

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Propiedades físicas y mecánicas del concreto  
modificado con residuos de caucho y plástico en  
zonas altoandinas, Juliaca - Puno 2021**

Marlon Arturo Vilca Gonzales

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

**INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS**

**A** : Gutarra Meza Felipe Néstor  
Decano de la Facultad de Ingeniería

**DE** : Abel Alberto Muñiz Paucarmayta

**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de similitud en "Turnitin" VILCA GONZALES  
Marlon Arturo

**FECHA** : 04 de Diciembre de 2023

---

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "**PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO MODIFICADO CON RESIDUOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO EN ZONAS ALTOANDINAS, JULIACA - PUNO 2021**", perteneciente al/la/los/las estudiante(s) **VILCA GONZALES Marlon Arturo**, de la E.A.P. de Ingeniería Civil; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 20 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas: 00 ) SI  NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



---

Abel Alberto Muñiz Paucarmayta  
Asesor de tesis

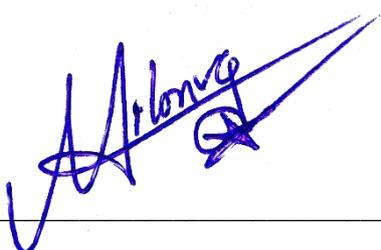
## **DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD**

Yo, Marlon Arturo Vilca Gonzales, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 70340035, de la E.A.P. de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO MODIFICADO CON RESIDUOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO EN ZONAS ALTOANDINAS, JULIACA - PUNO 2021", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

06 de Diciembre de 2023.



---

Marlon Arturo Vilca Gonzales

DNI. No. 70340035

# DPI-MVILCA-2023-UC

## INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	7%
2	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
4	<a href="https://repositorio.continental.edu.pe">repositorio.continental.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC Trabajo del estudiante	1%
6	<a href="https://repositorio.upla.edu.pe">repositorio.upla.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1%
8	<a href="https://repositorio.usanpedro.edu.pe">repositorio.usanpedro.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="https://repositorio.undac.edu.pe">repositorio.undac.edu.pe</a> Fuente de Internet	

<1 %

10

Submitted to Dumfries and Galloway College

Trabajo del estudiante

<1 %

11

Submitted to Universidad Andina Nestor  
Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

<1 %

12

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

<1 %

13

[repositorio.unh.edu.pe](http://repositorio.unh.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

14

Submitted to Assumption University

Trabajo del estudiante

<1 %

15

[www.uca.edu.sv](http://www.uca.edu.sv)

Fuente de Internet

<1 %

16

Submitted to Universidad Nacional del Centro  
del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

17

[repositorio.urp.edu.pe](http://repositorio.urp.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

18

[repositorio.usmp.edu.pe](http://repositorio.usmp.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

19

[qdoc.tips](http://qdoc.tips)

Fuente de Internet

<1 %

20	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	<1 %
21	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
22	<a href="http://repositorio.udh.edu.pe">repositorio.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
23	<a href="http://dokumen.pub">dokumen.pub</a> Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="http://www.dspace.uce.edu.ec:8080">www.dspace.uce.edu.ec:8080</a> Fuente de Internet	<1 %
25	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
26	<a href="http://repositorio.uwiener.edu.pe">repositorio.uwiener.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
27	Submitted to Universidad Catolica de Trujillo Trabajo del estudiante	<1 %
28	<a href="http://dspace.utpl.edu.ec">dspace.utpl.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
29	<a href="http://repositorio.unheval.edu.pe">repositorio.unheval.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
30	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	<1 %
31	<a href="http://repositorio.puce.edu.ec">repositorio.puce.edu.ec</a>	

Fuente de Internet

<1 %

32

[apirepositorio.unh.edu.pe](http://apirepositorio.unh.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

33

[coggle.it](http://coggle.it)

Fuente de Internet

<1 %

34

[repositorio.uandina.edu.pe](http://repositorio.uandina.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

35

[siar.minam.gob.pe](http://siar.minam.gob.pe)

Fuente de Internet

<1 %

36

Submitted to Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

Trabajo del estudiante

<1 %

37

[repositorio.upt.edu.pe](http://repositorio.upt.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

38

[repositorio.unica.edu.pe](http://repositorio.unica.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

39

[transportesynegocios.wordpress.com](http://transportesynegocios.wordpress.com)

Fuente de Internet

<1 %

40

[www.comunidad.madrid](http://www.comunidad.madrid)

Fuente de Internet

<1 %

41

Submitted to Universidad Católica San Pablo

Trabajo del estudiante

<1 %

42	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
43	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
44	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
45	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
46	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
47	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
48	Mara Urdapilleta, Carlos A. Galliari, Tomás Navarro-Febré, Marcela Lareschi. "Effect of host and environment related factors on the distribution of the ectoparasites of the montane grass mouse Akodon montensis (Cricetidae, Sigmodontinae) in the Atlantic Forest ecoregion in northeastern Argentina", Revista Mexicana de Biodiversidad, 2022 Publicación	<1 %
49	dspace.ucacue.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
50	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

51	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
52	<a href="http://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
53	<a href="#">Submitted to unajma</a> Trabajo del estudiante	<1 %
54	<a href="http://www.unesco.org.uy">www.unesco.org.uy</a> Fuente de Internet	<1 %
55	<a href="http://dspace.unitru.edu.pe">dspace.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
56	<a href="http://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
57	<a href="http://es.unionpedia.org">es.unionpedia.org</a> Fuente de Internet	<1 %
58	<a href="http://repositorio.autonoma.edu.pe">repositorio.autonoma.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
59	<a href="http://repositorio.utb.edu.co">repositorio.utb.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
60	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1 %
61	<a href="http://pdfcookie.com">pdfcookie.com</a> Fuente de Internet	<1 %
62	<a href="http://repositorio.ual.edu.pe">repositorio.ual.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

63 [repositorio.uptc.edu.co](http://repositorio.uptc.edu.co) <1 %  
Fuente de Internet

---

64 [repositoriobibliotecas.uv.cl](http://repositoriobibliotecas.uv.cl) <1 %  
Fuente de Internet

---

65 [www.cacic2016.unsl.edu.ar](http://www.cacic2016.unsl.edu.ar) <1 %  
Fuente de Internet

---

66 [www.ema.org.mx](http://www.ema.org.mx) <1 %  
Fuente de Internet

---

67 [www.kaznu.kz](http://www.kaznu.kz) <1 %  
Fuente de Internet

---

68 [www.tdx.cat](http://www.tdx.cat) <1 %  
Fuente de Internet

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias Apagado

Excluir bibliografía

Activo

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi padre, Sergio Vilca Arapa,  
por apoyarme, aconsejarme y enseñarme a ser perseverante.

A mi madre, Lucy Gonzales Cabana,  
por el cariño y por ayudarme a concluir esta meta.

A Jonathan,  
porque un amigo puede estar en todo momento, pero en las situaciones complicadas es cuando se  
revela quién es un verdadero amigo. Gracias.

A mi asesor, Abel A. Muñiz Paucarmayta,  
por orientarme y ayudarme a mejorar cada día mi tesis.

Expreso mi gratitud hacia todas las personas que contribuyeron en la conclusión de este estudio  
de investigación.

## **DEDICATORIA**

Deseo dedicar este proyecto de investigación, en primer lugar, a Dios, por protegernos durante esta pandemia y brindarnos la fortaleza necesaria.

Con cariño, a mis padres,  
por motivarme e impulsarme en cada momento.

A la Navidad,  
por alegrarme en todo momento con su hermoso ambiente que envuelve el mes de diciembre y por permitirme pasar buenos momentos al lado de mis seres queridos.

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>II</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>III</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XII</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XIII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>3</b>
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.1.1. <i>Problema general</i> .....	4
1.1.2. <i>Problemas específicos</i> .....	4
1.2. OBJETIVOS .....	5
1.2.1. <i>Objetivo general</i> .....	5
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	5
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
1.3.1. <i>Justificación teórica</i> .....	5
1.3.2. <i>Justificación practica</i> .....	6
1.4. DELIMITACIÓN .....	6
1.4.1. <i>Delimitación conceptual</i> .....	6
1.4.2. <i>Delimitación espacial</i> .....	6
1.4.3. <i>Delimitación temporal</i> .....	6
1.5. IMPORTANCIA .....	6
1.6. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES .....	6
1.6.1. <i>Hipótesis general</i> .....	7
1.6.2. <i>Hipótesis específicas</i> .....	7
1.6.3. <i>Variables</i> .....	7
1.6.4. <i>Operacionalización de variables</i> .....	9
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>10</b>
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA .....	10
2.1.1. <i>Antecedentes nacionales</i> .....	10
2.1.2. <i>Antecedentes internacionales</i> .....	13

2.2. BASES TEÓRICAS .....	16
2.2.1. <i>Caucho y plástico.</i> .....	16
2.2.2. <i>Diseño de mezclas.</i> .....	18
2.2.3. <i>Propiedades físicas y mecánicas del concreto.</i> .....	18
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	22
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>25</b>
3.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....	25
3.2. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN .....	25
3.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN .....	25
3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	25
3.5. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.....	26
3.5.1. <i>Población.</i> .....	26
3.5.2. <i>Muestra.</i> .....	26
3.5.3. <i>Muestreo.</i> .....	26
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	27
3.6.1. <i>Técnica.</i> .....	27
3.6.2. <i>Instrumento de recolección de datos.</i> .....	27
3.7. MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	28
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>30</b>
4.1. ESTUDIOS PREVIOS .....	30
4.1.1. <i>Estudios de laboratorio.</i> .....	30
4.2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	30
4.2.1. <i>Análisis de la variación del asentamiento del concreto modificado con residuos de caucho y plástico.</i> .....	30
4.2.2. <i>Análisis la variación de la densidad del concreto modificado con residuos de caucho y plástico</i>	35
4.2.3. <i>Determinación de la resistencia a la compresión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico.</i> .....	36
4.2.4. <i>Determinación de la resistencia a la flexión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico.</i> .....	38
4.3. RESULTADOS .....	40

4.3.1. <i>Análisis del asentamiento del concreto modificado con residuos de caucho y plástico</i>	40
4.3.2. <i>Análisis de la densidad del concreto modificado con residuos de caucho y plástico</i>	42
4.3.3. <i>Determinación de la resistencia a la compresión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico.</i>	43
4.3.4. <i>Determinación de la resistencia a la flexión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico.</i>	45
4.3.5 <i>Prueba de hipótesis.</i>	46
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>61</b>
5.1. DISCUSIÓN OE1	61
5.2. DISCUSIÓN OE2	61
5.3. DISCUSIÓN OE3	62
5.4. DISCUSIÓN OE4	62
<b>CAPÍTULO VI</b>	<b>64</b>
CONCLUSIÓN 1:	64
CONCLUSIÓN 2:	64
CONCLUSIÓN 3:	64
CONCLUSIÓN 4:	64
CONCLUSIÓN 5:	65
<b>CAPÍTULO VII</b>	<b>66</b>
RECOMENDACIÓN 1:	66
RECOMENDACIÓN 2:	66
RECOMENDACIÓN 3:	66
RECOMENDACIÓN 4:	66
RECOMENDACIÓN 5:	66
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>67</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>71</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables.....	9
Tabla 2. Especificaciones de los diámetros de la superficie de carga.....	20
Tabla 3. Consistencia y asentamientos.....	233
Tabla 4. Validez de contenido del instrumento de las variables: Caucho y plástico con las propiedades físicas y mecánicas del concreto por juicio de expertos .....	277
Tabla 5. Rangos de confiabilidad.....	288
Tabla 6. Características del agregado fino en laboratorio.....	311
Tabla 7. Características del agregado grueso en laboratorio.....	322
Tabla 8. Características del caucho reciclado .....	322
Tabla 9. Características del plástico reciclado de botellas.....	33
Tabla 10. Combinaciones posibles para el concreto modificado con caucho y plástico .....	33
Tabla 11. Especificaciones de concretos elaborados con caucho y plástico adicionado. ....	344
Tabla 12. Diseño de mezclas para 1 m <sup>3</sup> para una resistencia a la compresión de 210kg/cm <sup>2</sup> .....	344
Tabla 13. Datos del ensayo de asentamiento del concreto.....	355
Tabla 14. Datos de la masa aparente promedio y volumen promedio de cilindros de concreto .....	355
Tabla 15. Densidad del concreto en gr/cm <sup>3</sup> .....	366
Tabla 16. Densidad del concreto en Kg/m <sup>3</sup> .....	366
Tabla 17. Resistencia a la compresión del concreto alcanzada a los 7 días.....	377
Tabla 18. Resistencia a la compresión del concreto alcanzada a los 14 días.....	377
Tabla 19. Resistencia a la compresión del concreto alcanzada a los 28 días.....	388
Tabla 20. Resistencia a la flexión alcanzada a los 7 días.....	399
Tabla 21. Resistencia a la flexión alcanzada a los 14 días.....	399
Tabla 22. Resistencia a la flexión alcanzada a los 28 días.....	40
Tabla 23. Asentamiento del concreto modificado con residuos de caucho y plástico.....	40
Tabla 24. Densidad del concreto del concreto modificado con residuos de caucho y plástico .....	422

Tabla 25. Resistencia a la compresión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico .....	433
Tabla 26. Resistencia a la flexión del concreto modificado con de caucho y plástico .....	455
Tabla 27. Análisis de resultados descriptivos de la Resistencia a Compresión a los 7 días ..	477
Tabla 28. Análisis de la Normalidad de los resultados de Resistencia a la compresión a los 7 días .....	477
Tabla 29. Análisis de la Homogeneidad de Varianzas mediante el método estadístico de Levene .....	488
Tabla 30. Prueba de Hipótesis ANOVA para valores de Resistencia a la compresión a los 7 días .....	488
Tabla 31. Análisis de resultados descriptivos de la Resistencia a Compresión a los 14 días	499
Tabla 32. Análisis de la Normalidad de los resultados de Resistencia a la compresión a los 14 días .....	50
Tabla 33. Análisis de la Homogeneidad de Varianzas mediante el método estadístico de Levene .....	50
Tabla 34. Prueba de Hipótesis ANOVA para valores de Resistencia a la compresión a los 14 días .....	50
Tabla 35. Análisis de resultados descriptivos de la Resistencia a Compresión a los 28 días	511
Tabla 36. Análisis de la Normalidad de los resultados de Resistencia a la compresión a los 28 días .....	522
Tabla 37. Análisis de la Homogeneidad de Varianzas mediante el método estadístico de Levene .....	522
Tabla 38. Prueba de Hipótesis ANOVA para valores de Resistencia a la compresión a los 28 días .....	522
Tabla 39. Análisis de resultados descriptivos de la Resistencia a flexión a los 7 días .....	533
Tabla 40. Análisis de la Normalidad de los resultados de Resistencia a la flexión a los 7 días .....	534
Tabla 41. Análisis de la Homogeneidad de Varianzas mediante el método estadístico de Levene .....	544
Tabla 42. Análisis de resultados descriptivos de la Resistencia a flexión a los 14 días .....	555

