la flexión, mayormente este ensayo se elabora con probetas rectangulares. Así mismo, para

poder medir el ensayo de la resistencia a la flexión se necesita un maquina en la cual los extremos quedan libres. (Drozdov y Nikulin, 1983). Por lo tanto, este ensayo a la flexión más se usa para poder ver cuánto puede resistir un concreto de viga.

**Figura. 8**

*Máquina de ensayo a la flexión*



*Nota: Drozdov y Nikulin (1983)*

#### **2.4. Definición de términos básicos**

**Concreto.** Mezcla de agua, aire, agregado grueso, agregado fino y cemento portland en dosificaciones apropiados para conseguir cualidades precisas principalmente la resistencia.

**Caucho.** Es un material el cual finalizo su vida útil, ya que pasa por maquinas trituradoras para que se pueda volver a reutilizar.

**Resistencia a la compresión.** Es un ensayo donde se evalúa su máxima resistencia al concreto.

**Resistencia a la flexión.** Es un ensayo donde se mide su esfuerzo máximo al concreto.

## **2.5. Formulación de hipótesis**

### **2.5.1. Hipótesis general**

**H1.** Si existe influencia significativa del porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso en las propiedades mecánicas de un concreto estructural.

**H0.** No existe influencia significativa del porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso en las propiedades mecánicas de un concreto estructural.

### **2.5.2. Hipótesis específicas**

#### **Hipótesis Especifico 1**

**H1:** El porcentaje óptimo de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejora la resistencia a la compresión es 5%

#### **Hipótesis Especifico 2**

**H.1:** El porcentaje óptimo de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejora la resistencia a la flexión es 5%.

#### **Hipótesis Especifico 3**

**H1:** La variación de la resistencia a la compresión si es significativa con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural

**H0:** La variación de la resistencia a la compresión no es significativa con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural

#### **Hipótesis Especifico 4**

**H1:** La variación de la resistencia a la flexión si es significativa con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural

**H0:** La variación de la resistencia a la flexión no es significativa con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural

## Hipótesis Especifico 5

**H0:** No existe una diferencia de costos entre concretos estructurales con porcentaje de caucho reciclado como reemplazo de agregado grueso con respecto a un concreto estructural normal.

**H1:** Si existe una diferencia de costos significativos entre concretos estructurales con porcentaje de caucho reciclado como reemplazo de agregado grueso con respecto a un concreto estructural normal.

### 2.6. Operacionalización de variables

**Tabla. 4**

*Operacionalización de variable del proyecto de tesis*

PROBLEMA	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
	Variable Independiente		
¿CUAL ES EL PORCENTAJE OPTIMO DE CAUCHO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO EN UN CONCRETO MODIFICADO CON ADITIVO PLASTIFICANTE?	CAUCHO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO	Cantidad de caucho.	Porcentaje en volumen (%)
	Variable Dependiente		
	PROPIEDADES DE UN CONCRETO ESTRUCTURAL	Propiedades Mecánicas	Resistencia a la compresión en kg/cm <sup>2</sup>
			Resistencia a la Flexión en kg/cm <sup>2</sup>

Nota: Elaboración propia (2022)



## **CAPITULO III METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo de investigación**

Esta investigación es de tipo experimental y aplicada, ya que tiene como finalidad aplicarla en construcción de viviendas con materiales nuevos, los cuales mejoraran las propiedades de un concreto estructural, dando soluciones a los problemas de hoy en día con la ciencia y tecnología.

Por último, es de manera cuantitativa porque da como resultados numéricos, así mismo facilitando manejar los resultados y datos.

### **3.2. Diseño de investigación**

El diseño de investigación es experimental, siendo más preciso es un diseño post-test, ya que se puede trabajar con grupos de datos y solamente se aplica un post-test para definir los resultados de esta investigación y poder confirmar la hipótesis propuesta.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

Nuestra población estuvo constituida por 120 especímenes, los cuales se dividieron en dos bloques el primero de probetas cilíndricas de 4"x8", con relación a la norma ASTM C39; el segundo probetas rectangulares 60 x 15 x 15 cm con relación a la norma ASTM C78, ambos teniendo 4 grupos de 15 probetas por cada porcentaje propuesto.

## Muestra

Estuvo compuesta por probetas de concreto estructural conteniendo caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso, usando distintos porcentajes, distribuidos de la siguiente manera:

**Tabla. 5**

*Muestras de probetas*

% de caucho	Cantidad de probetas	
	Ensayo compresión	Ensayo flexión
0	15	15
5	15	15
7	15	15
10	15	15
SubTotal	60	60
Total	120	

*Nota: Elaboración propia (2022)*

Esto dio un resultado de 120 probetas, llegando a sernos útil para los diferentes ensayos propuestos que determinaran un concreto estructural.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos

En el transcurso de esta investigación se empleó el recurso de la observación, la cual fue primordial en todo el desarrollo investigativo ya que nos proporcionó valores que nos ayudaron en un mejor desarrollo de ello. Tal como los siguientes programas que ayudaran en nuestra investigación: IBS SPSS 25, Ms Excel, quienes estuvieron encargados de toda la fase estadística y almacenamientos de datos obtenidos. Esto se ejecutó en las instalaciones de la “Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI”, exactamente en el Laboratorio de Materiales y Operaciones para la realización de los ensayos, siendo supervisado por el asesor a cargo.

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

Esta investigación tuvo como objetivo general determinar la influencia del porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso sobre las propiedades de un concreto estructural, para ello se realizaron probetas cilíndricas de 4" x 8" y rectangulares de 60 x 15 x 15 cm, se utilizaron los mismos materiales de un concreto, pero añadiendo el caucho reciclado como agregado grueso. Se elaboraron 120 probetas tomando en cuenta los distintos porcentajes ( 0%, 5%, 7% y 10%) de caucho reciclado.