Tabla 43. Análisis de la Normalidad de los resultados de Resistencia a la flexión a los 14 días .....	566
Tabla 44. Análisis de la Homogeneidad de Varianzas mediante el método estadístico de Levene .....	566
Tabla 45. Prueba de Hipótesis ANOVA para valores de Resistencia a la compresión a los 14 días .....	566
Tabla 46. Prueba de post Hoc de Scheffé para Resistencia a la flexión a los 14 días.....	577
Tabla 47. Análisis de resultados descriptivos de la Resistencia a flexión a los 28 días .....	578
Tabla 48. Análisis de la Normalidad de los resultados de Resistencia a la flexión a los 28 días .....	588
Tabla 49. Análisis de la Homogeneidad de Varianzas mediante el método estadístico de Levene .....	589
Tabla 50. Prueba de Hipótesis ANOVA para valores de Resistencia a la compresión a los 28 días .....	599
Tabla 51. Prueba de post Hoc de Scheffé para Resistencia a la flexión a los 28 días.....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Contaminación por parte del caucho en el distrito de Juliaca	4
Figura 2. Contaminación por parte del plástico en el distrito de Juliaca	4
Figura 3. Molde con el cual se determina el asentamiento	19
Figura 4. Representaciones gráficas de los diferentes tipos de fallas	21
Figura 5. Diseño de un equipo apropiado para llevar a cabo la prueba de flexión en el concreto empleando una viga sencilla con carga aplicada en los tercios de su luz usando una viga simple cargada en los tercios de la luz	22
Figura 6. Variación del asentamiento del concreto modificado	41
Figura 7. Variación de la densidad en kg/m <sup>3</sup> del concreto modificado	42
Figura 8. Variación de la densidad (peso unitario) en KG/M <sup>3</sup> del concreto modificado	44
Figura 9. Variación del módulo de rotura en mpa del concreto modificado	46

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia de trabajo de investigación	71
Anexo 2. Instrumento de investigación validado	72
Anexo 3. Certificados/ Protocolos de Ensayo de Laboratorio	75
Anexo 4. Registro fotográfico	90
Anexo 5. Resultados de Turnitin	94

## RESUMEN

El título de esta investigación en curso es “*Propiedades físicas y mecánicas del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas altoandinas, Juliaca - Puno 2021*”, su objetivo principal es: determinar la variación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas altoandinas, Juliaca - Puno 2021. La metodología que se usó fue el método científico del tipo: Aplicada, del nivel: explicativo y de diseño: experimental. Para este fin, Se propuso un concreto patrón de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y concretos modificados con caucho y plástico reciclado, sustituyendo en 5 % (3 % caucho y 2 % plástico), 10 % (6 % caucho y 4 % plástico) y 15 % (9 % caucho y 6 % plástico) al volumen del agregado grueso. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: que el mejor asentamiento fue con la modificación del 5 %, que fue de 6 cm, que la densidad más baja fue de  $2273 \text{ kg/m}^3$  con la modificación de 15 %, La máxima resistencia de compresión registrada fue de  $190.4 \text{ kg/cm}^2$  con la modificación del 5 % y que la mayor resistencia a la flexión fue de  $3.86 \text{ Mpa}$  que se obtuvo con la modificación del 10 %. La investigación muestra como conclusión: que las propiedades físicas y mecánicas del concreto modificado varían en forma favorable reduciendo la densidad y mejorando la resistencia a la flexión del concreto como también en forma desfavorable en el asentamiento y la resistencia a la compresión. En esta investigación, la mejor modificación del concreto se logró con 5 % (3 % caucho y 2 % plástico).

**Palabras claves:** concreto, caucho, plástico, compresión, flexión.

## ABSTRACT

The title of this ongoing research is "Physical and Mechanical Properties of Concrete Modified with Rubber and Plastic Waste in the High Andean Regions, Juliaca - Puno 2021." Its main objective is to determine the variation in the physical and mechanical properties of concrete modified with rubber and plastic waste in the high Andean regions, Juliaca - Puno 2021. The methodology used was the applied scientific method, at the explanatory level, with an experimental design. For this purpose, a standard concrete with a strength of  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  was proposed, as well as concretes modified with rubber and recycled plastic, substituting 5% (3% rubber and 2% plastic), 10% (6% rubber and 4% plastic), and 15% (9% rubber and 6% plastic) of the volume of coarse aggregate. The results obtained were as follows: the best slump was achieved with the 5% modification, which was 6 cm, the lowest density was  $2273 \text{ kg/m}^3$  with the 15% modification, the maximum compression strength recorded was  $190.4 \text{ kg/cm}^2$  with the 5% modification, and the highest flexural strength was 3.86 MPa, obtained with the 10% modification. The research concludes that the physical and mechanical properties of modified concrete vary favorably by reducing density and improving flexural strength but unfavorably in terms of slump and compression strength. In this research, the best concrete modification was achieved with 5% (3% rubber and 2% plastic).

**Keywords:** concrete, rubber, plastic, compression, bending.

## INTRODUCCIÓN

La ingeniería civil constantemente busca innovar en el campo de la construcción, al mismo tiempo que se esfuerza por incrementar la calidad de vida de los habitantes.

Uno de los problemas ambientales de los que más sufre nuestro planeta es la contaminación de residuos sólidos, entre estos están el caucho y el plástico, los cuales tardan de 100 a 1000 años en descomponerse.

El título de esta investigación en curso es: “*Propiedades físicas y mecánicas del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas altoandinas, Juliaca - Puno 2021*” está enfocado en hallar una respuesta al tema de la contaminación del medio ambiente por parte del caucho y el plástico y la incitación al reciclaje de estos elementos.

Esta investigación es importante porque: Busca nuevas metodologías para los diseños de mezclas y, a su vez, se esfuerza por incrementar la calidad de vida de los habitantes y buscar la manera de aprovechar y convertir en recursos útiles los desechos sólidos resultantes de la producción y consumo, ayudando a reducir la contaminación, regresando el orden a las avenidas y el paso libre de las aguas en cunetas.

En ese sentido, este trabajo se compone de los siguientes capítulos:

**Capítulo I. Planteamiento del problema:** Proporciona información sobre el entorno en el que se encuentra el problema a abordar, la formulación del problema, los objetivos a alcanzar, la justificación, las hipótesis y otros elementos metodológicos.

**Capítulo II. Marco Teórico:** Incluye información sobre los antecedentes tanto a nivel nacional como internacional, las bases teóricas relacionadas con el tema de investigación, además de las definiciones de los términos básicos.

**Capítulo III. Metodología:** Expone la metodología utilizada, incluyendo el tipo de investigación, su nivel y diseño, también la población estudiada, la muestra y el método de muestreo Además de las técnicas y instrumentos utilizados para adquirir información.

**Capítulo IV. Análisis y Resultados:** Comprende el análisis de la información y la interpretación de los resultados.

**Capítulo V. Discusión:** Comprende la discusión de los resultados, comparándolos con los antecedentes del proyecto de investigación.

**Capítulo VI. Conclusiones:** Presenta las conclusiones del trabajo de investigación.

**Capítulo VII. Recomendaciones:** Aquí se presentan las recomendaciones del proyecto de investigación.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### 1.1. Planteamiento y formulación del problema

Los desechos por residuos sólidos (caucho y plástico) es uno de los factores que más afectan a la ecología del planeta, y es uno de los más principales ya que estos no son de fáciles de degradarse, el uso inconsciente y masivo de estos elementos es muy peligroso porque contribuye en la generación de basura en nuestro país.

En 2018, España recuperó el 35 % de sus residuos y, el cierre del 2020, demostró que aún no se ha alcanzado el 50 % dictado por las directivas europeas y la ley de Residuos española del 2011, sino más bien todo lo contrario: en 2020 la cifra española bajó hasta 34,7 %. SPGROUP (2020)

Según el Ministerio del Ambiente MINAM (SINIA, 2018). Queda mucho trabajo por hacer, en este sentido, dado que, en Perú, únicamente se recicla el 1.9% de la totalidad de los desechos sólidos que podrían ser reutilizados.

Ya hace algunos años, una pequeña cantidad de llantas (ruedas de automóviles) fueron recicladas y usadas, algunas se almacenaron o simplemente tiradas en lugares públicos, lo que generó preocupaciones sobre nuestra salud y estilo de vida.

El proceso de reciclaje proporciona una solución para reducir, parcialmente, el dilema de los desechos mencionado anteriormente y, también, ayuda a convertir los desechos sólidos descartados en materias primas. En este estudio, se producirá una mezcla de concreto reutilizando caucho y plástico (llantas y botellas) de desecho obtenidos de las calles u otros lugares donde se encuentran estos materiales.

Esta propuesta es buscar una alternativa para dar un segundo uso a estos elementos en forma de reciclaje y, así, poder disminuir la contaminación en nuestro país, Ofreciendo incrementar la calidad de vida de los habitantes y preservar el entorno ambiental que nos rodea.

En Juliaca, actualmente, nos enfrentamos al problema de la contaminación.

Por parte del plástico y de las llantas de caucho, desde 25 años atrás, porque no se cuenta con educación de reciclaje, se presentan botadas tantas botellas de plástico en las calles y, de igual manera, llantas de vehículos en las avenidas, perjudicando a la salud de las personas y al orden de la ciudad.

Este se puede solucionar mediante el reciclaje de estos elementos y emplearlos en diversas ideas, como en este proyecto de investigación.



*Figura 1.* Contaminación por parte del caucho en el distrito de Juliaca



*Figura 2.* Contaminación por parte del plástico en el distrito de Juliaca

### ***1.1.1. Problema general.***

¿Cuánto varían las propiedades físicas y mecánicas de concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas altoandinas, Juliaca-Puno 2021?

### ***1.1.2. Problemas específicos.***

P. E. 1: ¿Cuánto varía el asentamiento del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas altoandinas, Juliaca-Puno 2021?

P. E. 2: ¿Cuánto varía la densidad del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas altoandinas, Juliaca-Puno 2021?

P. E. 3: ¿Cuánto varía la resistencia a la compresión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas altoandinas, Juliaca-Puno 2021?

P. E. 4: ¿Cuánto varía la resistencia a la flexión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas altoandinas, Juliaca-Puno 2021?

## **1.2. Objetivos**

### ***1.2.1. Objetivo general***

Determinar la variación de las propiedades físicas y mecánicas de concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas altoandinas, Juliaca-Puno 2021.

### ***1.2.2. Objetivos específicos***

O. E. 1: Analizar la variación del asentamiento del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas altoandinas, Juliaca-Puno 2021.

O. E. 2: Analizar la variación de la densidad del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas altoandinas, Juliaca-Puno 2021.

O. E. 3: Determinar la variación de la resistencia a la compresión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas altoandinas, Juliaca-Puno 2021.

O. E. 4: Determinar la variación de la resistencia a la flexión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas altoandinas, Juliaca-Puno 2021.

## **1.3. Justificación e importancia de la investigación**

### ***1.3.1. Justificación teórica***

La ingeniería siempre busca innovar y sobre todo ayudar a elevar la calidad de vida humana por eso, es importante evaluar el comportamiento de los diferentes materiales que puedan contribuir a la construcción,

Esta investigación utilizará materiales (llantas de caucho y plástico de botellas) producto de desechos de las personas, lo cual ayudará a evitar la aglomeración de materiales sólidos en las calles.

La elaboración de esta tesis nos implica en la práctica del reciclaje y la reutilización de materiales que con frecuencia son desechados. Estos desechos generan un impacto en nuestro entorno, por lo tanto, esta justificación se basa en aspectos ambientales.

### ***1.3.2. Justificación práctica***

Este estudio busca reducir el peso a las estructuras de concreto, incluyendo residuos sólidos y, a su vez, evitará la contaminación por parte de estos materiales y, así mismo, a contribuir con el medio ambiente y además, se buscará incrementar el valor de los desechos sólidos generados en las acciones de producción y consumo.

## **1.4. Delimitación**

### ***1.4.1. Delimitación conceptual.***

Se aplicará los ensayos correspondientes relacionados con el concreto con el fin de evaluar cómo el caucho y el plástico influyen en sus propiedades.

### ***1.4.2. Delimitación espacial.***

El estudio se realizó en el distrito de Juliaca, el cual está situado en la provincia de San Román, localizada en el departamento de Puno.

### ***1.4.3. Delimitación temporal.***

Este problema se da desde hace ya mucho tiempo hasta nuestra actualidad.

## **1.5. Importancia**

Busca nuevas metodologías para los diseños de mezclas y, a su vez, pretende elevar la calidad de vida de la población y buscar una forma de añadir valor a los residuos sólidos generados en las acciones de producción y consumo, ayudando a reducir la contaminación, regresando el orden a las avenidas y el paso libre de las aguas en cunetas.

## **1.6. Hipótesis y descripción de variables**

### ***1.6.1. Hipótesis general.***

Las propiedades físicas y mecánicas de concreto modificado varía significativamente con los residuos de caucho y plástico en zonas altoandinas, Juliaca-Puno 2021.

### ***1.6.2. Hipótesis específicas.***

H. E. 1: El asentamiento del concreto modificado con residuos de caucho y plástico varía considerablemente en zonas altoandinas, Juliaca-Puno.

H. E. 2: La densidad del concreto modificado con residuos de caucho y plástico varía considerablemente en zonas altoandinas, Juliaca-Puno 2021.

H. E. 3: La resistencia a la compresión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico varía considerablemente en zonas altoandinas, Juliaca-Puno 2021.

H. E. 4: La resistencia a la flexión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico varía considerablemente en zonas altoandinas, Juliaca-Puno 2021.

### ***1.6.3 Variables.***

#### **El caucho y plástico**

Definición conceptual: “El caucho es una sustancia natural –también la hay sintética– que tiene unas propiedades determinantes: elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica” (AutoBild, 2010).

El plástico es un material elaborable fácilmente a partir de resinas, proteínas y otras sustancias y puede cambiar de forma permanentemente a compresiones y temperaturas específicas (Pérez Porto & Garde, 2013).

Definición operacional: Las dimensiones del caucho y el plástico se evalúan mediante su operacionalización D1: Peso específico, D2: Granulometría, D3: Dosificación. Además, las dimensiones se dividen con sus respectivos indicadores.

#### **Propiedades físicas y mecánicas del concreto**

Definición conceptual: Se someten tanto el concreto en su estado fresco como en su estado endurecido a una serie de pruebas para su evaluación con el fin de medir y

calcular las características físicas y mecánicas del material. (CHUMPITAZ OCHOA, 2019).

Definición operacional: Propiedades físicas y mecánicas del concreto se evalúan a través de la operacionalización de sus dimensiones.

- D1: Asentamiento
- D2: Densidad
- D3: Resistencia a la compresión
- D4: Resistencia a la flexión

### 1.6.4. Operacionalización de variables.

**Tabla 1.**

*Matriz de operacionalización de variables*

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
V1: Caucho y plástico	<p>“Esta sustancia natural –también la hay sintética– tiene unas propiedades determinantes: elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica.” (AutoBild, 2010)</p> <p>El plástico es un material que se puede formar fácilmente a partir de resinas, proteínas y otras sustancias y puede cambiar de forma permanentemente a compresiones y temperaturas específicas. (Pérez Porto, y otros, 2013)</p>	<p>La V1: Caucho y plástico se operacionaliza mediante sus dimensiones D1: Peso específico, D2: Granulometría, D3: Dosificación. A su vez cada una de las dimensiones se desglosa con sus respectivos indicadores.</p>	<p>D1: Peso específico</p> <p>D2: Granulometría</p> <p>D3: Dosificación</p>	<p>I1: caucho aprox. 1064 Kg/m<sup>3</sup> I2: plástico aprox. 1333 Kg/m<sup>3</sup> I3: Promedio aprox. 1199 Kg/m<sup>3</sup></p> <p>I1: fragmentos de 3.25mm del caucho I2: tiras de 25mm del plástico I3: Promedio aprox. 14mm</p> <p>I1: 5% del agregado grueso I2: 10% del agregado grueso I3: 15% del agregado grueso</p>	Ficha de recopilación de datos.	Razón
V2: Propiedades físicas y mecánicas del concreto	<p>El concreto en su estado fresco endurecido se somete a una serie de pruebas para determinar y calcular las dimensiones de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón. (CHUMPITAZ OCHOA, 2019)</p>	<p>La V2: Propiedades físicas y mecánicas del concreto se operacionaliza mediante sus dimensiones D1: Asentamiento D2: Densidad D3: Resistencia a la compresión D4: Resistencia a la flexión A su vez cada una de las dimensiones se desglosa con sus respectivos indicadores.</p>	<p>D1: Asentamiento</p> <p>D2: Densidad</p> <p>D3: Resistencia a la compresión</p> <p>D4: Resistencia a la flexión</p>	<p>I1: Slump test I2: Consistencia I3: Trabajabilidad</p> <p>I1: Peso unitario I2: rendimiento I3: contenido de aire</p> <p>I1: 7 días I2: 14 días I3: 28 días</p> <p>I1: 7 días I2: 14 días I3: 28 días</p>		Intervalo

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes del problema

##### 2.1.1. Antecedentes nacionales.

Pinedo Pérez (2018), en su tesis de grado *titulado* “Estudio de resistencia a la compresión del concreto  $F'c = 210\text{kg/cm}^2$ , con la adición de plástico reciclado (PET), en la ciudad de Tarapoto, 2018” fijó como *objetivos*: determinar si la inclusión de plástico reciclado PET en el concreto conlleva una mejora en su capacidad de resistencia a la compresión.

Usando una *metodología* del tipo experimental, logro los siguientes *resultados* siguientes:

La resistencia a la compresión del concreto sin la presencia de PET a los 28 días fue de  $220\text{ Kg/cm}^2$ . Con la incorporación de plástico reciclado PET en proporciones del 5 %, 10 % y 15 %, se alcanzaron resistencias a la compresión de  $191\text{ Kg/cm}^2$ ,  $168.25\text{ Kg/cm}^2$  y  $151.31\text{ Kg/cm}^2$  respectivamente, a partir de esto, la capacidad de resistencia a la compresión del hormigón tiende a reducirse a medida que se incrementa la proporción de PET presente en la mezcla.

Finalmente, fija como *conclusiones*:

Con una resistencia a la compresión mayor a  $140\text{ kg/cm}^2$  y  $175\text{ kg/cm}^2$  o más, el concreto con la adición de plástico reciclado PET es adecuado para aplicaciones no relacionadas con la estructura, lo que tiene la ventaja de reducir el impacto medioambiental generado por el plástico PET. Una forma alternativa de crear reciclaje al utilizar su uso en la construcción.

Giraldo Antunez (2019), en su tesis de grado *titulado*: “Resistencia a la compresión y flexión de concreto con 10% y 20% de fibras de caucho reciclado”, fijó como *objetivos*: determinar la capacidad de resistencia a la compresión y flexión del concreto patrón y del concreto modificado con fibras de caucho sintético reciclado.

Usando una *metodología* del tipo experimental, logro los *resultados* siguientes:

La mayor resistencia se logró al reemplazar el 10% de las fibras de caucho reciclado en lugar del agregado grueso, alcanzando una resistencia de 213.30 Kg/cm<sup>2</sup> después de un período de curado de 28 días. Esto se compara con la resistencia del concreto convencional, que fue de 212.40 Kg/cm<sup>2</sup>. En lo que respecta a la resistencia a la flexión, al reemplazar el 10% de fibras de caucho reciclado en lugar del agregado grueso, se obtuvo la resistencia más alta, que fue de 6.21 MPa.

Finalmente, fija como **conclusiones**:

A partir de estos resultados de las resistencias a la compresión y flexión, se puede concluir que la mejor alternativa de sustitución de fibras de caucho el de 10 % es la mejor opción.

Cabanillas Huachu (2017), en su tesis de grado **titulado**: “*Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado*”, fijó como **objetivos**: determinar propiedades mecánicas del concreto cuando se incorporan partículas de caucho reciclado, y analizar cómo esta adición afecta sus propiedades físicas, incluyendo el peso unitario.

Usando una **metodología** del tipo experimental, logro los **resultados** siguientes:

La diferencia en la resistencia a la compresión entre los dos especímenes es del 8,47%. El diseño que incorporó un 10% de partículas de caucho reciclado logró una resistencia de 191,65 kg/cm<sup>2</sup>, en contraste con los 209,39 kg/cm<sup>2</sup> del hormigón estándar. Cuando se agregó un 15 % de partículas de caucho reciclado, se observó una disminución del 38,15 % en la resistencia a la compresión, lo que resultó en una resistencia de 129,52 kg/cm<sup>2</sup>. Finalmente, al emplear un 20 % de partículas de caucho reciclado, la diferencia con el concreto estándar fue del 46,13 %, y la resistencia del concreto con un 20 % de partículas de caucho reciclado fue de 112,79 kg/cm<sup>2</sup>.

Finalmente, fija como **conclusiones**:

Se ha conseguido la máxima resistencia a la compresión mecánica de 191,65 kg/cm<sup>2</sup>, dejando que la relación óptima para utilizar gránulos finos en lugar de caucho reciclado es del 10 %.

La incorporación de 10 %, 15 % y 20 % de partículas de caucho reciclado en lugar de partículas finas tiene un impacto adverso en la resistencia mecánica del concreto.

Márquez Herrera (2019), en su tesis de grado **titulado**: “*Estudio del comportamiento del concreto con adición de plástico reciclado en la ciudad de Arequipa*”, fijó como **objetivos**: Reducir las consecuencias de la contaminación generada por el plástico.

Usando una **metodología** del tipo experimental, logro los **resultados** siguientes:

Este estudio reveló que se puede agregar hasta 4.60 kg de plástico por metro cúbico de concreto, lo que constituye un avance significativo en la integración de materiales reciclados en la industria de la construcción.

Finalmente, fija como **conclusiones**:

El estudio realizado arroja resultados alentadores en lo que respecta a la utilización de plástico reciclado en el ámbito de la construcción. Estos resultados establecen un punto de partida importante para futuros desarrollos que involucren tanto este tipo de materiales reciclados como otros, y también promueven mejoras ambientales en nuestro entorno.

Léctor Lafitte, &, et al. (2017), en su tesis de grado **titulado**: “*Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de Nuevo Chimbote*”, fijaron como **objetivos**: Preparar concreto incluyendo plástico reciclado de tipo PET.

Usando una **metodología** del tipo experimental, logro los **resultados** siguientes:

A los 28 días, en el caso de concretos con una resistencia de 175 kg/cm<sup>2</sup>, la adición del 5 % de PET resultó en una disminución del 21.42 % en la resistencia, mientras que la incorporación del 10 % de PET provocó una reducción del 34.25 %. Por otro lado, concretos con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> mostraron una disminución del 14.61 % en la resistencia al agregar el 5 % de PET y una reducción del 32.28 % con el 10 % de PET.

Finalmente, fijan como **conclusiones**:

La incorporación del plástico reciclado (PET), no condujo a una mejora en las propiedades físico-mecánicas del concreto convencional. En consecuencia, la hipótesis inicial no se confirma. No obstante, la investigación realizada arroja resultados positivos en relación con la utilización del plástico.

### **2.1.2. Antecedentes internacionales.**

Vargas Figueredo, &, et al. (2017), en su tesis de grado **titulado**: “*Obtención de una mezcla de concreto con residuos plásticos de equipos electrónicos para la fabricación de elementos no estructurales*”, fijaron como **objetivos**: Diseñar una mezcla que incorpore material plástico molido proveniente de desechos de carcasas de dispositivos electrónicos, en sustitución de los agregados pétreos convencionales usados en la construcción de muros de concreto.

Usando una **metodología**: del tipo experimental, logro los **resultados** siguientes:

Los resultados de resistencia a la compresión a los 28 días fueron de 2147 psi, 1803 psi y 1521 psi para concretos modificados con 40 %, 50 % y 60 % de plástico, respectivamente. En comparación con el cilindro base (0 %), se muestra una disminución en la resistencia a la compresión.

Finalmente, fijan como **conclusiones**:

El concreto modificado con un 40 % de inclusión de PET, que obtuvo una resistencia a la compresión de 2147 psi, podría considerarse adecuada para su uso en la producción de componentes no estructurales.

Arancibia (2017), en el artículo de investigación con el **título**: “*Evaluación de la utilización de hormigones con incorporación de caucho para pavimentos urbanos de tráfico liviano*”, fijó como **objetivos**: determinar la viabilidad de utilizar material de desecho, como el caucho, en la elaboración de pavimentos.

Usando una **metodología** de investigación experimental, logro los **resultados** siguientes:

Que después de 28 días de curado del concreto las resistencias a la compresión logradas fueron 283,7 kg/cm<sup>2</sup>, 256,3 kg/cm<sup>2</sup> y 237,5 kg/cm<sup>2</sup> para modificaciones con caucho de 10 %, 20 % y 30 % respectivamente.

Finalmente, fija como **conclusiones**:

Los pavimentos que incorporan un 10 % de caucho como reemplazo se consideran ideales para su uso en pavimentos urbanos con tráfico liviano. No obstante, el concreto que contiene un 20 % de caucho podría ser apropiado para la construcción de veredas, plazas y pasarelas destinadas al tránsito de personas, aunque no sería adecuado para ciclovías, que requieren una resistencia a la compresión ligeramente mayor a la mencionada

anteriormente. En cuanto al uso de un 30 % de reemplazo de caucho, se desaconseja para todos estos tipos de pavimentos, ya que la resistencia se reduce en un 24,6 % cuando se compara con el concreto estándar.

Bastidas Sosa, &, et al. (2017), en su trabajo previo de grado **titulado**: “*Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con partículas de caucho de neumáticos reciclados*”, fijó como **objetivos**: determinar el impacto de reemplazar en la mezcla de concreto el 4 % de su peso con partículas de caucho reciclado.

Usando una **metodología** del tipo experimental, logro los **resultados** siguientes:

A los 28 días de curado la resistencia a la compresión fue de 20.93 Mpa, 20.35 y 17.72 Mpa para los tamices N.º 16, N.º 30 y N.º 50, respectivamente, y resistencia a la flexión de 3.51 Mpa, 3.48 Mpa y 3.37 Mpa para los tamices N.º 16, N.º 30 y N.º 50, respectivamente.

Finalmente, fijan como **conclusiones**:

Se debe tener en cuenta: Una estrategia efectiva para aumentar la resistencia a la compresión es llevar a cabo un tratamiento previo en el agregado de caucho antes de incorporarlo a la mezcla de hormigón. Esto se debe a que, debido a su naturaleza hidrófoba, surgen conexiones quebradizas entre las partículas de caucho y la estructura de cemento, lo que aumenta la probabilidad de formación de defectos bajo cargas externas. Además, es importante destacar que las probetas que contenían caucho experimentaron una reducción de peso. Este fenómeno podría aprovecharse para reducir la masa total de la superestructura, lo que a su vez podría contribuir a disminuir el cortante basal.

Silvestre Gutiérrez (2019), en su tesis de grado **titulado**: “*Análisis del concreto con caucho como aditivo para aligerar elementos estructurales*”, fijó como **objetivos**: determinar el desempeño de diversas combinaciones de concreto que incluyen distintos porcentajes de caucho molido procedente de llantas recicladas. Este estudio busca aplicar estas mezclas con el objetivo de reducir la carga muerta en las estructuras, lo que podría conducir a menores demandas estructurales y ahorros en los costos de construcción.

Usando una *metodología* del tipo experimental, logro los *resultados* siguientes:

Tuvo como resultado a los 28 días una resistencia a la compresión 23.12 Mpa, 23.1Mpa, 23.7 Mpa y 22.56 Mpa para las modificaciones de 3 %, 5 %, 7 % y 10 % respectivamente.

Finalmente, fija como *conclusiones*:

No se observó ninguna reducción en comparación con la mezcla base que no contenía caucho (0 %). En todos los casos, las resistencias obtenidas superaron los 21 MPa, lo cual representa un resultado sumamente favorable para la investigación, ya que la resistencia es crucial en el diseño del concreto.

Lugo Mejía, &, et al. (2019), en su tesis de grado *titulado*: “*Caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras poliméricas recicladas PET*”, fijaron como *objetivos*: describir cómo se manifiesta la respuesta mecánica del concreto convencional al variar los niveles de incorporación de fibras de polímeros reciclados de PET en su composición.

Usando una *metodología* de tipo experimental, logro los siguientes *resultados*:

Cuando se añadieron 96 kg de fibras, se observó que la resistencia a la compresión alcanzó un valor de  $f'c = 3201.67$  psi. Esto se tradujo en un incremento de la resistencia del concreto en 12.55 %.

Finalmente, fijan como *conclusiones*:

Se ha identificado un intervalo de cantidad óptima de fibras para lograr una resistencia efectiva a esfuerzos significativos, que en relación al diseño original oscila entre 96 kg y 110 kg. Además, se ha establecido una medida en forma de porcentaje con respecto al peso total de la muestra, esta se establece como la relación entre el peso de las fibras y el peso total. Esto proporciona una guía para alcanzar un rendimiento deseado en términos de resistencia mecánica.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Caucho y plástico.

#### **El caucho**

“Esta sustancia natural, también la hay sintética, tiene unas propiedades determinantes: elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica.” (AutoBild, 2010).

#### **El plástico**

El término "plástico" se utiliza de manera genérica y común para referirse a un grupo de sustancias con similitudes en su estructura molecular y propiedades físico-químicas. La propiedad clave de estos materiales es su capacidad de ser elásticos y flexibles en un rango de temperaturas, lo que les permite ser moldeados y adaptados a diversas formas. El nombre "plástico" deriva de su destacada plasticidad, es decir, su habilidad para adquirir y conservar diferentes formas. (Etecé, 2021).

#### **2.2.1.1. Propiedades del caucho y plástico.**

El caucho posee propiedades elásticas notables y una resistencia destacada a ácidos y sustancias alcalinas. También muestra una capacidad de repeler el agua y actúa como aislante tanto de la temperatura como de la electricidad. Sin embargo, es soluble con facilidad en solventes como petrolatos, bencenos y ciertos hidrocarburos.

Los plásticos son conocidos por su propiedad de ser maleables, lo que les permite ser moldeados en una variedad de objetos sólidos con diferentes formas. Esta característica les otorga una amplia gama de aplicaciones. El término "plástico" proviene de la plasticidad, que es una característica de los materiales que se relaciona con su habilidad para deformarse sin llegar a romperse.

##### *2.2.1.1.1. D1: Peso específico.*

Se define como el peso específico a la relación entre el peso y el volumen de una sustancia.

Su fórmula es la siguiente:

$$\gamma = \frac{P}{V} \longrightarrow \text{(Ec. 2.1)}$$

Siendo:

$\gamma$  = Peso específico (Kg/m<sup>3</sup>)

P = Peso de la sustancia (Kg)

V = Volumen (m<sup>3</sup>)

#### 2.2.1.1.2. D2: Granulometría

La granulometría hace referencia a la evaluación de los tamaños de partícula en una formación sedimentaria y la determinación de cuántas de estas partículas corresponden a cada tamaño especificado en una escala granulométrica. Este procedimiento se realiza con el fin de analizar tanto el origen de estas partículas como sus características mecánicas.

Es importante destacar que la granulometría y el máximo tamaño de los agregados influyen significativamente en diversas propiedades del concreto, como las relativas proporciones de los agregados, la cantidad de agua y cemento, la facilidad de manejo, la capacidad de bombeo, la eficiencia económica, la porosidad, la contracción y la durabilidad del material.

El procedimiento más simple para determinar la granulometría implica el uso de una serie de mallas con diferentes tamaños de aberturas, que funcionan como filtros para separar las partículas. Este conjunto de mallas se denomina comúnmente "columna de tamices" (Idict, 2021).

Para este proyecto de investigación, se trabajará con materiales de menor tamaño, en el caso de del caucho igual o menor de 4mm y, en el caso del plástico, se cortarán en tiras igual o menor de 25mm de largo.

#### 2.2.1.1.3. D3: Dosificación.

La dosificación comprende la determinación de las cantidades adecuadas de los materiales que componen el concreto, con el objetivo de alcanzar los niveles de resistencia y durabilidad deseados. Se expresan en kilogramos por metro cuadrado (kg/m<sup>2</sup>) (Rodriguez Jahuana, 2016).