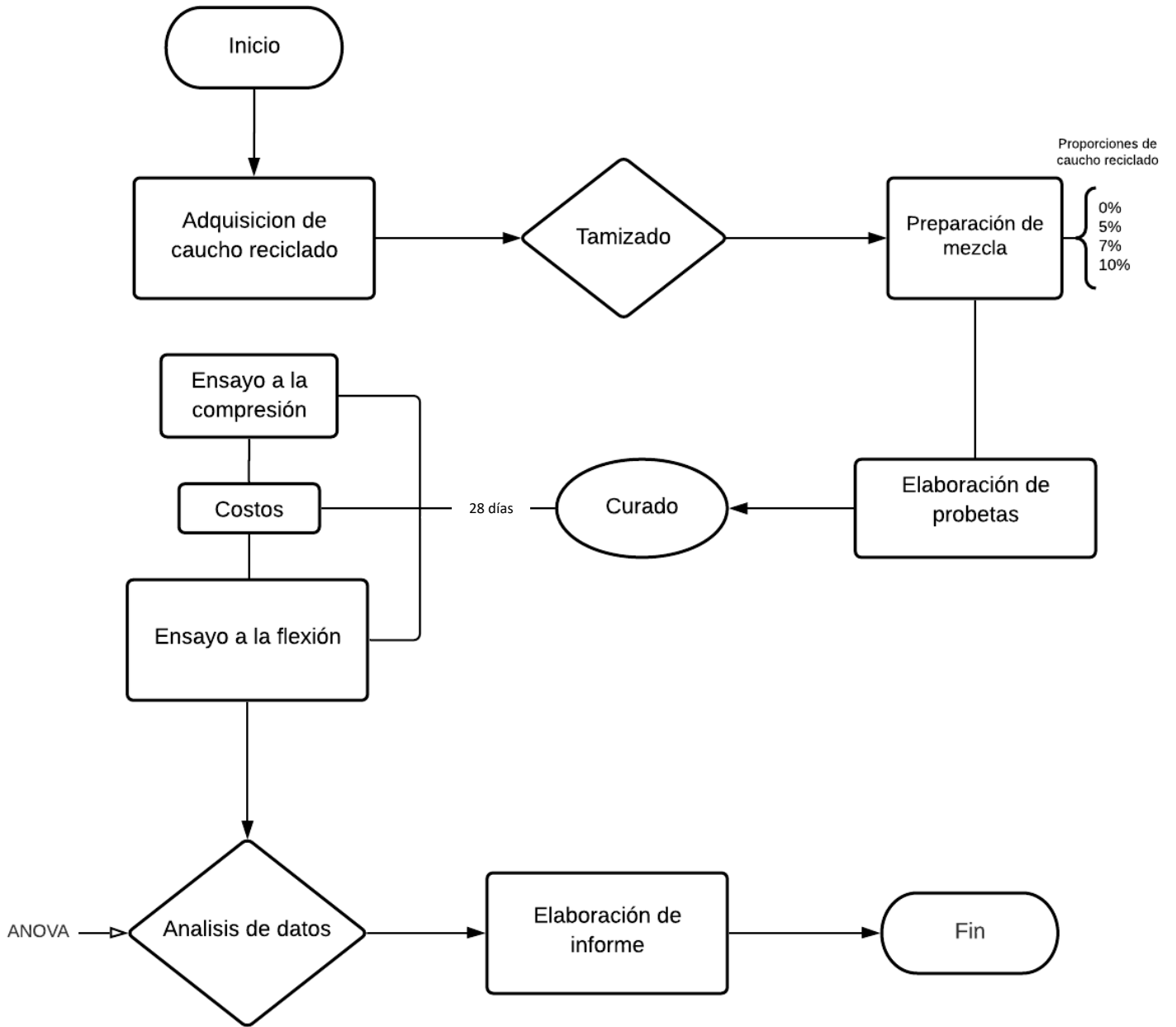
Para iniciar el trabajo con el caucho reciclado fue indispensable determinar un solo tamaño, y así no tener dificultades para comenzar a elaborar una mezcla homogénea en todas las probetas cilíndricas. Así mismo, se utilizó una proporción de un concreto estructural.

Luego que la mezcla estuvo realizada de manera homogénea, se le añadió el porcentaje de caucho reciclado como agregado grueso correspondiendo a la probeta cilíndrica según la dosificación a usar de un concreto estructural. Así mismo, las probetas fueron cubiertas de aceite para mejor facilidad de desencofrar teniendo en cuenta que esté libre de residuos. Se realizó el vaciado en 3 capas, seguido de una vibración para evitar vacíos en el concreto. Finalmente, las probetas estarán cubiertas con bolsas para guardar la humedad y se pueda desencofrar correctamente dentro de 24h.

Después del procedimiento anterior, para desencofrar las probetas pasaron a un tiempo de curado de 28 días. Luego de los días establecidos de curado, se procedió a realizar los ensayos correspondientes según la norma ASTM C39 y ASTM C78.

**Tabla. 6**

*Diagrama de flujo*



Nota: Metodología del proyecto de investigación, elaboración propia (2022)

Para finalizar, se usó como apoyo los programas de Ms Excel, IBS SPSS los cuales nos permitió almacenar los datos y luego realizar el análisis estadístico con la herramienta ANOVA unidireccional.

### **3.6.Ética investigativa**

Se elaboró todos los ensayos y la obtención de datos de modo legal respetando los reglamentos éticos de la investigación.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Presentación y análisis de resultados

##### 4.1.1. Determinación del porcentaje óptimo de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la compresión

Para poder determinar el porcentaje óptimo de caucho reciclado que mejore la resistencia a la compresión de un concreto, se procedió a realizar cuatro grupos de mezcla de concreto, los cuales se representaron en diferentes porcentajes de caucho reciclado como 0%, 5%, 7% y 10% respectivamente. Pasado ya los 28 días de curado se procedió a la ruptura de probetas basándose en la norma ASTM C39, proporcionándonos así datos suficientes para poder emplearlos en el Ms. Excel.

**Tabla. 7**

*Resistencia a la compresión de concreto con diferentes porcentajes de caucho reciclado*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ( Kg/cm <sup>2</sup> )				
N°	0% CR	5% CR	7% CR	10% CR
1	242	219	133	66
2	237	222	109	65
3	239	230	124	67
4	244	210	107	67
5	247	215	107	68
6	250	225	135	70
7	252	218	126	77
8	247	223	122	79
9	242	231	117	80
10	240	217	126	84
11	245	220	105	65
12	242	218	150	81
13	237	225	126	76
14	248	223	103	80
15	250	219	119	61
Promedio	244	221	121	72

*Nota: Elaboración propia (2022)*

En la tabla 7, se logra observar los resultados de las 15 probetas cilíndricas de 4 x 8 pulgadas ensayadas por cada porcentaje de caucho reciclado, de igual forma con sus promedios, obteniendo así, que los únicos porcentajes que superó la prueba de  $f'c$  precisada de 210 kg/cm<sup>2</sup> fueron la de 0% y 5% con una resistencia de 244 kg/cm<sup>2</sup> y 221 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, pero descartando la de 0% ya que forma el grupo control.

#### 4.1.2. Determinación del porcentaje óptimo de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la flexión

Para poder determinar el porcentaje óptimo de caucho reciclado que mejore la resistencia a la flexión de un concreto, se procedió a realizar cuatro grupos de mezcla de concreto en moldes de vigas (60 x 15 x 15 cm), los cuales se representaron en diferentes porcentajes de caucho reciclado como 0%, 5%, 7% y 10% respectivamente. Pasado ya los 28 días de curado se procedió a la ruptura de vigas, proporcionándonos así datos suficientes para poder emplearlos en el Ms. Excel.