En este proyecto de investigación, se reemplazará un porcentaje de agregado grueso con caucho y plástico en una proporción del 5 %,10 % y 15 % del agregado grueso.

### ***2.2.2. Diseño de mezclas.***

Se refiere a la formulación y selección de las proporciones adecuadas de los materiales que se utilizarán para crear mezclas de concreto. Este método describe de manera independiente la relación entre el agregado fino y el agregado grueso, además de tener en cuenta la granulometría del agregado combinado, lo que permite establecer esta relación sin necesidad de modificar las proporciones de los otros componentes. La metodología más ampliamente utilizada es la propuesta por el ACI (ABANTO CASTILLO, 2009).

### ***2.2.3. Propiedades físicas y mecánicas del concreto.***

#### **2.2.3.1. Propiedades físicas.**

Las propiedades físicas del concreto engloban las características que son perceptibles a simple vista o medir fácilmente. Estas propiedades son inherentes al material, lo que significa que no dependen del tamaño de la mezcla, sino de cómo se maneje y cuide el concreto.

##### ***2.2.3.1.1. Asentamiento.***

El asentamiento es uno de los parámetros de aceptación inicial para el concreto. Se realiza una verificación utilizando una muestra de concreto fresco que ha sido mezclado con antelación. La muestra se dispone en un molde con la forma de un cono truncado y se compacta utilizando varillas. Luego, el molde se retira hacia arriba, permitiendo que el concreto se asiente de manera natural. La diferencia vertical entre la posición inicial y la posición después del asentamiento, medida en el centro de la superficie superior del concreto, se registra como el asentamiento del concreto (INDECOPI, 2010).

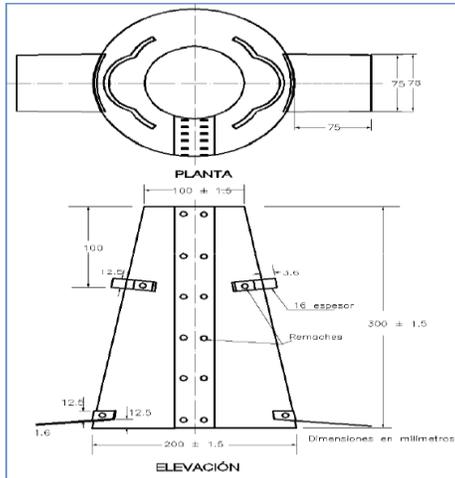


Figura 3. Molde con el cual se determina el asentamiento  
 Fuente: Manual de Ensayos de Materiales del MTC

### 2.2.3.1.2. Densidad.

Cuando se habla de la densidad del concreto, se mide en términos de masa de material por volumen. La densidad se calcula con una exactitud de 10 kg/ m<sup>3</sup> de la siguiente forma:

$$\text{densidad} = \frac{w}{V} \longrightarrow \text{(Ec. 2.2)}$$

**Siendo:**

W = masa aparente de la muestra sumergida, kg.

V = El volumen de la muestra se calcula a partir del diámetro medio y la longitud media o pesando los cilindros mientras están en el aire y luego sumergiéndolos en agua. (MTC, 2016, pág. 795).

### 2.2.3.2. Propiedades mecánicas.

Las características mecánicas del concreto se refieren al comportamiento cuando está en estado endurecido y se le aplican fuerzas mecánicas. Estas propiedades mecánicas son esenciales en el proceso de diseño estructural del concreto.

### 2.2.3.2.1. Resistencia a la compresión.

El procedimiento implica la aplicación de una fuerza axial de compresión a testigos cilíndricos previamente moldeados a una velocidad de carga predefinida, hasta que se observe la ruptura. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante la prueba por su área transversal.

Los resultados de este ensayo pueden emplearse con diversos propósitos, como la supervisión de la calidad en las etapas de dosificación, mezclado y colocación del concreto. Además, son útiles para confirmar el cumplimiento de especificaciones y evaluar la eficacia de aditivos, entre otros usos similares (MTC, 2016, pág. 789).

**Tabla 2.**

*Especificaciones de los diámetros de la superficie de carga*

Diámetro del espécimen de ensayo mm(pulg)		Diámetro máximo de la superficie de carga mm(pulg)
50 (2)	2	105 (4)
75 (3)		130 (4)
100 (4)		165 (6.5)
150 (6)		255 (10)
200 (8)		280 (11)

Fuente: Manual de ensayos de materiales edición, 2016

La resistencia a la compresión se determina dividiendo la carga máxima soportada por el área de la sección transversal promedio y se expresa con una precisión de 0.1 megapascales (MPa) o 10 Psi. (MTC, 2016, pág. 795).

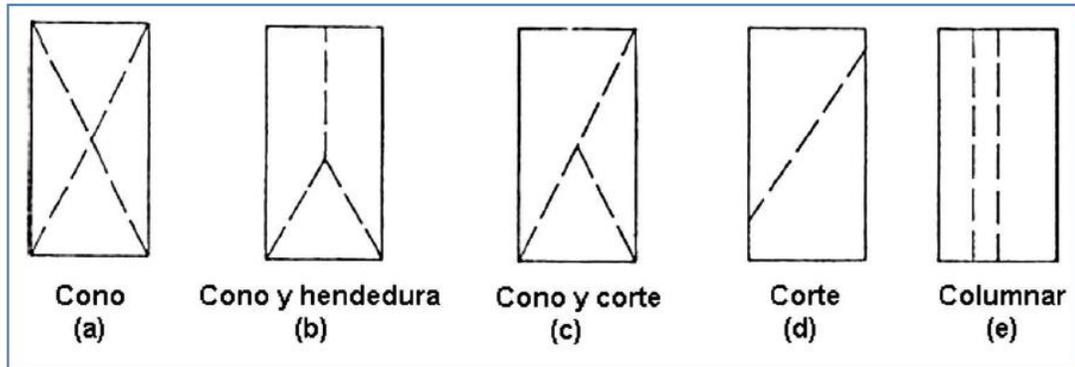


Figura 4. Representaciones gráficas de los diferentes tipos de fallas

Fuente: Manual de ensayos de materiales del MTC

#### 2.2.3.2.2. Resistencia a la Flexión.

Es la medida de la capacidad del concreto para resistir fuerzas de tracción. Se evalúa aplicando cargas a vigas de concreto que tienen una sección transversal de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) y una longitud mínima de tres veces su espesor. La resistencia a la flexión se representa por el Módulo de Rotura (MR) y se expresa en libras por pulgada cuadrada (MPa). Este valor se determina mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio).

El módulo de rotura se encuentra normalmente en un rango que va del 10% al 20% de la resistencia a la compresión del concreto. Sin embargo, esta proporción puede variar según el tipo de concreto, sus dimensiones y la cantidad de agregado grueso utilizado. Con el fin de obtener una correlación más precisa en casos específicos, se recomienda realizar ensayos de laboratorio específicos para los materiales y el diseño de la mezcla.

En ocasiones, es importante destacar que, el MR determinado mediante la viga cargada en los puntos tercios tiende a ser inferior al módulo de rotura obtenido mediante la viga cargada en el punto medio, a veces hasta un 15% menos. (NRMCA, 2011, pág. 1).

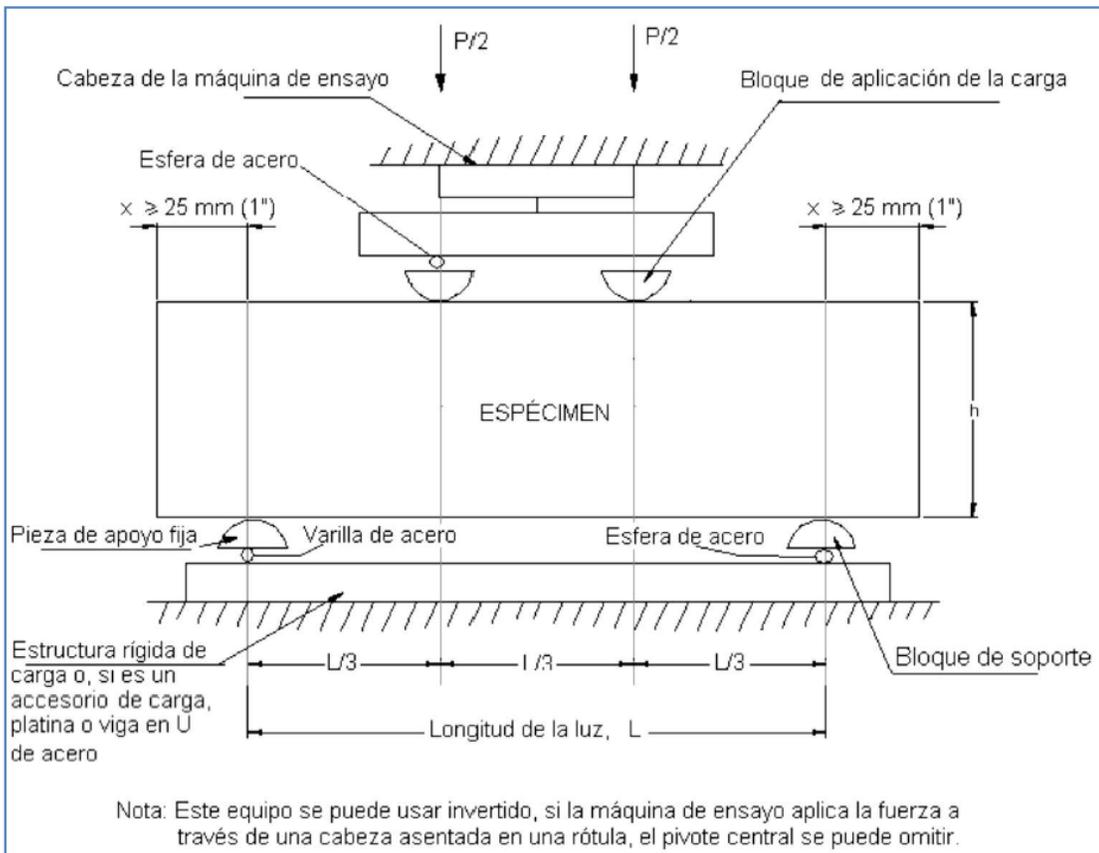


Figura 5. Diseño de un equipo apropiado para llevar a cabo la prueba de flexión en el concreto empleando una viga sencilla con carga aplicada en los tercios de su luz.

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales del MTC

### 2.3 Definición de términos básicos

Slump test: Conocido como la prueba de consistencia, también referida como el Ensayo de Revenimiento o Slump test, implica la compactación de una muestra de concreto fresco dentro de un molde que tiene una forma tronco-cónica. Luego, se mide la cantidad de descenso o asentamiento que experimenta la mezcla después de retirar el molde.

La forma en que el concreto se comporta durante esta prueba revela su consistencia, en otras palabras, su capacidad para acomodarse de manera efectiva al encofrado o molde, manteniéndose uniforme con la menor cantidad posible de espacios vacíos (Aceros Arequipa, 2016, pág. 2).

Consistencia: La consistencia del concreto puede ser:

- Consistencia seca. Mezclas que incluyen un exceso de agregados o tienen una proporción insuficiente de agua en equiparación con los demás componentes.
- Consistencia plástica. La mezcla final se extiende sin dificultad y se adhiere al molde sin segregarse.
- Consistencia líquida La mezcla se elabora utilizando una cantidad considerable de agua, lo cual es evidente gracias a la fluidez del encofrado. (Aceros Arequipa, 2016, pág. 4).

**Tabla 3.**

*Consistencia y asentamientos*

<b>Consistencia</b>	<b>Asentamiento</b>
<b>Seca</b>	0" (0cm) a 2" (5cm)
<b>Plástica</b>	3" (7.5cm) a 4" (10cm)
<b>Fluida</b>	≥ 5" (12.5cm)

Fuente: Aceros Arequipa. Construyendo con Juan Seguro, 2016

Trabajabilidad: Es esta propiedad la que permite manipular fácilmente el hormigón fresco durante el mezclado, el transporte, el vertido y la compactación (ingcivil, 2011).

La trabajabilidad se puede evaluar de manera relativamente sencilla y precisa al medir la fluidez de la mezcla cuando esta cae libremente debido a la influencia de la gravedad(Aceros Arequipa, 2016, pág. 2).

Densidad del concreto: La densidad del concreto se refiere al peso del material por unidad de volumen, y esta propiedad está estrechamente vinculada a los componentes utilizados en su elaboración durante la construcción. En este caso, se pueden utilizar como componentes arena, piedra, grava o cascajo, pero también se utilizan otros que pueden cambiar significativamente propiedades como la textura, la forma y la resistencia.

Resistencia del concreto: Es la propiedad mecánica más importante del concreto. Es la capacidad para resistir una carga por unidad de área y se expresa en términos de esfuerzo,

generalmente en unidades como kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia a compresión del concreto ( $f_c$ ) debe alcanzarse a los 28 días desde la fecha de colocación del hormigón y realización del curado correspondiente (ABANTO CASTILLO, 2009, pág. 50).

Resistencia a la flexión: Es un indicador que evalúa la capacidad de resistencia a la rotura momentánea de vigas de concreto. La capacidad de resistencia a la flexión se describe mediante el módulo de rotura (MR), expresado en unidades de MPa, que equivalen a N/mm. Se determina a través de la prueba ASTM C78 (carga en el tercer punto) o la prueba ASTM C293 (con carga en el punto medio).

Cemento Tipo IP: Este producto está elaborado a partir de clinker, puzolana vegetal de alta reactividad y yeso.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1. Metodología de investigación**

Ramírez González (2010) considera que “La ciencia tiene como cualidades el ser metódica, reflexiva, formal y crítica. Se vale del método científico para su progreso, el cual tiene la particularidad de usar técnicas específicas para cada área del conocimiento que son acordadas y reconocidas por cada comunidad científica para su uso” (pág. 28).

Este estudio se emplean técnicas de recopilación de datos y se llevan a cabo pruebas de laboratorio.

Según consideraciones, este estudio aplica el método científico.

### **3.2. Tipo de la investigación**

Borja Suárez (2012) La naturaleza de la investigación aplicada se enfoca en identificar, abordar, construir y modificar situaciones problemáticas en la práctica (pág. 10).

Esta investigación busca una alternativa para dar un segundo uso a estos elementos (caucho y plástico) en forma de reciclaje y, así, disminuir la contaminación en nuestro país,

Según la teoría revisada, esta investigación se categoriza como del tipo aplicada.

### **3.3. Nivel de la investigación**

De acuerdo a Sánchez Carlessi, &, et al. (2006), consideran que el nivel explicativo de la investigación tiene como finalidad explicar los fenómenos, estudiar sus relaciones y comprender los aspectos que intervienen en su estructura y su dinámica.

Esta investigación busca si la variable (caucho y plástico) tiene una buena relación con las propiedades del concreto.

Conforme con la teoría revisada, esta investigación se sitúa en el nivel explicativo.

### **3.4. Diseño de la investigación**

De acuerdo a Kerlinger (1988), Un diseño experimental se caracteriza por la manipulación de al menos una variable independiente por parte del investigador (pág. 420).

En este estudio, se llevarán a cabo ensayos de laboratorio con el propósito de verificar las propiedades del concreto al introducir la variable (caucho y plástico) en un 5 % 10 % y 15 %.

Conforme con la teoría revisada esta investigación se clasifica como experimental.

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

#### ***3.5.1. Población.***

Según Marroquín Peña (METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN, 2013), la población se refiere al conjunto completo de todos los elementos o unidades de análisis que componen el ámbito espacial o contexto en el que se realiza la investigación (pág. 14).

En esta investigación, la población estará compuesta por el concreto modificado con caucho y plástico.

#### ***3.5.2. Muestra.***

Según López Pedro (2004), La muestra representa un subconjunto o porción de la población o universo que está siendo objeto de investigación. Para calcular la cantidad de elementos necesarios en una muestra representativa, existen fórmulas y métodos estadísticos que se pueden aplicar. La relevancia de contar con una muestra representativa reside en la capacidad de extrapolar los resultados del estudio al conjunto total de la población con un nivel de confianza apropiado.

En la presente investigación, la muestra tomada será de 12 testigos cilíndricos en grupos de 3 y 12 vigas en grupos de 3 de concreto, haciendo un total de 24 grupos de 3, muestras con y sin modificar.

#### ***3.5.3. Muestreo.***

Según Díaz Hernández (2017), El muestreo es el procedimiento mediante el cual el investigador elige a los individuos, pacientes o sujetos de estudio de la muestra previamente calculada.

En la siguiente investigación, se realizará el tipo de muestro probabilístico, solo estos métodos de muestreo probabilístico son los más recomendados ya que garantizan la representatividad de las muestras tomadas (Cuesta & Herrero, 2009).

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

#### 3.6.1. Técnica.

Según Castellanos (2017), la técnica de observación es un método de investigación que implica observar de manera sistemática y detallada a personas, fenómenos, eventos, casos, objetos, acciones o situaciones con el propósito de recopilar información específica que sea relevante para una investigación.

Este estudio utilizará la observación directa para recopilar información.

#### 3.6.2. Instrumento de recolección de datos.

Se realizarán fichas para recopilar datos.

##### 3.6.2.1. Validez.

Según Tamayo L., & et al. (2018), La validez se relaciona con la precisión con la que un instrumento mide aquello que se propone medir; es decir, la capacidad de una prueba para representar, describir o prever con exactitud el atributo de interés según el evaluador.

La validez de contenido se establece por medio de la evaluación de tres expertos.

**Tabla 4.**

*Evaluación de la validez de contenido del instrumento que mide las propiedades físicas y mecánicas del concreto en relación con las variables "caucho" y "plástico" por medio del juicio de expertos.*

Nº	Grado Académico	Nombres y apellidos	CIP	Validez
1	Ingeniero	Edgar Tumi Miranda	98555	0.75
2	Ingeniero	Alarcon Apaza Fritz Eliot	161734	0.75
3	Ingeniero	Cordova Sucapuca Gleny	288611	0.75

Se obtuvo una validez final de 0.75.

### 3.6.2.2. Confiabilidad.

Según Kerlinger (2002), La confiabilidad se define como el grado en que un instrumento genera resultados consistentes y coherentes. En otras palabras, se refiere a la capacidad del instrumento para generar resultados idénticos al aplicarse de manera repetida a la misma persona u objeto.

**Tabla 5.**

*Rangos de confiabilidad*

Rangos de confiabilidad			Interpretación
0.81	-	1.00	Muy Alta
0.61	-	0.81	Alta
0.41	-	0.60	Media
0.21	-	0.40	Baja
0.00	-	0.20	Muy Baja

### 3.7. Métodos de análisis

Los métodos de análisis para los siguientes proyectos se derivan de las pruebas ASTM C 39, ASTM C 78 y ASTM: C 143 que son procedimientos estandarizados para medir la resistencia a la compresión del concreto utilizando testigos cilíndricos y para determinar la resistencia a la flexión en vigas de concreto.

Mediante el software SPSS, Se contrastaron los resultados de los ensayos de resistencia de las muestras estándar con los de las muestras que habían sido alteradas utilizando caucho y plástico de forma individual.

Dado que hay más de dos grupos de variables que deben analizarse, se realizará la prueba estadística ANOVA según los tipos de variables.

Dado el tamaño reducido de la muestra, se empleará la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad.

Se estableció, entonces, la normalidad de la siguiente manera:

El hecho de que los datos no se ajusten a una distribución normal de 0,05 se considera significancia o riesgo.

Si el P-Valor  $\geq 0.05$  La notación de que los datos no se ajustan a una distribución normal con un nivel de significancia de 0,05 se considera un indicador de significancia o riesgo estadístico. En este contexto, se mantiene la hipótesis nula  $H_0$ .

Si el P-Valor  $< 0.05$  Indica la presencia de diferencias significativas en los datos, evidencia desigualdad en las varianzas y falta de conformidad con una distribución normal. En consecuencia, se acepta la hipótesis alternativa  $H_1$ .

Se usará la prueba de Levene para identificar la homogeneidad de las varianzas.

Si el P-Valor  $\geq 0.05$  Esto sugiere que las varianzas son iguales y que los datos muestran homogeneidad en las varianzas. En este caso, la hipótesis nula ( $H_0$ ) se acepta.

Si el P-Valor  $< 0.05$  Esto señala que hay diferencias significativas entre los datos y que no existe homogeneidad en las varianzas, la hipótesis alternativa  $H_1$  se acepta.

Los siguientes factores se tuvieron en cuenta para la prueba ANOVA:

Si la significancia es  $\geq 0.05$ , aceptamos la hipótesis nula  $H_0$ .

Si la significancia es  $< 0.05$ , aceptamos la hipótesis alterna  $H_1$ .

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS Y RESULTADOS

#### 4.1. Estudios previos

##### *4.1.1. Estudios de laboratorio.*

Los estudios elaborados en laboratorio son los siguientes:

- ✓ Análisis Granulométrico mediante Tamizado-----ASTM D422 (Ver Anexo 3)
- ✓ Método estándar para la gravedad específica y absorción del agregado grueso-ASTM C127 (Ver Anexo 3)
- ✓ Método estándar para la gravedad específica y absorción del agregado fino-----ASTM C128 (Ver Anexo 3)
- ✓ Contenido de humedad total de los agregados mediante secado -----ASTM C 566 (Ver Anexo 3)
- ✓ Peso unitario y vacíos de los agregados ----- ASTM C 29 (Ver Anexo 3)
- ✓ Asentamiento del concreto (SLUMP) ----- AASHTO: T 119M, ASTM: C 143 (Ver Anexo 3)
- ✓ Resistencia a la compresión testigos cilíndricos -----ASTM C 39, AASHTO T 22-2005 (Ver Anexo 3)
- ✓ Resistencia a la flexión del concreto en vigas que están apoyadas de manera simple y sujetas a cargas ubicadas en los tercios del tramo----- ASTM C 78, AASHTO T 97 (Ver Anexo 3)

#### 4.2. Análisis de la información

##### *4.2.1. Análisis de la variación del asentamiento del concreto modificado con residuos de caucho y plástico.*

Para analizar el asentamiento del concreto modificado, se realizarán las siguientes actividades:

- Caracterización de los materiales
  - Diseño de mezclas patrón y modificada
  - Preparación de la mezcla y realización de ensayo de asentamiento.
- **Caracterizaciones de los materiales:**

### **Agregado fino**

**Tabla 6.**

*Características del agregado fino en laboratorio*

<b>AGREGADO FINO</b>		
Absorción	2.67	%
Contenido de humedad	3.36	%
Peso específico	2.57	gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario Suelto	1.68	tn/m <sup>3</sup>
Peso unitario varillado	1.74	tn/m <sup>3</sup>
Módulo de fineza	3.16	

Fuente: Laboratorio fichas de control

➔ ANEXO 3

Interpretación: En la tabla 6, se aprecian las características del agregado fino obtenidos en laboratorio.

## Agregado grueso

**Tabla 7.**

Características del agregado grueso en laboratorio

<b>AGREGADO GRUESO</b>		
Tamaño Máximo Nominal	1	"
Peso específico	2.55	gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario Suelto	1.85	tn/m <sup>3</sup>
Peso unitario varillado	1.88	tn/m <sup>3</sup>
Absorción	1.657	%
Contenido de humedad	2.36	%

Fuente: Laboratorio fichas de control

—————→ ANEXO 3

Interpretación: En la tabla 7, se aprecia las características del agregado grueso obtenidos en laboratorio.

## Caucho

Se utilizó caucho triturado de llantas recicladas, obteniendo las características siguientes:

**Tabla 8.**

*Características del caucho reciclado*

<b>CAUCHO</b>		
Peso específico	1.06	gr/cm <sup>3</sup>
Tamiz que pasa	N°	4
Tamiz retenido	N°	10
Tamaño promedio	3.25 mm X	3 mm

Fuente: Elaboración propia

—————→ ANEXO 4

Interpretación: En la tabla 8, se aprecian las características del caucho reciclado triturado.

## Plástico

Se utilizó plástico reciclado de botellas de bebidas gasificadas y de agua, las cuales fueron cortadas en tiras de plástico y tuvieron las características siguientes:

**Tabla 9.**

*Características del plástico reciclado de botellas*

PLASTICO	
Peso específico	1.33 gr/cm <sup>3</sup>
Tamaño aproximado	4 mm X 25 mm

Fuente: Elaboración propia  ANEXO 4

Interpretación: En la tabla 9, se aprecia las características del plástico reciclado cortado.

## Concretos

**Tabla 10.**

*Combinaciones posibles para el concreto modificado con caucho y plástico*

Concreto Modificado		
% de Caucho		% de Plástico
9		0
6		0
3		0
0	Patron	0
0		2
0		4
0		8
3	Combinación	2
6	Combinación	4
9	Combinación	8

En esta investigación, se realizó tanto el concreto patrón como sus combinaciones, para innovar y tener nuevas informaciones de los resultados, ya que se cuenta con varios estudios de modificaciones solo con caucho y plástico.

**Tabla 11.**

*Especificaciones de concretos elaborados con caucho y plástico adicionado.*

<b>ESPECIFICACIONES DE CONCRETOS ELABORADOS</b>	
<b>Concreto Patrón</b>	Concreto convencional, elaborado con cemento RUMI tipo IP.
<b>Modificado con 5%</b>	Concreto modificado sustituyendo con 3% de caucho y 2 % de plástico al volumen del agregado grueso.
<b>Modificado con 10%</b>	Concreto modificado sustituyendo con 6% de caucho y 4 % de plástico al volumen del agregado grueso.
<b>Modificado con 15%</b>	Concreto modificado sustituyendo con 9% de caucho y 6 % de plástico al volumen del agregado grueso.

- **Diseño de mezclas**

**Tabla 12.**

*Diseño de mezclas para 1 m<sup>3</sup> para una resistencia a la compresión de 210kg/cm<sup>2</sup>*

<b>DISEÑO DE MEZCLAS</b>					
<b>Materiales</b>	<b>C. Patrón</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>	
Cemento	365.50 Kg	365.50 Kg	365.50 Kg	365.50 Kg	
Agregado fino	676.54 Kg	676.54 Kg	676.54 Kg	676.54 Kg	
Agregado grueso	1006.23 Kg	955.92 Kg	905.61 Kg	855.30 Kg	
Agua	188.34 Lt	188.34 Lt	188.34 Lt	188.34 Lt	
Caucho		12.61 Kg	25.23 Kg	37.84 Kg	
Plástico		10.54 Kg	21.08 Kg	31.62 Kg	

Fuente: Laboratorio fichas de control

➔ NEXO 3

Interpretación: En la tabla, se observan los diseños de mezclas para las distintas modificaciones del concreto con 5 %, 10 % y 15 %, sustituyendo al agregado grueso en volumen.

- **Ensayo y medición del SLUMP en centímetros**

**Tabla 13.**

*Datos del ensayo de asentamiento del concreto*

<b>Muestras</b>	<b>Patrón</b>	<b>Modificada con 5%</b>	<b>Modificada con 10%</b>	<b>Modificada con 15%</b>
<b>Asentamiento en Centímetros</b>	8	6	4	3

Fuente: Elaboración propia

#### **4.2.2. Análisis la variación de la densidad del concreto modificado con residuos de caucho y plástico.**

Determinación de la densidad del concreto patrón y con modificaciones de 5 %, 10 % y 15 %

$$densidad = \frac{w}{V} \longrightarrow \text{(Ec. 4.1)}$$

W = masa aparente de la muestra sumergida, kg.

V = El volumen de la muestra se calcula a partir del diámetro medio y la longitud media o pese los cilindros en el aire y sumérgalos en agua (MTC, 2016, pág. 795).

**Tabla 14.**

*Datos de la masa aparente promedio y volumen promedio de cilindros de concreto*

	<b>Concreto patron</b>	<b>Modificado con 5%</b>	<b>Modificado con 10%</b>	<b>Modificado con 15%</b>
<b>Masa aparente promedio (gramos)</b>	12726	12541	12283	12052
<b>Volumen promedio (cm<sup>3</sup>)</b>	5301	5301	5301	5301

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15.**

*Densidad del concreto en gr/cm<sup>3</sup>*

	<b>Concreto patron</b>	<b>Modificado con 5%</b>	<b>Modificado con 10%</b>	<b>Modificado con 15%</b>
<b>Densidad (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.40	2.37	2.32	2.27

Fuente: Elaboración propia, estos datos se obtuvieron utilizando la Ec. 4.1

**Tabla 16.**

*Densidad del concreto en Kg/m<sup>3</sup>*

	<b>Concreto patron</b>	<b>Modificado con 5%</b>	<b>Modificado con 10%</b>	<b>Modificado con 15%</b>
<b>Densidad (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	2400	2366	2317	2273

Fuente: Elaboración propia

#### ***4.2.3. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico.***

Se realizarán las siguientes actividades

- Preparación del concreto y elaboración de especímenes en la cantidad determinada.
- Curado de muestras cilíndricas 7, 14 y 28 días.
- Ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días.

## Resistencia a la compresión

Tabla 17.

*Resistencia a la compresión del concreto alcanzada a los 7 días*

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 7 días</b>				
<b>Concreto</b>	<b>Muestra 1 Kg/cm2</b>	<b>Muestra 2 Kg/cm2</b>	<b>Muestra 3 Kg/cm2</b>	<b>Promedio Kg/cm2</b>
<b>Patrón</b>	143.13	149.16	146.65	146.31
<b>5% de Caucho y Plástico</b>	121.38	131.61	136.35	129.78
<b>10% de Caucho y Plástico</b>	107.27	105.96	101.50	104.91
<b>15% de Caucho y Plástico</b>	86.12	83.08	81.21	83.47

Fuente: Laboratorio fichas de control

—————→ ANEXO 3

Tabla 18.

*Resistencia a la compresión del concreto alcanzada a los 14 días*

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 14 días</b>				
<b>Concreto</b>	<b>Muestra 1 Kg/cm2</b>	<b>Muestra 2 Kg/cm2</b>	<b>Muestra 3 Kg/cm2</b>	<b>Promedio Kg/cm2</b>
<b>Patrón</b>	180.86	180.25	181.96	181.02
<b>5% de Caucho y Plástico</b>	150.03	155.90	161.57	155.83
<b>10% de Caucho y Plástico</b>	142.33	132.46	137.84	137.54
<b>15% de Caucho y Plástico</b>	108.74	102.59	106.50	105.94

Fuente: Laboratorio fichas de control

—————→ ANEXO 3

**Tabla 19.**

*Resistencia a la compresión del concreto alcanzada a los 28 días*

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 días</b>				
<b>Concreto</b>	<b>Muestra 1 Kg/cm2</b>	<b>Muestra 2 Kg/cm2</b>	<b>Muestra 3 Kg/cm2</b>	<b>Promedio Kg/cm2</b>
<b>Patrón</b>	219.23	210.92	214.39	214.85
<b>5% de Caucho y Plástico</b>	188.69	195.36	187.21	190.42
<b>10% de Caucho y Plástico</b>	161.37	154.74	160.43	158.85
<b>15% de Caucho y Plástico</b>	127.24	126.65	129.13	127.67

Fuente: Laboratorio fichas de control

➔ ANEXO 3

La determinación de la resistencia del concreto en Juliaca se obtuvo a fines de primavera, según Senamhi con temperaturas máximas de 17.5 °C y mínimas de 2.5 °C, para proyectos de producción y colocación del concreto influirán de la siguiente manera:

- Mayor tiempo de fraguado.
- Desarrollo lento de resistencia a la compresión.
- Demoras en operaciones de acabado y desencofrado.