**Tabla. 8**

*Resistencia a la flexión de concreto con diferentes porcentajes de caucho reciclado*

<b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>				
<b>Nº</b>	<b>0%</b>	<b>5% CR</b>	<b>7% CR</b>	<b>10% CR</b>
1	84	55	46	30
2	83	54	45	31
3	79	56	43	28
4	85	53	46	25
5	85	58	46	29
6	82	57	41	25
7	84	57	41	29
8	79	56	41	32
9	80	51	45	30
10	82	53	43	30
11	85	50	41	29
12	81	58	48	31
13	78	60	39	27
14	90	49	43	25
15	80	53	45	30
<b>PROMEDIO</b>	<b>82</b>	<b>55</b>	<b>44</b>	<b>29</b>

*Nota: Elaboración propia (2022)*

En la tabla 8 se logra observar los valores de la resistencia a la flexión de las vigas ensayadas con diferentes porcentajes de caucho reciclado obtenidos experimentalmente, esta resistencia también se expresó en kg/cm<sup>2</sup>. Así mismo, los porcentajes óptimos señalados en las pruebas fueron los de 0% y 5% con una resistencia de 82kg/cm<sup>2</sup> y 55 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, así mismo excluyendo el de 0% ya que este es el grupo control.

#### **4.1.3. Análisis de la variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural**

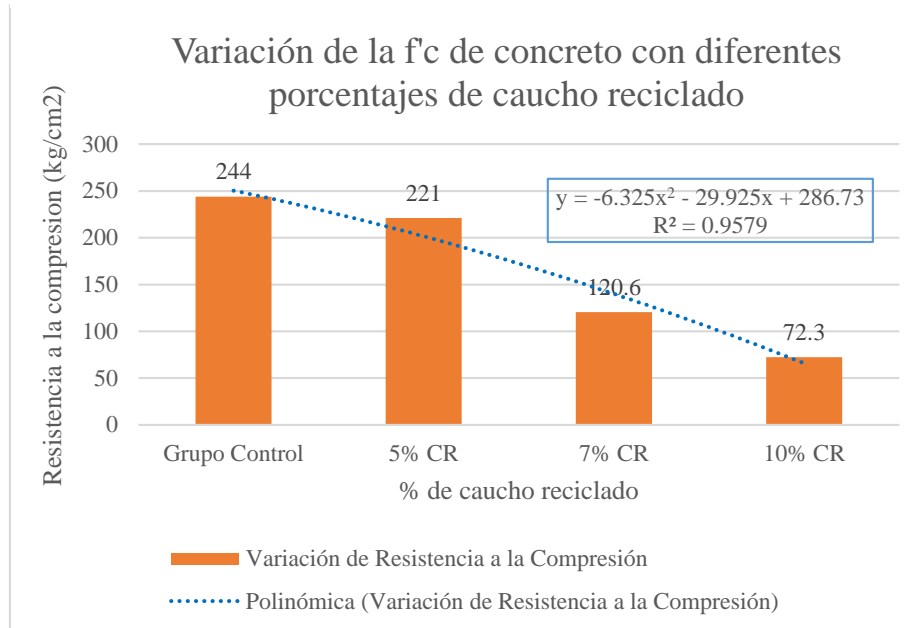
Para el análisis de la variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural, se comenzó a armar una gráfica en el Ms Excel, trazando una línea de tendencia con su correspondiente ecuación ( $y = -6.325x^2 - 29.925x + 286.73$ ) la cual va regida en función a la conducta de los promedios dados como resultados; así mismo, se logró obtener el valor  $R^2$  el cual resulta mayor a 0,9 demostrando así que los resultados obtenidos son cercanos a la línea de regresión realizada, llegando a ser visualizados en la figura 9.

La línea de tendencia representada a continuación se basa en función al comportamiento que tiene al caucho reciclado, a más porcentaje de caucho reciclado es donde desciende considerablemente la resistencia a la compresión.



**Figura. 9**

*Línea de tendencia: Resistencia a la compresión vs porcentaje de caucho reciclado*



*Nota: Elaboración propia (2022)*

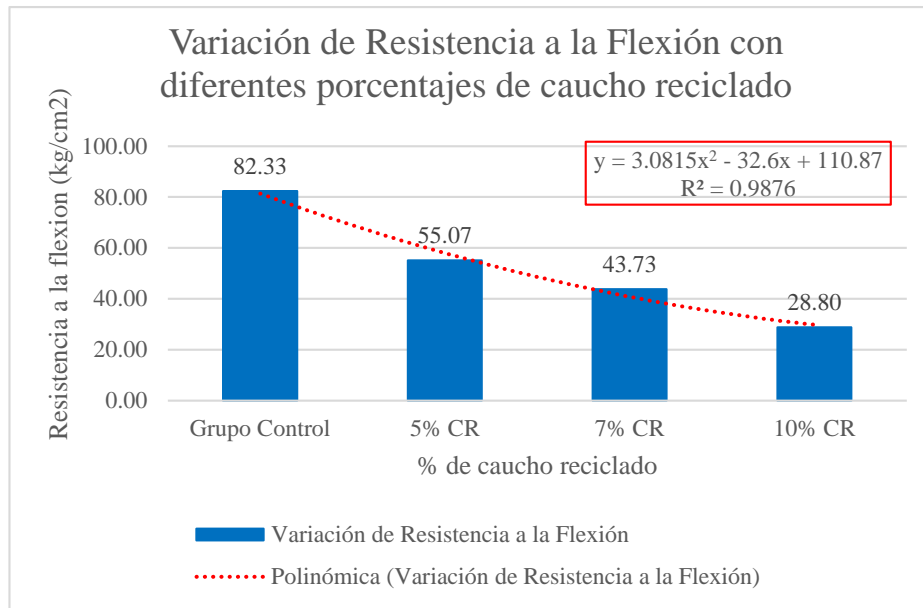
#### **4.1.4. Análisis de la variación de la resistencia a la flexión con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural**

En la figura 10 se logra representar de la misma forma que los resultados antes mencionados, en el cual se realizó una tabla en el Ms, Excel, trazando la línea de tendencia con su correspondiente ecuación ( $y = 3.0815x^2 - 32.6x + 110.87$ ), así llegando a cerciorarnos de la variación de los resultados de resistencia a la flexión con respecto al porcentaje de caucho reciclado. En esta oportunidad en valor de  $R^2$  resultó siendo mayor que 0.9, llegando a la conclusión de que los valores obtenidos se logran ajustar a la ecuación creada.

Se puede visualizar también que mientras va aumentando el porcentaje de caucho reciclado, la resistencia a la flexión va disminuyendo, así mismo llegando a asemejarse a los resultados anteriores con respecto al aumento de caucho y decaída de resistencia.

**Figura. 10**

*Línea de tendencia: Resistencia a la flexión vs porcentaje de caucho reciclado*



*Nota: Elaboración propia (2022)*

#### **4.1.5. Comparación de los costos de concretos estructurales con porcentaje de caucho reciclado como reemplazo de agregado grueso con respecto a un concreto estructural normal**

En la tabla 9 se logra presentar la diferencia que existe de costos por metro cubico respecto a cada porcentaje de caucho reciclado, en donde podemos visualizar que el costo logra decaer a medida que el porcentaje de caucho reciclado va aumentando, siendo así que mientras más caucho se utilice, el concreto disminuye su costo.

**Tabla. 9**

*Comparación de costos de concreto con respecto al porcentaje de caucho reciclado.*

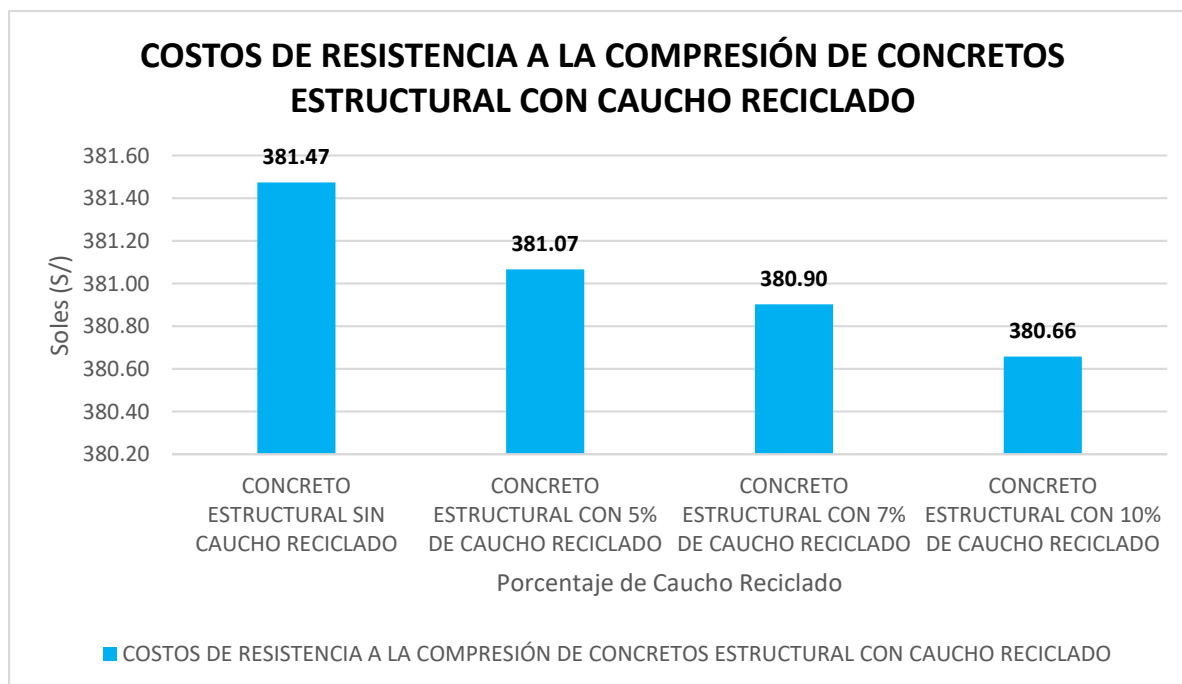
<b>Costo unitario por m<sup>3</sup> de concreto estructural con caucho reciclado</b>			
<b>0% de Caucho Reciclado</b>	<b>5% de Caucho Reciclado</b>	<b>7% de Caucho Reciclado</b>	<b>10% de Caucho Reciclado</b>
S/ 381.47	S/ 381.07	S/ 380.90	S/ 380.66

*Nota: Elaboración propia (2022)*

Por otro lado, podemos visualizar en la figura 11 la representación del costo de concreto estructural por m<sup>3</sup> por cada porcentaje calculado, llegando a ver la disminución progresiva del concreto, con respecto al incremento del porcentaje de caucho reciclado.

**Figura. 11**

*Comparación de costos de concreto estructural con respecto al porcentaje de caucho reciclado*



*Nota: Elaboración propia (2022)*

## 4.2. Prueba de hipótesis:

### 4.2.1. Determinación del porcentaje óptimo de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la compresión

De tal forma, podemos observar los resultados del ANOVA unidireccional elaborado entre los 4 porcentajes de caucho reciclado evaluando con respecto a la resistencia a la compresión, en esta tabla podemos visualizar que el valor estadístico F es de 1189,547 teniendo un valor de significancia (Sig) de 0.0000% (valor P), siendo el valor en la que se propuso inicialmente 0.05% ( $\alpha$ ), los resultados mencionados expresan que los porcentajes evaluados obtuvieron valores diferentes entre sí.

**Tabla. 10**

*ANOVA para la resistencia a la compresión en kg/cm<sup>2</sup> de concreto estructural con caucho reciclado*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	199774,475	3	66591,492	1189,547	,000
Dentro de grupos	2015,300	36	55,981		
Total	201789,775	39			

*Nota:* Tabla elaborada en IBM SPSS (2022)

En la tabla 10 luego de haber observado los resultados extraídos experimentalmente, utilizando el programa IBM SPSS, conseguimos que el óptimo caucho reciclado es de 5% teniendo una resistencia de 221 Kg/cm<sup>2</sup>, por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula y luego se acepta la hipótesis alterna, lo cual nos indica que el porcentaje óptimo de caucho reciclado teniendo una alta resistencia a la compresión es el 5%.

#### 4.2.2. Determinación el porcentaje óptimo de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la flexión

Podemos visualizar que los valores del ANOVA unidireccional realizado entre los 4 porcentajes con caucho reciclado evaluando la mejora en la resistencia a la flexión, en lo cual se puede observar que tenemos un valor de significancia (Sig) de 0.0000% (valor P), siendo un valor inferior en lo que se plateo inicialmente 0.05% ( $\alpha$ ), de igual manera se observa que se logró obtener un resultado estadístico F de 915,144, por lo que podemos decir que hay una demostración que si existe diferencias entre sí en los grupos evaluados.

**Tabla. 11**

*ANOVA para la resistencia a la flexión en kg/cm<sup>2</sup> de concreto estructural con caucho reciclado*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	15692,156	3	5230,719	915,144	,000
Dentro de grupos	205,766	36	5,716		
Total	15897,922	39			

*Nota:* Tabla elaborada en IBM SPSS (2022)

En la tabla 11, para determinar la resistencia a la flexión se realizó el procedimiento con el programa IBM SPSS, donde pudimos obtener que el porcentaje óptimo de caucho reciclado es de 5% teniendo una resistencia de 55.07 Kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto, decimos que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, donde nos indica que el porcentaje óptimo de caucho reciclado es el 5% teniendo una resistencia a la flexión alta.