#### ***4.2.4. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico.***

Identificación de actividades

- Preparación del concreto y elaboración de vigas en la cantidad determinada.
- Curado de muestras 7, 14 y 28 días.
- Ensayo de resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días.

**Tabla 20.**

*Resistencia a la flexión alcanzada a los 7 días*

<b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 7 días</b>				
<b>Concreto</b>	<b>Muestra 1 (Mpa)</b>	<b>Muestra 2 (Mpa)</b>	<b>Muestra 3 (Mpa)</b>	<b>Promedio (Mpa)</b>
<b>Patrón</b>	2.76	2.58	2.78	2.71
<b>5% de Caucho y Plástico</b>	2.80	2.79	2.77	2.79
<b>10% de Caucho y Plástico</b>	2.90	3.10	2.85	2.95
<b>15% de Caucho y Plástico</b>	2.50	2.50	2.59	2.53

Fuente: Laboratorio fichas de control



ANEXO 3

**Tabla 21.**

*Resistencia a la flexión alcanzada a los 14 días*

<b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 14 días</b>				
<b>Concreto</b>	<b>Muestra 1 (Mpa)</b>	<b>Muestra 2 (Mpa)</b>	<b>Muestra 3 (Mpa)</b>	<b>Promedio (Mpa)</b>
<b>Patrón</b>	3.44	3.31	3.46	3.40
<b>5% de Caucho y Plástico</b>	3.40	3.40	3.41	3.40
<b>10% de Caucho y Plástico</b>	3.74	3.74	3.65	3.71
<b>15% de Caucho y Plástico</b>	2.82	2.95	2.90	2.89

Fuente: Laboratorio fichas de control



ANEXO 3

**Tabla 22.**

*Resistencia a la flexión alcanzada a los 28 días*

<b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 días</b>				
<b>Concreto</b>	<b>Muestra 1 (Mpa)</b>	<b>Muestra 2 (Mpa)</b>	<b>Muestra 3 (Mpa)</b>	<b>Promedio (Mpa)</b>
<b>Patrón</b>	3.66	3.66	3.67	3.66
<b>5% de Caucho y Plástico</b>	3.73	3.92	3.87	3.84
<b>10% de Caucho y Plástico</b>	3.74	3.84	4.01	3.86
<b>15% de Caucho y Plástico</b>	3.41	3.28	3.35	3.35

Fuente: Laboratorio fichas de control

➡ NEXO 3

### **4.3. RESULTADOS**

#### ***4.3.1. Análisis del asentamiento del concreto modificado con residuos de caucho y plástico.***

**Tabla 23.**

*Asentamiento del concreto modificado con residuos de caucho y plástico*

<b>Muestras</b>	<b>Patrón</b>	<b>Modificada con 5%</b>	<b>Modificada con 10%</b>	<b>Modificada con 15%</b>
<b>Asentamiento en Centímetros</b>	8	6	4	3

**Interpretación:**

En la tabla 23, se puede apreciar que el asentamiento del concreto modificado con caucho y plástico varía desde: 6 cm, 4 cm y 3cm para adiciones de 5 %, 10 % y 15 % en comparación de la muestra patrón sin modificar que fue de 8 cm respectivamente.

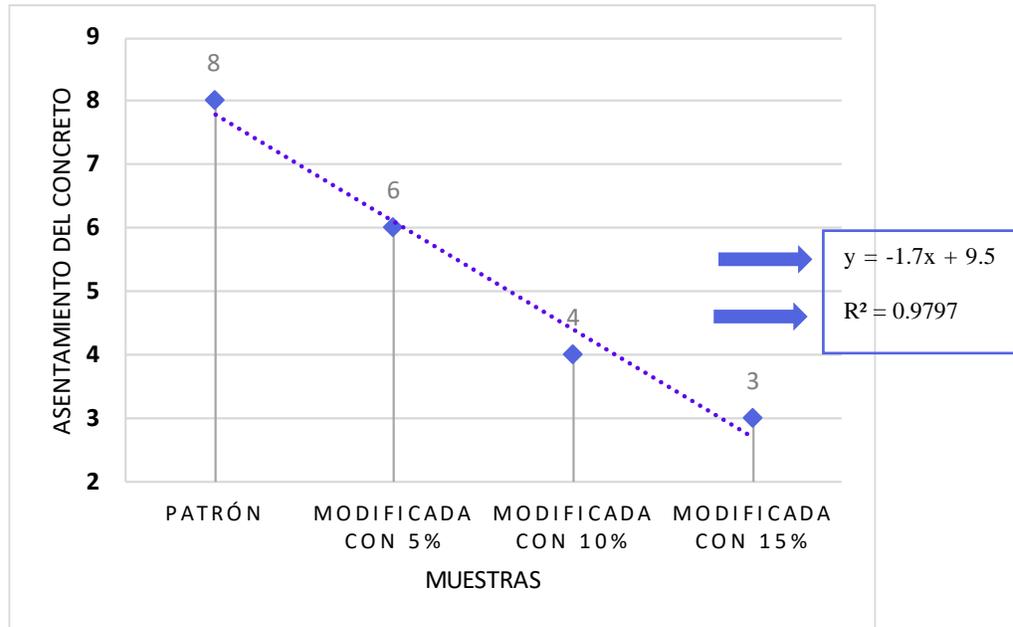


Figura 6. Variación del asentamiento del concreto modificado

**Interpretación:**

En la figura, se puede observar el gráfico de variación del asentamiento del concreto modificado con caucho y plástico disminuye, siendo que a mayor modificación con caucho y plástico menor será el asentamiento, influyendo negativamente en la trabajabilidad del concreto.

### 4.3.2. Análisis de la densidad del concreto modificado con residuos de caucho y plástico

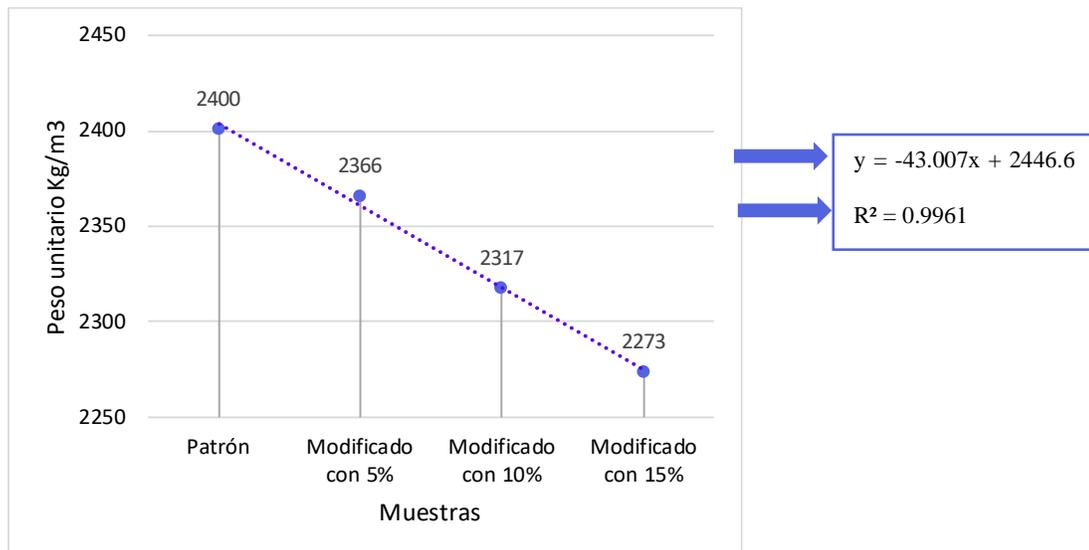
**Tabla 24.**

*Densidad del concreto del concreto modificado con residuos de caucho y plástico*

Concreto	Patrón	Modificado con 5%	Modificado con 10%	Modificado con 15%
<b>Densidad (Kg/m3)</b>	2400	2366	2317	2273

**Interpretación:**

En la tabla 24, se puede apreciar que la densidad del concreto modificado con caucho y plástico varía desde: 2366 Kg/m3, 2317 Kg/m3, 2273 Kg/m3, para adiciones de 5 %, 10 % y 15 % en comparación de la muestra patrón sin modificar que fue de 2400 Kg/m3 respectivamente. Siendo la con menor peso la con modificación de 15 % con un peso unitario de 2273 Kg/m3, dando a conocer que a mayor sea la modificación con caucho y plástico menor será la densidad.



*Figura 7. Variación de la densidad en Kg/m3 del concreto modificado*

**Interpretación:**

En la figura 7, se puede observar en el grafico que la densidad del concreto modificado con caucho y plástico disminuye significativamente, dando a conocer que a mayor sea la sustitución del agregado grueso por caucho y plástico menor será la densidad del concreto, para este proyecto de investigación la con menor densidad fue la de modificación con 15 % de caucho y plástico siendo 2273 kg/m<sup>3</sup> respectivamente.

#### ***4.3.3. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico.***

**Tabla 25.**

*Resistencia a la compresión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico*

<b>Resistencia a la compresión en Kg/cm<sup>2</sup></b>				
<b>Concreto</b>	<b>Patrón</b>	<b>Modificado con 5%</b>	<b>Modificado con 10%</b>	<b>Modificado con 15%</b>
<b>7 días</b>	146.3	129.8	104.9	83.5
<b>14 días</b>	181.0	155.8	137.5	105.9
<b>28 días</b>	214.8	190.4	158.8	127.7

#### ***Interpretación:***

En la tabla 25, se puede apreciar los resistencia a la compresión del concreto modificado con caucho y plástico varía a los 7 días desde: 129.8 Kg/cm<sup>2</sup>, 104.9 Kg/cm<sup>2</sup>, 83.5 Kg/cm<sup>2</sup> para adiciones de caucho y plástico de 5 %, 10 % y 15 % respectivamente con referencia al concreto patrón con 146.3 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días desde: 155.8 Kg/cm<sup>2</sup>, 137.5 Kg/cm<sup>2</sup>, 105.9 Kg/cm<sup>2</sup>, para adiciones de caucho y plástico de 5 %, 10 % y 15 % respectivamente con referencia al concreto patrón con 181 Kg/cm<sup>2</sup> y, por último, a los 28 días varía desde: 190.4 Kg/cm<sup>2</sup>, 158.8 Kg/cm<sup>2</sup>, 127.7 Kg/cm<sup>2</sup> para adiciones de caucho y plástico de 5 %, 10 % y 15 % respectivamente con referencia al concreto patrón con 214.8 Kg/cm<sup>2</sup>.

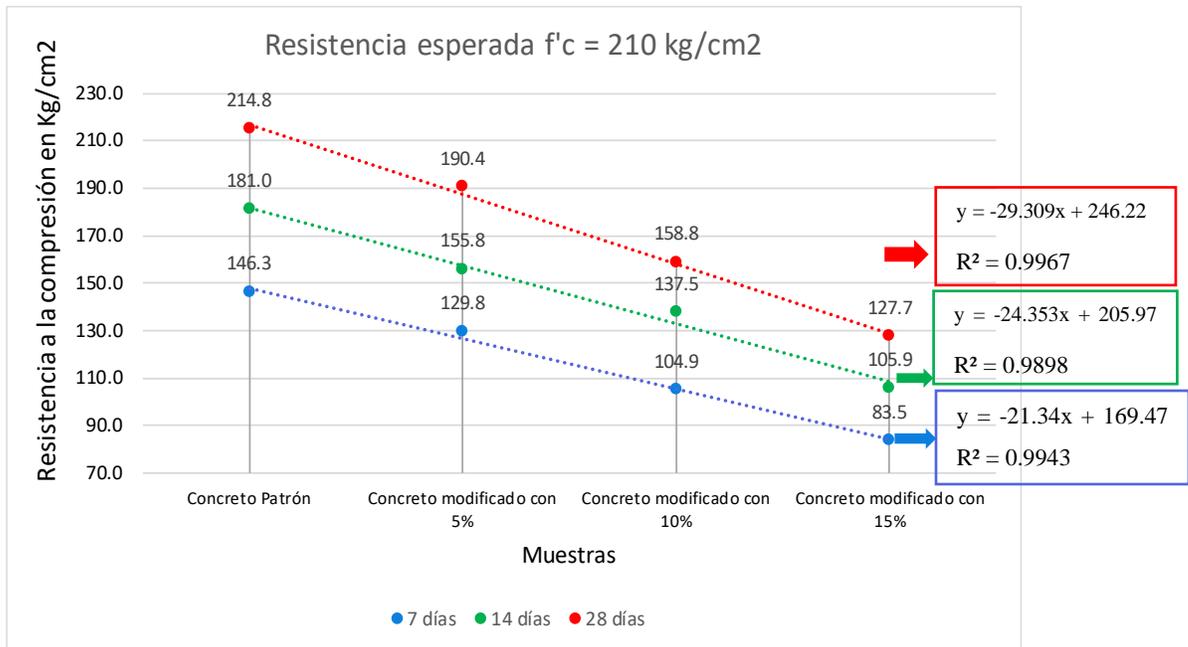


Figura 8. Variación de la densidad (peso unitario) en Kg/m<sup>3</sup> del concreto modificado

**Interpretación:**

En la figura 8, se puede observar el grafico de la resistencia a la compresión del concreto modificado con caucho y plástico a los 7, 14 y 28 días disminuye considerablemente a mayor sea la modificación con caucho y plástico, siendo la más sobresaliente la modificación con 5 % que a los 28 días logro una resistencia a la compresión de 190.4 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.3.4. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico.

**Tabla 26.**

*Resistencia a la flexión del concreto modificado con de caucho y plástico*

<b>Concreto</b>	<b>Resistencia a la flexión en Mpa</b>		
	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
<b>Patrón</b>	2.71	3.40	3.66
<b>Modificado con 5%</b>	2.79	3.40	3.84
<b>Modificado con 10%</b>	2.95	3.71	3.86
<b>Modificado con 15%</b>	2.53	2.89	3.35

#### ***Interpretación:***

En la tabla 26, se puede apreciar los resistencia a la flexión del concreto modificado con caucho y plástico varía a los 7 días desde: 2.79 Mpa, 2.95 Mpa y 2.53 Mpa para adiciones de caucho y plástico de 5 %, 10 % y 15 % respectivamente con referencia al concreto patrón con 2.71 Mpa, a los 14 días desde: 3.40 Mpa, 3.71 Mpa y 2.89 Mpa para adiciones de caucho y plástico de 5 %, 10 % y 15 % respectivamente con referencia al concreto patrón con 3.40 Mpa y por último a los 28 días varía desde: 3.84 Mpa, 3.86 Mpa y 3.35 Mpa para adiciones de caucho y plástico de 5 %, 10 % y 15 % respectivamente con referencia al concreto patrón con 3.66 Mpa.