**4.2.3. Análisis de la variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural**

Para la contrastación de la esta hipótesis se empleó la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 0.05%, por lo tanto, se pudo determinar si la diferencia entre los grupos procesados es significativa o no. Así mismo, se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla. 12**

*Prueba de Tukey (medias) para la resistencia a la compresión en kg/cm<sup>2</sup> de concreto estructural con caucho reciclado*

Porcentaje_caucho_ reciclado	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
10%	15	72,1000			
7%	15		120,6000		
5%	15			221,0000	
0%	15				244,0000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

*Nota:* Tabla elaborada en IBM SPSS (2022)

En la tabla 12 se observa la prueba Tukey para medidas; en esta demostración se elaboró con las medidas de resistencia a la compresión obtenidas experimentalmente y con los porcentajes de caucho reciclado, en lo cual se conformaron en 4 subconjuntos y en cada uno de ellos con sus respectivos porcentajes. Por lo consiguiente, podemos decir que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, argumentando que si existe una variación significativa en la resistencia a la compresión de caucho reciclado.

#### 4.2.4. Análisis de la variación de la resistencia a la flexión con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural

En esta hipótesis también se aplica la prueba Tukey al 5% de nivel significancia para poder afirmar si existe o no una variación significativa obteniendo los siguientes resultados.

**Tabla. 13**

*Prueba Tukey (medias) para la resistencia a la flexión en kg/cm<sup>2</sup> de concreto estructural con caucho reciclado*

Porcentaje_caucho_ reciclado	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
10%	15	28.8010			
7%	15		43.8320		
5%	15			55.0720	
0%	15				82.9290
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

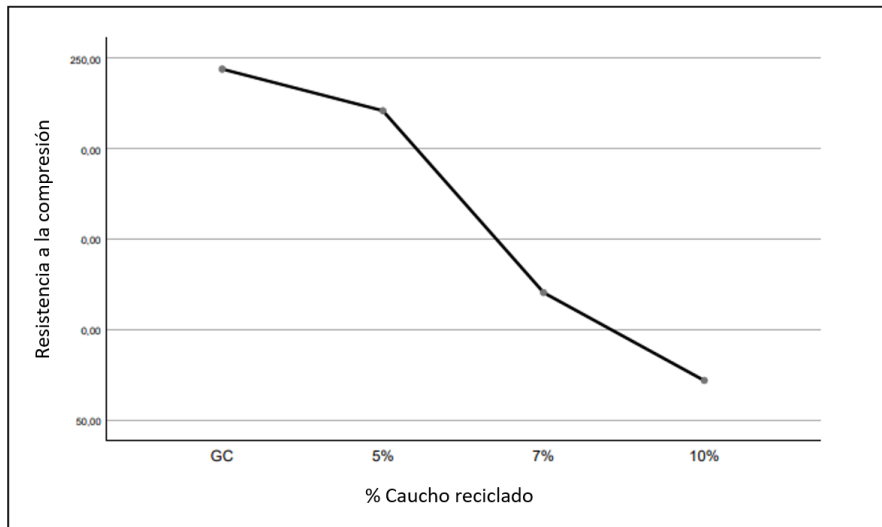
*Nota:* Tabla elaborada en IBM SPSS (2022)

En la tabla 13 se observa la aplicación de la prueba de Tukey para medidas; donde se empleó las medidas de resistencia a la flexión adquiridas experimentalmente y con los porcentajes respectivos de caucho reciclado, en esta prueba se obtuvieron 4 subconjuntos y cada subconjunto con sus respectivos porcentajes de caucho reciclado. Se puede decir que, se acepta hipótesis alterna y de tal forma se rechaza la hipótesis nula comprobando que si hay una variación significativa con respecto a la resistencia a la flexión de caucho reciclado.

#### 4.2.5. Determinar la influencia del porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso sobre las propiedades de un concreto estructural

**Figura. 12**

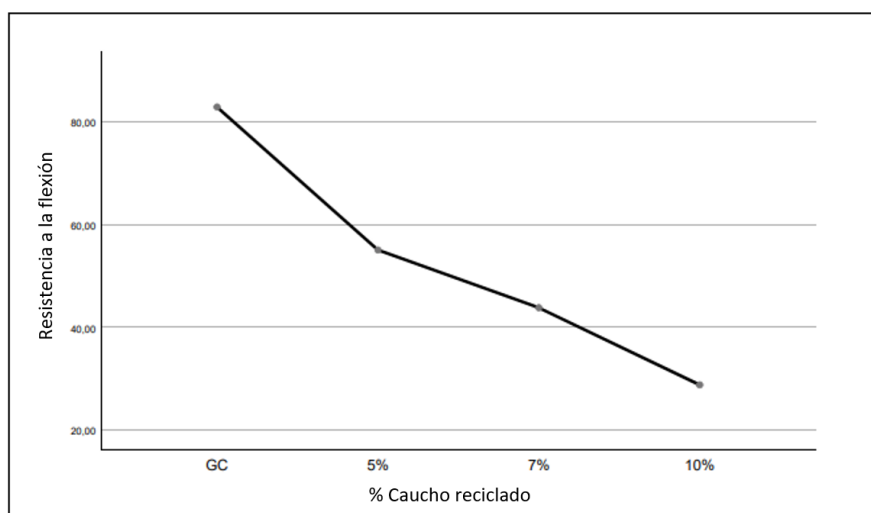
*Variación de resistencia a la compresión de concreto estructural con respecto al porcentaje de caucho reciclado*



*Nota:* Tabla elaborada en IBM SPSS (2022)

**Figura. 13**

*Variación de la resistencia a la flexión para concreto estructural respecto al porcentaje de caucho reciclado*



*Nota:* Tabla elaborada en IBM SPSS (2022)



En la figura 12 podemos observar la variación de los resultados de resistencia a la compresión de un concreto estructural en relación al porcentaje de caucho reciclado, donde se puede visualizar que existe una influencia decreciente, sin embargo, el 5% supera la resistencia adecuada 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

En la figura 13 se visualiza la variación de valores de resistencia a la flexión de un concreto estructural en función al caucho reciclado, así mismo en la gráfica se observa que va en forma descendiente, pero teniendo en cuenta que mientras menos porcentaje de caucho reciclado, la resistencia a la flexión es mayor.

Luego de analizar la figura 12 y 13 así mismo como las tablas 12 y 13 (prueba de Tukey) se puede concluir que, si hay una influencia significativa en el porcentaje de caucho reciclado en relación a resistencia a la compresión y flexión, de esta manera se descarta la hipótesis nula, por lo tanto, se puede afirmar que la resistencia a la compresión hay un porcentaje favorable que supera la resistencia adecuada, por consiguiente, esto se toma como un resultado positivo.

### 4.3. Discusión de resultados:

- El resultado óptimo obtenido experimentalmente que logro superar la resistencia a la compresión precisada de un concreto estructural de  $210 \text{ kg/cm}^2$  fue la del grupo patrón y la de 5% de caucho reciclado quienes llegaron a una resistencia de  $244 \text{ kg/cm}^2$  y  $221 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente en 28 días de curado, estos valor de resistencia optima son muy semejante al dado por Flores y Águila (2018) quienes llegaron a obtener una resistencia a la compresión de  $270 \text{ kg/cm}^2$  con el grupo patrón y  $220 \text{ kg/cm}^2$  con el 5% de caucho reciclado también a los 28 días de curado.
- El porcentaje óptimo obtenido experimentalmente que logro mejorar la resistencia a la flexión fue de 0% con una resistencia de  $82 \text{ kg/cm}^2$ , ya que fue la que presento una mejor resistencia, decayendo continuamente al seguir agregando porcentaje de caucho reciclado; el resultado es muy similar a los valores sacados por Farfán y Leonardo (2018) con su grupo control de  $102.09 \text{ kg/cm}^2$  con la diferencia de que los demás porcentajes (5%,10%y15%) mantuvieron un margen estable pero inferiores al grupo control, debido a que utilizaron aditivo plastificante en la mezcla.
- Los resultados analizados anteriormente en cuanto a la variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de caucho reciclado nos llevan a verificar lo citado por Flores y Águila (2018) quienes expresan que el reemplazo de caucho reciclado como agregado grueso en el concreto no incrementa la resistencia, pero si se logra mantener en bajos porcentajes para una resistencia de concreto estructural ( $210 \text{ kg/cm}^2$ ).
- Al analizar la variación de la resistencia a la flexión con respecto al porcentaje de caucho reciclado se logra observar que, al incrementar el porcentaje de caucho reciclado, la resistencia a la flexión disminuye, esto coincide con lo experimentado de

Farfán y Leonardo (2018) quienes logran indicar que mientras se va aumentando o añadiendo más porcentaje la resistencia va disminuyendo relativamente en comparación al grupo control.

- Al poder comparar los resultados de los costos del concreto por cada porcentaje realizado, se logra visualizar que a medida que vamos incrementando el porcentaje de caucho reciclado el costo del concreto estructural va disminuyendo gradualmente, esta comparación se dio gracias a Alberto (2020) el cual hizo un análisis de precios unitarios para un proyecto de construcción, señalando así un precio elevado sin la utilización del caucho reciclado, siendo así una forma de ahorro y sostenible al utilizarlo.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

#### 5.1. Conclusiones

- Se logró determinar que, si existe la influencia del porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso sobre las propiedades de un concreto estructural, teniendo así que esta es negativa ya que conforme se incrementa el porcentaje de caucho reciclado la resistencia tanto de compresión y flexión tienden a disminuir; señalando que los valores en resistencia a compresión lograron alcanzar la resistencia pedida.
- Se determinó el porcentaje óptimo de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la compresión, para que se dé esto, se utilizó el programa Ms. Excel, en donde pudimos ver los promedios obtenidos dándonos, así como resultado que el 5% es el óptimo con una resistencia a la compresión de 221 Kg/cm<sup>2</sup>. Ya que logro superar la resistencia requerida de un concreto estructural 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- Se determinó el porcentaje óptimo de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la flexión, para que esto sea posible se utilizó el programa Ms. Excel, que nos dio los promedios exactos dándonos así que dentro de los porcentajes ensayados el que mayor resistencia obtuvo fue el de 5 % con una resistencia de 55 kg/cm<sup>2</sup>.
- Se analizó la variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural, teniendo así que, si existe una variación significativa, asimismo este llega a presentar un compartimento que varía conforme este va aumentando el porcentaje de caucho

reciclado, resaltando que si existe un porcentaje ideal y a partir de este comienza a disminuir.

- Se determinó la variación de la resistencia a la flexión con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural, siendo este significativa, ya que los valores tuvieron una tendencia decreciente, así que mientras el porcentaje de caucho reciclado aumente la resistencia a la flexión disminuye.
- Se comparó los costos de concretos estructurales con porcentaje de caucho reciclado como reemplazo de agregado grueso con respecto a un concreto normal, dando como resultado que mientras más porcentaje de caucho reciclado, menor será el costo de un concreto estructural.

## **5.2. Sugerencias**

- Continuar con la investigación considerando utilizar un aditivo plastificante y comprobar si ayudaría en la resistencia mediante incrementa el porcentaje de caucho.
- Realizar ensayo con porcentajes más bajos que 5% ya que se obtuvo buenos resultados ante ello.
- Realizar ensayos con un mayor número de probetas y vigas para tener datos más exactos y un análisis estadístico más completo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA

### TESIS

- Almeida, N. (2011). *Utilización de fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de bloques de mampostería para mitigar el impacto ambiental en el cantón Ambato* (Tesis de Pregrado), Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Angulo, R. y Duarte, J. (2005). *Modificación de un Asfalto con caucho reciclado de llanta para su aplicación en pavimentos* (Tesis de Pregrado), Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
- Askeland, D. y Wright, W. (2016). *The science and engineering of materials* (6ta Ed.). Cengage Learning.
- Belito, G y Paucar, F. (2016). *Influencia de agregados de diferentes procedencias y diseño de mezcla sobre la resistencia del concreto* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional de Huancavelica.
- Cabanillas, E. (2017). *Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionando con caucho reciclado* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional de Cajamarca.
- Flores, J. y Águila, W. *Análisis de resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> adicionando caucho reciclado para estructuras de albañilería confinada, Lima 2018* (Tesis de Pregrado), Universidad Cesar Vallejo.
- García, W. Hernández, J. y Menéndez, M. (2011). *Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo m y s para obras civiles* (Tesis de Pregrado), Universidad del Sal Salvador. San Miguel, el Salvador, Centroamérica.
- Gonzales, J. (2017). *Utilización de granulado de caucho reciclado como adición para concreto permeable para uso en estacionamientos vehiculares* (Tesis de Pregrado), Universidad de San Carlos, Guatemala.

- Lesdama, F y Yauri, W. (2018). *Diseño de mezcla del concreto para elaboración de adoquines con material reciclado de neumáticos en la provincia de Huancavelica* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional de Huancavelica.
- Niño, J. (2010) Colección del concreto, Tecnología del concreto – Tomo 1. Materiales, propiedades y diseños de mezclas. Pag 228
- Paiva, G. *Diseño de bloques de concreto utilizando el Caucho Sintético en muros de albañilería no portantes en el Distrito de Chulucanas – 2019* (Tesis de Pregrado), Universidad Cesar Vallejo.
- Peñaloza, C. (2015). *Comportamiento mecánico de una mezcla para concreto reciclado usando neumáticos triturados como reemplazo del 10% y 30% de volumen de agregado fino para un concreto con fines de uso estructural* (Tesis de Pregrado), Universidad Católica de Colombia, Bogotá.
- Pérez, J y Arrieta, Y. (2017). *Estudio para caracterizar una mezcla de concreto con caucho reciclado en un 5% en peso comparado con una mezcla de concreto tradicional de 3500 psi* (Tesis de Pregrado), Universidad Católica de Colombia, Bogotá.
- Suarez, I y Mujica, E. (2016). *Bloques de concreto con material reciclable de caucho para obras en edificación* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional de San Antonio Abad, Cusco.
- Torres, H. (2014). *Desarrolló una valorización en las características mecánicas y de durabilidad en el concreto agregando caucho reciclado* (Tesis de Pregrado), Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá.
- Vásquez, R. (2009). Cementos Pacasmayo: Cemento y sus aplicaciones.