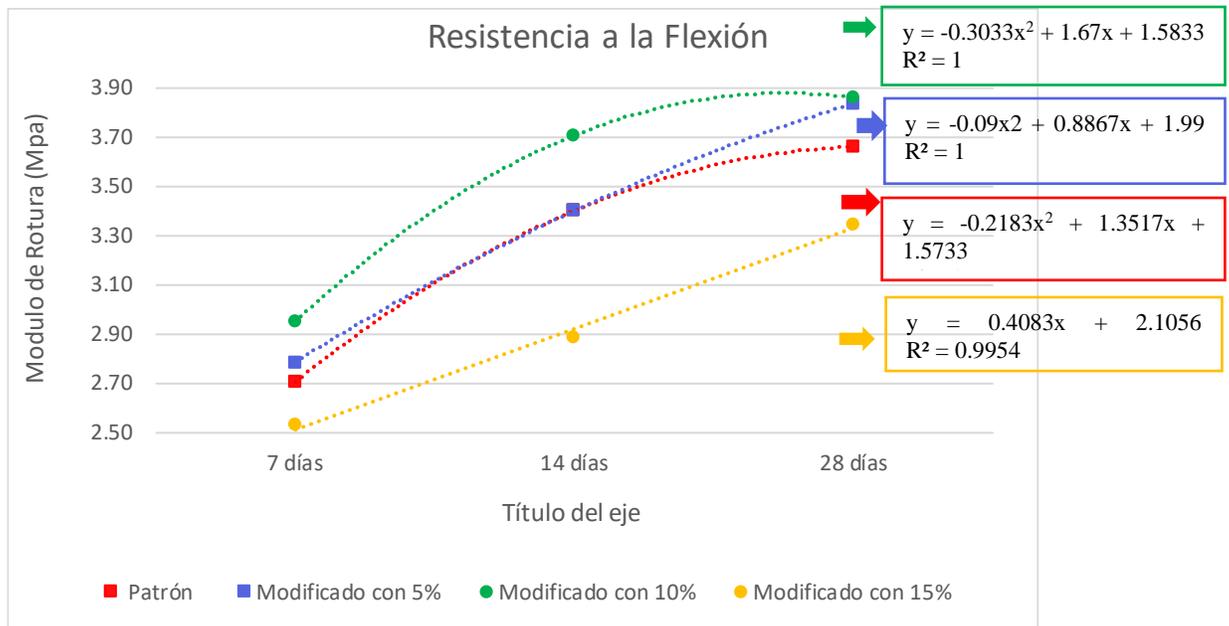


Figura 9. Variación del módulo de rotura en Mpa del concreto modificado

### **Interpretación:**

Se puede observar en el gráfico los módulos de rotura del concreto modificado con caucho y plástico a los 7, 14 y 28 días, siendo la modificación con 5 % y 10 % más sobresaliente que el concreto patrón, resaltando una mejora sobre este, el caso contrario fue el de la modificación con 15 % el cual quedó debajo del concreto patrón.

### **4.3.5 Prueba de hipótesis.**

#### **Resistencia a la compresión de probetas modificadas a los 7 días**

La resistencia a la compresión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico varía considerablemente en zonas altoandinas, Juliaca Puno 2021.

Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>): No se encuentra diferencia significativa entre los valores de resistencia a la compresión de las probetas patrón y las probetas modificadas con 5 %, 10 % y 15 %.

Hipótesis Alternativa (H<sub>1</sub>): Se encuentra diferencia significativa entre los valores de resistencia a la compresión de las probetas patrón y las probetas modificadas con 5 %, 10 % y 15 %.

**Tabla 27.***Análisis de resultados descriptivos de la Resistencia a Compresión a los 7 días*

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Concreto Patrón	3	146.31	3.03	1.75	138.79	153.84	143.13	149.16
Concreto Mod. 5% con caucho y plástico	3	129.78	7.65	4.42	110.77	148.79	121.38	136.35
Concreto Mod. 10% con caucho y plástico	3	104.91	3.02	1.75	97.40	112.42	101.50	107.27
Concreto Mod. 15% con caucho y plástico	3	83.47	2.48	1.43	77.31	89.63	81.21	86.12
Total	12	116.12	25.29	7.30	100.05	132.19	81.21	149.16

Fuente Software SPSS, 2019

**Tabla 28.***Análisis de la Normalidad de los resultados de Resistencia a la compresión a los 7 días*

TIPO	Estadístico	Shapiro-Wilk gl	Sig.
Concreto Patrón	0.991	3	0.816
Concreto Mod. 5% con caucho y plástico	0.957	3	0.602
Concreto Mod. 10% con caucho y plástico	0.910	3	0.417
Concreto Mod. 15% con caucho y plástico	0.981	3	0.739

Fuente Software SPSS, 2019

Se aprecia que los valores en todos los grupos presentan normalidad, dado que la significancia es mayor a 0,05.

**Tabla 29.**

*Análisis de la Homogeneidad de Varianzas mediante el método estadístico de Levene*

<b>Descripción</b>	<b>Estadístico de Levene</b>	<b>Sig.</b>
Concreto curado Se basa en la media a los 7 días	2.281	0.156

Fuente Software SPSS, 2019

Se apreció homogeneidad de varianzas, dado que la significancia es mayor a 0,05.

#### Prueba de Hipótesis ANOVA

**Tabla 30.**

*Prueba de Hipótesis ANOVA para valores de Resistencia a la compresión a los 7 días*

	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	6869.759	2289.920	110.353	0.000

Fuente Software SPSS, 2019

Como el valor de significancia es menor que 0.05, se acepta la Hipótesis Alternativa (H1), porque los valores de resistencia a la compresión del grupo de especímenes patrón y el grupo de especímenes modificados difieren en cantidades significativas.

#### **Resistencia a la compresión de probetas modificadas a los 14 días**

La resistencia a la compresión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico varía considerablemente en zonas altoandinas, Juliaca-Puno 2021.

Hipótesis Nula (Ho): No se encuentra diferencia significativa entre los valores de resistencia a la compresión de las probetas patrón y las probetas modificadas con 5 %, 10 % y 15 %.

Hipótesis Alternativa (H1): Se encuentra diferencia significativa entre los valores de resistencia a la compresión de las probetas patrón y las probetas modificadas con 5 %, 10 % y 15 %.

**Tabla 31.**

*Análisis de resultados descriptivos de la Resistencia a Compresión a los 14 días*

	N	Media	Desv.	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Concreto Patrón	3	181.02	0.87	0.50	178.87	183.18	180.25	181.96
Concreto Mod. 5% con caucho y plástico	3	155.83	5.77	3.33	141.50	170.17	150.03	161.57
Concreto Mod. 10% con caucho y plástico	3	137.54	4.94	2.85	125.27	149.82	132.46	142.33
Concreto Mod. 15% con caucho y plástico	3	105.94	3.11	1.80	98.21	113.68	102.59	108.74
Total	12	145.09	28.80	8.31	126.79	163.39	102.59	181.96

Fuente Software SPSS, 2019

**Tabla 32.***Análisis de la Normalidad de los resultados de Resistencia a la compresión a los 14 días*

<b>TIPO</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Shapiro-Wilk</b>	
		<b>gl</b>	<b>Sig.</b>
Concreto Patrón	0.973	3	0.687
Concreto Mod. 5% con caucho y plástico	1.000	3	0.981
Concreto Mod. 10% con caucho y plástico	0.997	3	0.901
Concreto Mod. 15% con caucho y plástico	0.976	3	0.703

Fuente Software SPSS, 2019

Se aprecia que los valores en todos los grupos presentan normalidad, dado que la significancia es mayor a 0,05.

**Tabla 33.***Análisis de la Homogeneidad de Varianzas mediante el método estadístico de Levene*

<b>Descripción</b>		<b>Estadístico de</b>	
		<b>Levene</b>	<b>Sig.</b>
Concreto curado a los 14 días	Se basa en la media	1.225	0.362

Fuente Software SPSS, 2019

Se apreció homogeneidad de varianzas, dado que la significancia es mayor a 0,05.

### Prueba de Hipótesis ANOVA

**Tabla 34.***Prueba de Hipótesis ANOVA para valores de Resistencia a la compresión a los 14 días*

	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	8988.112	2996.037	175.835	0.000

Fuente SPSS, 2019

Como el valor de significancia es menor que 0.05, se acepta la Hipótesis Alternativa (H1), porque los valores de resistencia a la compresión del grupo de especímenes patrón y el grupo de especímenes modificados difieren en cantidades significativas.

### **Resistencia a la compresión de probetas modificadas a los 28 días**

La resistencia a la compresión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico varía considerablemente en zonas altoandinas, Juliaca-Puno 2021.

Hipótesis Nula (Ho): No se encuentra diferencia significativa entre los valores de resistencia a la compresión de las probetas patrón y las probetas modificadas con 5 %, 10 % y 15 %.

Hipótesis Alterna (H1): Se encuentra diferencia significativa entre los valores de resistencia a la compresión de las probetas patrón y las probetas modificadas con 5 %, 10 % y 15 %.

**Tabla 35.**

*Análisis de resultados descriptivos de la Resistencia a Compresión a los 28 días*

	N	Media	Desv.	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Concreto Patrón	3	214.85	4.17	2.41	204.48	225.21	210.92	219.23
Concreto Mod. 5% con caucho y plástico	3	190.42	4.34	2.51	179.63	201.21	187.21	195.36
Concreto Mod. 10% con caucho y plástico	3	158.85	3.59	2.07	149.94	167.76	154.74	161.37
Concreto Mod. 15% con caucho y plástico	3	127.67	1.30	0.75	124.46	130.89	126.65	129.13
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>172.95</b>	<b>34.42</b>	<b>9.94</b>	<b>151.08</b>	<b>194.81</b>	<b>126.65</b>	<b>219.23</b>

Fuente Software SPSS, 2019

**Tabla 36.***Análisis de la Normalidad de los resultados de Resistencia a la compresión a los 28 días*

<b>TIPO</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Shapiro-Wilk</b>	
		<b>gl</b>	<b>Sig.</b>
Concreto Patrón	0.991	3	0.819
Concreto Mod. 5% con caucho y plástico	0.881	3	0.327
Concreto Mod. 10% con caucho y plástico	0.854	3	0.251
Concreto Mod. 15% con caucho y plástico	0.916	3	0.439

Fuente Software SPSS, 2019

Se aprecia que los valores en todos los grupos presentan normalidad, dado que la significancia es mayor a 0,05.

**Tabla 37.***Análisis de la Homogeneidad de Varianzas mediante el método estadístico de Levene*

<b>Descripción</b>		<b>Estadístico de Levene</b>	<b>Sig.</b>
Concreto curado a los 28 días	Se basa en la media	1.409	0.309

Fuente Software SPSS, 2019

Se apreció homogeneidad de varianzas, dado que la significancia es mayor a 0,05.

### Prueba de Hipótesis ANOVA

**Tabla 38.***Prueba de Hipótesis ANOVA para valores de Resistencia a la compresión a los 28 días*

	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	12928.236	4309.412	339.200	0.000

Fuente SPSS, 2019

Como el valor de significancia es menor que 0.05, se acepta la Hipótesis Alternativa (H1), porque los valores de resistencia a la compresión del grupo de especímenes patrón y el grupo de especímenes modificados difieren en cantidades significativas.

### **Resistencia a la flexión de probetas modificadas a los 7 días**

La resistencia a la flexión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico varía considerablemente en zonas altoandinas, Juliaca Puno 2021.

Hipótesis Nula (Ho): No se encuentra diferencia significativa entre los valores de resistencia a la flexión de las probetas patrón y las probetas modificadas con 5 %, 10 % y 15 %.

Hipótesis Alterna (H1): Se encuentra diferencia significativa entre los valores de resistencia a la flexión de las probetas patrón y las probetas modificadas con 5 %, 10 % y 15 %.

**Tabla 39.**

*Análisis de resultados descriptivos de la Resistencia a flexión a los 7 días*

	N	Media	Desv.	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Concreto Patrón	3	2.71	0.11	0.06	2.43	2.98	2.58	2.78
Concreto Mod, con 5% caucho y plástico	3	2.79	0.02	0.01	2.75	2.82	2.77	2.80
Concreto Mod, con 10% caucho y plástico	3	2.95	0.13	0.08	2.62	3.28	2.85	3.10
Concreto Mod, con 15% caucho y plástico	3	2.53	0.05	0.03	2.40	2.66	2.50	2.59
Total	12	2.74	0.18	0.05	2.63	2.85	2.50	3.10

Fuente Software SPSS, 2019

**Tabla 40.**

*Análisis de la Normalidad de los resultados de Resistencia a la flexión a los 7 días*

<b>TIPO</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Shapiro-Wilk</b>	
		<b>gl</b>	<b>Sig.</b>
Concreto Patrón	0.824	3	0.174
Concreto Mod, con 5% caucho y plástico	0.964	3	0.637
Concreto Mod, con 10% caucho y plástico	0.893	3	0.363
Concreto Mod, con 15% caucho y plástico	0.832	3	0.194

Fuente Software SPSS, 2019

Se aprecia que los valores en todos los grupos presentan normalidad, dado que la significancia es mayor a 0,05.

**Tabla 41.**

*Análisis de la Homogeneidad de Varianzas mediante el método estadístico de Levene*

<b>Descripción</b>		<b>Estadístico de Levene</b>	<b>Sig.</b>
Concreto curado a los 7 días	Se basa en la media	4.651	0.036

Fuente Software SPSS, 2019

Como el valor de significancia es menor que 0.05, se acepta la Hipótesis Alternativa (H1), porque los valores de resistencia a la flexión del grupo de especímenes patrón y el grupo de especímenes modificados difieren en cantidades significativas.

### **Resistencia a la flexión de probetas modificadas a los 14 días**

La resistencia a la flexión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico varía considerablemente en zonas altoandinas, Juliaca-Puno 2021.

Hipótesis Nula (Ho): No se encuentra diferencia significativa entre los valores de resistencia a la flexión de las probetas patrón y las probetas modificadas con 5 %, 10 % y 15 %.

Hipótesis Alternativa (H1): Se encuentra diferencia significativa entre los valores de resistencia a la flexión de las probetas patrón y las probetas modificadas con 5 %, 10 % y 15 %.

**Tabla 42.**

*Análisis de resultados descriptivos de la Resistencia a flexión a los 14 días*

	N	Media	Desv.	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Concreto Patrón	3	2.71	0.11	0.06	2.43	2.98	2.58	2.78
Concreto Mod, con 5% caucho y plástico	3	2.79	0.02	0.01	2.75	2.82	2.77	2.80
Concreto Mod, con 10% caucho y plástico	3	2.95	0.13	0.08	2.62	3.28	2.85	3.10
Concreto Mod, con 15% caucho y plástico	3	2.53	0.05	0.03	2.40	2.66	2.50	2.59
Total	12	2.74	0.18	0.05	2.63	2.85	2.50	3.10

Fuente Software SPSS, 2019

**Tabla 43.***Análisis de la Normalidad de los resultados de Resistencia a la flexión a los 14 días*

<b>TIPO</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Shapiro-Wilk</b>	
		<b>gl</b>	<b>Sig.</b>
Concreto Patrón	0.824	3	0.174
Concreto Mod, con 5% caucho y plástico	0.964	3	0.637
Concreto Mod, con 10% caucho y plástico	0.893	3	0.363
Concreto Mod, con 15% caucho y plástico	0.832	3	0.194

Fuente Software SPSS, 2019

Se aprecia que los valores en todos los grupos presentan normalidad, dado que la significancia es mayor a 0,05.

**Tabla 44.***Análisis de la Homogeneidad de Varianzas mediante el método estadístico de Levene*

<b>Descripción</b>	<b>Estadístico de</b>	
	<b>Levene</b>	<b>Sig.</b>
Concreto curado Se basa en la 14 días media	2.503	0.133

Fuente Software SPSS, 2019

Se apreció homogeneidad de varianzas, dado que la significancia es mayor a 0,05.

### Prueba de Hipótesis ANOVA

**Tabla 45.***Prueba de Hipótesis ANOVA para valores de Resistencia a la compresión a los 14 días*

	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	1.033	0.344	101.323	0.000

Fuente SPSS, 2019

Como el valor de significancia es menor que 0.05, se acepta la Hipótesis Alternativa (H1), porque los valores de resistencia a la compresión del grupo de especímenes patrón y el grupo de especímenes modificados difieren en cantidades significativas.

Para determinar cuáles grupos son diferentes, aplicaremos la prueba de Scheffé.