## **ARTICULOS CIENTIFICOS**

Farfán, M. y Leonardo, E. (2018). Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión del hormigón modificado con aditivo plastificante. *Revista ingeniería de construcción*, 33 (3), 241-250. doi:10.4067/0718-507320180003000241

Kenneth, G. (2008). Recycled the paver blocks. United States. Pub. No.: US 2009/0297267.

## **NORMAS**

Norma Técnica Peruana. (2011). CEMENTOS. Cementos Portland Adicionados. Requisitos. (NTP334.090). Lima, Perú.

Norma Técnica Peruana. (2011). CEMENTOS. Cementos Pórtland. Requisitos. (NTP334.009). Lima, Perú.



# **ANEXOS**

## **Anexo 1: Matriz de consistencia**

**Tabla. 14**

*Matriz de consistencia*

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE CAUCHO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO SOBRE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UN CONCRETO ESTRUCTURAL	<p><b>Problema General:</b> ¿Cual es la influencia del porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso sobre las propiedades mecanicas de un concreto estructural?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es el porcentaje óptimo de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la compresión de un concreto estructural?</li> <li>• ¿Cuál es el porcentaje óptimo de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la flexión de un concreto estructural?</li> <li>• ¿Cómo varia la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural?</li> <li>• ¿Cómo varia la resistencia a la flexión con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural?</li> <li>• ¿Cuál es la diferencia entre los costos de concretos estructurales con porcentaje de caucho reciclado como reemplazo de agregado grueso?</li> </ul>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ho. No existe influencia significativa del porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso en las propiedades mecánicas de un concreto estructural.</li> <li>• H1. Si existe influencia significativa del porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso en las propiedades mecánicas de un concreto estructural.</li> </ul> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p><b>Hipótesis específico 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• H1: El porcentaje óptimo de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejora la resistencia a la compresión es 5%.</li> </ul> <p><b>Hipótesis específico 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• H1: El porcentaje óptimo de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejora la resistencia a la flexión es 5%.</li> </ul> <p><b>Hipótesis específico 3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• H0: La variación de la resistencia a la compresión no es significativa con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural.</li> <li>• H1: La variación de la resistencia a la compresión si es significativa con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural.</li> </ul> <p><b>Hipótesis específico 4</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• H0: La variación de la resistencia a la flexión no es significativa con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural.</li> <li>• H1: La variación de la resistencia a la flexión si es significativa con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural.</li> </ul> <p><b>Hipótesis específico 5</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• H0: No existe una diferencia de costos entre concretos estructurales con porcentaje de caucho reciclado como reemplazo de agregado grueso con respecto a un concreto estructural normal.</li> <li>• H1: Si existe una diferencia de costos significativos entre concretos estructurales con porcentaje de caucho reciclado como reemplazo de agregado grueso con respecto a un concreto estructural normal.</li> </ul>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar la influencia del porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso sobre las propiedades de un concreto estructural.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar el porcentaje óptimo de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la compresión.</li> <li>• Determinar el porcentaje óptimo de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la flexión.</li> <li>• Analizar la variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural.</li> <li>• Analizar la variación de la resistencia a la flexión con respecto al porcentaje de caucho reciclado como reemplazo del agregado grueso de un concreto estructural.</li> <li>• Comparar los costos de concretos estructurales con porcentaje de caucho reciclado como reemplazo de agregado grueso con respecto a un concreto estructural normal.</li> </ul>	<p>Caucho Reciclado como Reemplazo del Grueso</p>	<p>Cantidad de Caucho Reciclado</p>	<p><b>Tipo:</b> experimental y aplicada.</p> <p><b>Diseño:</b> post-test</p> <p><b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</b> Técnica de observación. Ms Excel</p> <p><b>Métodos de análisis de investigación:</b> ANOVA unidireccional</p>

Nota: Elaboración Propia (2022)

## **Anexo 2: Registro Fotográfico**



Elaboración de probetas cilíndricas



Ruptura de probetas cilíndricas



Ruptura de Vigas



Separación de material para probetas cilíndricas y vigas



Elaboración de vigas con caucho reciclado

## **Anexo 3: Análisis de Costos Unitarios**

**Tabla. 15**

*Análisis de precios unitarios*

<b>Partida:</b>	Concreto Estructural f'c= 210 Kg/cm <sup>2</sup>	<b>FECHA DE PRESUPUESTO:</b>	25/04/2022
<b>Especificación:</b>	0%		
<b>Unidad:</b>	M3		
<b>Rendimiento:</b>	22.00		

Descripción	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Parcial	Total
<b>Mano de Obra</b>						S/ 68.87
Capataz	1.0000	hh	0.0364	S/ 27.49	S/ 1.00	
Operario	1.0000	hh	0.3636	S/ 22.91	S/ 8.33	
Oficial	1.0000	hh	0.3636	S/ 18.12	S/ 6.59	
Peón	6.0000	hh	2.1818	S/ 16.37	S/ 35.72	
Operador de Equipo Liviano	2.0000	hh	0.7273	S/ 23.70	S/ 23.70	
<b>Materiales</b>						S/ 301.85
Piedra Chancada de 1/2		Kg	0.8500	S/ 52.07	S/ 44.26	
Arena Gruesa		m <sup>3</sup>	0.4200	S/ 50.30	S/ 21.13	
Agua puesta en Obra		m <sup>3</sup>	0.1800	S/ 15.00	S/ 2.70	
Cemento Portland Tipo V		Bol	9.7400	S/ 24.00	S/ 233.76	
<b>Equipos y herramientas</b>						S/ 10.76
Herramientas Manuales		%MO	3.00	S/ 68.88	S/ 2.07	
Vibradora de Concreto 4 HP 1.25"	1.0000	hm	0.3636	S/ 5.76	S/ 2.09	
Mezcladora de Concreto 11 P3 (23 HP)	1.0000	hm	0.3636	S/ 18.14	S/ 6.60	
						S/ 381.47

*Nota:* Elaboración Propia (2022)

**Tabla. 16**

*Análisis de Precio unitarios al 5%*

<b>Partida:</b>	Concreto Estructural f'c= 210 Kg/cm <sup>2</sup>	<b>FECHA DE PRESUPUESTO:</b>	25/04/2022
<b>Especificación:</b>	5%		
<b>Unidad:</b>	M3		
<b>Rendimiento:</b>	22.00		

Descripción	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Parcial	Total
<b>Mano de Obra</b>						S/ 68.87
Capataz	1.0000	hh	0.0364	S/ 27.49	S/ 1.00	
Operario	1.0000	hh	0.3636	S/ 22.91	S/ 8.33	
Oficial	1.0000	hh	0.3636	S/ 18.12	S/ 6.59	
Peón	6.0000	hh	2.1818	S/ 16.37	S/ 35.72	
Operador de Equipo Liviano	2.0000	hh	0.7273	S/ 23.70	S/ 23.70	
<b>Materiales</b>						S/ 301.44
Piedra Chancada de 1/2		Kg	0.8132	S/ 52.07	S/ 42.34	
Arena Gruesa		m <sup>3</sup>	0.4200	S/ 50.30	S/ 21.13	
Agua puesta en Obra		m <sup>3</sup>	0.1800	S/ 15.00	S/ 2.70	
Cemento Portland Tipo V		Bol	9.7400	S/ 24.00	S/ 233.76	
Caucho Reciclado		Kg	0.0369	S/ 41.00	S/ 1.51	
<b>Equipos y herramientas</b>						S/ 10.76
Herramientas Manuales		%MO	3.00	S/ 68.88	S/ 2.07	
Vibradora de Concreto 4 HP 1.25"	1.0000	hm	0.3636	S/ 5.76	S/ 2.09	
Mezcladora de Concreto 11 P3 (23 HP)	1.0000	hm	0.3636	S/ 18.14	S/ 6.60	
						S/ 381.07

*Nota:* Elaboración Propia (2022)



**Tabla. 17**

*Análisis de precios unitarios al 7%*

Partida:	Concreto Estructural f'c= 210 Kg/cm <sup>2</sup>	FECHA DE PRESUPUESTO:		25/04/2022		
Especificación:	7%					
Unidad:	M3					
Rendimiento:	22.00					
Descripción	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Parcial	Total
<b>Mano de Obra</b>						S/ 68.87
Capataz	1.0000	hh	0.0364	S/ 27.49	S/ 1.00	
Operario	1.0000	hh	0.3636	S/ 22.91	S/ 8.33	
Oficial	1.0000	hh	0.3636	S/ 18.12	S/ 6.59	
Peón	6.0000	hh	2.1818	S/ 16.37	S/ 35.72	
Operador de Equipo Liviano	2.0000	hh	0.7273	S/ 23.70	S/ 23.70	
<b>Materiales</b>						S/ 301.27
Piedra Chancada de 1/2		Kg	0.7984	S/ 52.07	S/ 41.57	
Arena Gruesa		m <sup>3</sup>	0.4200	S/ 50.30	S/ 21.13	
Agua puesta en Obra		m <sup>3</sup>	0.1800	S/ 15.00	S/ 2.70	
Cemento Portland Tipo V		Bol	9.7400	S/ 24.00	S/ 233.76	
Caucho Reciclado		Kg	0.0516	S/ 41.00	S/ 2.12	
<b>Equipos y herramientas</b>						S/ 10.76
Herramientas Manuales		%MO	3.00	S/ 68.88	S/ 2.07	
Vibradora de Concreto 4 HP 1.25"	1.0000	hm	0.3636	S/ 5.76	S/ 2.09	
Mezcladora de Concreto 11 P3 (23 HP)	1.0000	hm	0.3636	S/ 18.14	S/ 6.60	
						S/ 380.90

*Nota:* Elaboración Propia (2022)

**Tabla. 18**

*Análisis de precios unitarios al 10%*

Partida:	Concreto Estructural f'c= 210 Kg/cm <sup>2</sup>	FECHA DE PRESUPUESTO:		25/04/2022		
Especificación:	10%					
Unidad:	M3					
Rendimiento:	22.00					
Descripción	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Parcial	Total
<b>Mano de Obra</b>						S/ 68.87
Capataz	1.0000	hh	0.0364	S/ 27.49	S/ 1.00	
Operario	1.0000	hh	0.3636	S/ 22.91	S/ 8.33	
Oficial	1.0000	hh	0.3636	S/ 18.12	S/ 6.59	
Peón	6.0000	hh	2.1818	S/ 16.37	S/ 35.72	
Operador de Equipo Liviano	2.0000	hh	0.7273	S/ 23.70	S/ 23.70	
<b>Materiales</b>						S/ 301.03
Piedra Chancada de 1/2		Kg	0.7763	S/ 52.07	S/ 40.42	
Arena Gruesa		m <sup>3</sup>	0.4200	S/ 50.30	S/ 21.13	
Agua puesta en Obra		m <sup>3</sup>	0.1800	S/ 15.00	S/ 2.70	
Cemento Portland Tipo V		Bol	9.7400	S/ 24.00	S/ 233.76	
Caucho Reciclado		Kg	0.0737	S/ 41.00	S/ 3.02	
<b>Equipos y herramientas</b>						S/ 10.76
Herramientas Manuales		%MO	3.00	S/ 68.88	S/ 2.07	
Vibradora de Concreto 4 HP 1.25"	1.0000	hm	0.3636	S/ 5.76	S/ 2.09	
Mezcladora de Concreto 11 P3 (23 HP)	1.0000	hm	0.3636	S/ 18.14	S/ 6.60	
						S/ 380.66

*Nota:* Elaboración Propia (2022)

## **Anexo 4: Resultados Turnitin**

## INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE CAUCHO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO SOBRE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UN CONCRETO ESTRUCTURAL

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>1library.co</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.uct.edu.pe:8080</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to Universidad Católica San Pablo</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>Submitted to Universidad Católica De Cuenca</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>

9	<a href="http://repositorio.unjfsc.edu.pe">repositorio.unjfsc.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
10	<a href="http://repositorio.upla.edu.pe">repositorio.upla.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
12	<a href="http://dspace.ups.edu.ec">dspace.ups.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://repositorio.unj.edu.pe">repositorio.unj.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://repositorio.usanpedro.edu.pe">repositorio.usanpedro.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://repositorio.unsaac.edu.pe">repositorio.unsaac.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://repository.usta.edu.co">repository.usta.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://repositorio.ups.edu.pe">repositorio.ups.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://repositorio.utea.edu.pe">repositorio.utea.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

21	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Fuente de Internet	<1 %
22	<a href="http://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
23	<a href="http://www.dspace.unitru.edu.pe">www.dspace.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
24	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
25	<a href="http://repositorio.ujcm.edu.pe">repositorio.ujcm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
26	<a href="http://repository.ugc.edu.co">repository.ugc.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
27	<a href="http://repositorio.uta.edu.ec">repositorio.uta.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
28	<a href="http://www.studocu.com">www.studocu.com</a> Fuente de Internet	<1 %
29	<a href="http://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
30	Submitted to Universidad Privada de Tacna Trabajo del estudiante	<1 %
31	<a href="http://repository.unimilitar.edu.co">repository.unimilitar.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
32	Submitted to Universidad Inca Garcilaso de la Vega	<1 %