**Tabla 46.**

*Prueba de post Hoc de Scheffé para Resistencia a la flexión a los 14 días*

<b>Descripción</b>			<b>Diferencia de medias (I-J)</b>	<b>Sig.</b>
Concreto Patrón	-	Concreto Mod, con 5% caucho y plástico	0.00000	1.000
Concreto Patrón	-	Concreto Mod, con 10% caucho y plástico	,30333*	0.002
Concreto Patrón	-	Concreto Mod, con 15% caucho y plástico	,51333*	0.000

Interpretación:

La media entre cada grupo tiene diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) a excepción del concreto patrón y concreto modificado con 5 %.

### **Resistencia a la flexión de probetas modificadas a los 28 días**

La resistencia a la flexión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico varía considerablemente en zonas altoandinas, Juliaca-Puno 2021.

Hipótesis Nula (Ho): No se encuentra diferencia significativa entre los valores de resistencia a la flexión de las probetas patrón y las probetas modificadas con 5 %, 10 % y 15 %.

Hipótesis Alterna (H1): Se encuentra diferencia significativa entre los valores de resistencia a la flexión de las probetas patrón y las probetas modificadas con 5 %, 10 % y 15 %.

**Tabla 47.**

*Análisis de resultados descriptivos de la Resistencia a flexión a los 28 días*

	N	Media	Desv.	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media			Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior	o		
Concreto Patrón	3	3.66	0.01	0.01	3.64	3.68	3.65	3.67	
Concreto Mod, con 5% caucho y plástico	3	3.84	0.10	0.06	3.60	4.08	3.73	3.92	
Concreto Mod, con 10% caucho y plástico	3	3.86	0.14	0.08	3.52	4.20	3.74	4.01	
Concreto Mod, con 15% caucho y plástico	3	3.35	0.07	0.04	3.19	3.51	3.28	3.41	
Total	#	3.68	0.23	0.07	3.53	3.82	3.28	4.01	

Fuente Software SPSS, 2019

**Tabla 48.**

*Análisis de la Normalidad de los resultados de Resistencia a la flexión a los 28 días*

TIPO	Estadístico	Shapiro-Wilk	
		gl	Sig.
Concreto Patrón	1.000	3	1.000
Concreto Mod, con 5% caucho y plástico	0.930	3	0.490
Concreto Mod, con 10% caucho y plástico	0.978	3	0.716
Concreto Mod, con 15% caucho y plástico	0.998	3	0.915

Fuente Software SPSS, 2019

Se aprecia que los valores en todos los grupos presentan normalidad, dado que la significancia es mayor a 0,05.

**Tabla 49.**

*Análisis de la Homogeneidad de Varianzas mediante el método estadístico de Levene*

<b>Descripción</b>		<b>Estadístico de Levene</b>	<b>Sig.</b>
Concreto curado a los 28 días	Se basa en la media	2.552	0.129

Fuente Software SPSS, 2019

Se aprecia homogeneidad de varianzas, dado que la significancia es mayor a 0,05.

### Prueba de Hipótesis ANOVA

**Tabla 50.**

*Prueba de Hipótesis ANOVA para valores de Resistencia a la compresión a los 28 días*

	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	0.512	0.171	20.902	0.000

Fuente SPSS, 2019

Como el valor de significancia es menor que 0.05, se acepta la Hipótesis Alternativa (H1), porque los valores de resistencia a la compresión del grupo de especímenes patrón y el grupo de especímenes modificados difieren en cantidades significativas.

Para determinar cuáles grupos son diferentes, aplicaremos la prueba de Scheffé

**Tabla 51.***Prueba de post Hoc de Scheffé para Resistencia a la flexión a los 28 días*

<b>Descripción</b>		<b>Diferencia de medias (I-J)</b>	<b>Sig.</b>
Concreto Patrón -	Concreto Mod, con 5% caucho y plástico	0.18000	0.195
Concreto Patrón -	Concreto Mod, con 10% caucho y plástico	0.20333	0.131
Concreto Patrón -	Concreto Mod, con 15% caucho y plástico	,31333*	0.019

Interpretación:

La media entre cada grupo no tiene diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) a excepción del concreto patrón y concreto modificado con 15 %.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN**

#### **5.1. Discusión OE1**

El asentamiento del concreto modificado con caucho y plástico varía desde: 6, 4, 3 cm para adiciones de 5 %, 10 % y 15 %, en comparación de la muestra patrón sin modificar que fue de 8 cm respectivamente. El máximo valor obtenido fue 6 cm que se logró con la modificación de 5 % (3 % caucho y 2 % plástico).

Ante esto Pinedo Pérez (2018), citado como antecedente nacional, obtuvo para modificaciones del concreto con plástico un asentamiento del 3", 2 1/2" y 1" (7.62 cm, 6.35 cm y 2.54 cm) para adiciones de 5 %, 10 % y 15 % en comparación de su muestra patrón que fue de 3 1/2" (8.89 cm) de Slump. Asimismo, Arancibia Fa (2017), citado como antecedente internacional, obtuvo para modificaciones del concreto un asentamiento de 7, 6 y 3.5 cm para adiciones de 10 %, 20 % y 30 % de caucho respectivamente.

Como se observa, los valores obtenidos por OE1 son comparables con los antecedentes. Como resultado, se logra el objetivo.

#### **5.2. Discusión OE2**

La densidad del concreto modificado con caucho y plástico varía desde: 2366 Kg/m<sup>3</sup>, 2317 Kg/m<sup>3</sup> y 2273 Kg/m<sup>3</sup>, para adiciones de 5 %, 10 % y 15 % en comparación de la muestra patrón sin modificar que fue de 2400 Kg/m<sup>3</sup> respectivamente. Siendo con menor peso la con modificación de 15 % (9 % de caucho y 6 % de plástico) pesando 2273 Kg/m<sup>3</sup>.

Ante esto, Cabanillas Huachua (2017), citado como antecedente nacional, obtuvo para modificaciones del concreto con caucho una densidad de 2432.19 Kg/m<sup>3</sup>, 2314.84 Kg/m<sup>3</sup> y 2160.48 Kg/m<sup>3</sup> para adiciones de 10 %, 15 % y 20 % en comparación de su muestra patrón que fue de 2441.66 Kg/m<sup>3</sup>, teniendo una reducción de 0.39 %, 5.19 %, 11.52 % respectivamente. Asimismo, Vargas Figueredo, &, et al. (2017), Referido como un antecedente a nivel internacional, obtuvo para modificaciones de concreto con plástico reciclado una densidad de 2119 kg/m<sup>3</sup>, 1990 kg/m<sup>3</sup>, 1897 kg/m<sup>3</sup>, para adiciones de plástico reciclado de 40 %, 50 %, 60 % en comparación de su muestra patrón que fue de 2426 kg/m<sup>3</sup>, obteniendo una reducción de 12.65 %, 17.97 %, 21.81 % del concreto patrón respectivamente

Como se observa, los valores obtenidos por OE2 son comparables con los antecedentes. Como resultado, se logra el objetivo.

### **5.3. Discusión OE3**

La resistencia a la compresión del concreto modificado con caucho y plástico a los 28 días presenta variaciones en los siguientes valores: 190.4 Kg/cm<sup>2</sup>, 158.8 Kg/cm<sup>2</sup> y 127.7 Kg/cm<sup>2</sup> para adiciones de caucho y plástico de 5 %, 10 % y 15 % respectivamente con referencia al concreto patrón con 214.8 Kg/cm<sup>2</sup>. El valor máximo registrado fue de 190.4 Kg/cm<sup>2</sup> el cual se logró con la modificación de 5 % (3 % caucho y 2 % plástico), Cuando este valor aumenta, la resistencia a la compresión tiende a reducirse.

Ante esto, Cabanillas Huachua (2017), citado como antecedente nacional, obtuvo a los 28 días una resistencia a la compresión para las modificaciones del concreto con caucho de 191.65 Kg/cm<sup>2</sup>, 129.52 kg/cm<sup>2</sup> y 112.79 kg/cm<sup>2</sup> para adiciones de 10 %, 15 % y 20 % En contraste con la muestra patrón, la cual tenía una resistencia a la compresión de 209.39 kg/cm<sup>2</sup>, teniendo una reducción de 8.47 %, 38.14 %, 46.13 % respectivamente a la muestra patrón. Asimismo, Vargas Figueredo, &, et al. (2017), referido como un antecedente a nivel internacional, obtuvo para modificaciones de concreto con plástico reciclado a los 28 días una resistencia a la compresión de 2147 psi, 1803 psi, 1521 psi (151 kg/cm<sup>2</sup>, 126.8 kg/cm<sup>2</sup>, 106.9 kg/cm<sup>2</sup>) para adiciones de plástico reciclado de 40 %, 50 %, 60 % en comparación de su muestra patrón que fue de 2728 Psi (191.8 kg/cm<sup>2</sup>), obteniendo una reducción de 21.30 %, 33.91 %, 44.24 % respectivamente.

Como se observa, los valores obtenidos por OE3 son comparables con los antecedentes. Como resultado, se logra el objetivo.

### **5.4. Discusión OE4**

La resistencia a la flexión del concreto modificado con caucho y plástico a los 28 días varía desde: 3.84 Mpa, 3.86 Mpa y 3.35 Mpa para adiciones de caucho y plástico de 5 %, 10 % y 15 % respectivamente con referencia al concreto patrón con 3.66 Mpa. El máximo valor obtenido fue de 3.86 Mpa que se logró con la modificación con 10 % (6 % de caucho y 4 % de plástico), a mayor aumento de este valor tiende a reducir la resistencia a la flexión.

Ante esto, Giraldo Antunez (2019), citado como antecedente nacional, obtuvo para modificaciones de concreto una resistencia a la flexión del concreto modificado con caucho a los

28 días varía desde: 6.21 Mpa, 5.84 Mpa para adiciones de caucho de 10 % y 20 % respectivamente con referencia al concreto patrón con 6.20 Mpa. Asimismo, Arancibia (2017), citado como antecedente internacional, obtuvo, para modificaciones de concreto con caucho, una resistencia a la flexión a los 28 días de 49.8 kg/cm<sup>2</sup>, 42.9 kg/cm<sup>2</sup>, 41.3 kg/cm<sup>2</sup> (4.88 Mpa, 4.21 Mpa y 4.05 Mpa) para adiciones de caucho de 10 %, 20 % y 30 % respectivamente.

Como se observa, los valores obtenidos por OE4 son comparables con los antecedentes. Como resultado, se logra el objetivo.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES**

#### **Conclusión 1:**

El asentamiento del concreto modificado con caucho y plástico varía desde: 6, 4, 3 cm para adiciones de caucho y plástico de 5 %, 10 % y 15 %, el mayor asentamiento alcanzado fue de 6 cm para una adición de 5 % (3 % caucho y 2 % plástico), por lo tanto, se concluye que cuanto más caucho y plástico se incorpora al concreto, menor es el asentamiento.

#### **Conclusión 2:**

La densidad del concreto modificado con caucho y plástico varía desde: 2366 Kg/m<sup>3</sup>, 2317 Kg/m<sup>3</sup> y 2273 Kg/m<sup>3</sup>, para adiciones de 5 %, 10 % y 15 %. Siendo con menor densidad la con modificación de 15 % (9 % de caucho y 6 % de plástico) pesando 2273 Kg/m<sup>3</sup>, a mayor aumento de este valor tiende a disminuir la densidad del concreto modificado.

#### **Conclusión 3:**

La resistencia a la compresión del concreto modificado con caucho y plástico a los 28 días varía desde: 190.4 Kg/cm<sup>2</sup>, 158.8 Kg/cm<sup>2</sup>, 127.7 Kg/cm<sup>2</sup> para adiciones de caucho y plástico de 5 %, 10 % y 15 %. El máximo valor logrado fue 190.4 Kg/cm<sup>2</sup> el cual se logró con la modificación de 5 % (3 % caucho y 2 % plástico), a medida que este valor aumenta la resistencia a la compresión disminuye.

#### **Conclusión 4:**

La resistencia a la flexión del concreto modificado con caucho y plástico a los 28 días varía desde: 3.84 Mpa, 3.86 Mpa y 3.35 Mpa para adiciones de caucho y plástico de 5 %, 10 % y 15 % respectivamente. El valor máximo logrado fue de 3.86 Mpa que se logró con la modificación con 10 % (6 % de caucho y 4 % de plástico), a mayor aumento de este valor tiende a reducir la resistencia a la flexión.

**Conclusión 5:**

La influencia de los agregados sustituyentes (caucho y plástico) tiene mucho que ver, de acuerdo con su tamaño, y, según esto, la resistencia a la compresión.

## **CAPÍTULO VII**

### **RECOMENDACIONES**

#### **Recomendación 1:**

Se recomienda una sustitución máxima del 5 % (3 % caucho y 2 % plástico). Para mejores resultados incorporar tiras de plástico menores de 4 mm x 25 mm de plástico, ya que mayor sea su tamaño no se podrá verificar bien el asentamiento, ya que estas impiden el derrumbamiento del espécimen y le quitan plasticidad.

#### **Recomendación 2:**

Se recomienda una sustitución máxima del 5 % (3 % caucho y 2 % plástico), para futuras investigaciones buscar una mejor sustitución de caucho y plástico, ya que está comprobado la densidad del concreto modificado con caucho y plástico disminuye claramente mientras más se aumenta el porcentaje sustitución de caucho y plástico.

#### **Recomendación 3:**

Se recomienda una sustitución del agregado grueso máxima del 5 % (3 % caucho y 2 % plástico), porcentajes de sustitución mayores a esta reducen demasiado la resistencia la compresión, además, para mejores resultados utilizar tamaños menores de 1-4mm de caucho y tiras de 4 mm x 25 mm de para tener una mejor trabajabilidad.

#### **Recomendación 4:**

Se recomienda una sustitución del agregado grueso máxima del 5 % (3 % caucho y 2 %) porque es la que mejores resultados dio tanto en resistencia a la compresión y flexión, mayores modificaciones a esta se obtendrán valores desfavorables.

#### **Recomendación 5:**

Para futuras investigaciones, se recomienda elaborar concretos modificados con filamentos de botellas de plástico reciclado para tener concreto reforzado, como si se usarán fibras sintéticas y tener una mejor resistencia a la compresión.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología del concreto (Teoría y Problemas)*. Lima: San Marcos.
- Aceros Arequipa. (2016). Construyendo con Juan Seguro. *Construyendo con Juan Seguro*, 30, 10.
- Arancibia Fa, J. (2017). *Evaluación de la utilización de hormigones con incorporación de caucho para pavimentos urbanos de tráfico liviano*. Universidad de Valparaíso de Chile.
- AutoBild. (23 de noviembre de 2010). *¿De dónde proviene el caucho?* Recuperado el 21 de octubre de 2021, de AutoBild: <https://www.autobild.es/reportajes/el-caucho-neumatico>.
- Bastidas Sosa, G. P., & Viñán Andino, M. P. (2017). *Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con partículas de caucho de neumáticos reciclados*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- Borja Suárez, M. (2012). *Metodología de la Investigación Científica para ingenieros*. Chiclayo.
- Cabanillas Huachua, E. R. (2017). *“Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado”*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Castellanos, L. (2 de marzo de 2017). *Técnica de Observación*. Recuperado el 2021 de octubre de 21, de Metodología de la Investigación: <https://lcmetodologiainvestigacion.wordpress.com/2017/03/02/tecnica-de-observacion/>.
- Chumpitaz Ochoa, G. N. (2019). *Propiedades físicas y mecánicas de un concreto elaborado con agregado grueso proveniente del concreto reciclado*. Lima: Universidad San Martín de Porres.
- Cuesta, M., & Herrero, F. J. (2009). *Introducción al muestreo*. Oviedo: Universidad de Oviedo. Obtenido de Gestipolis.

- Díaz Hernández, M. E. (2017). *Población, muestra y muestreo*. Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Etecé, E. (15 de julio de 2021). *El plástico*. Obtenido de Concepto: <https://concepto.de/plastico/>.
- Giraldo Antunez, J. G. (2019). Resistencia a la compresión y flexión de concreto con 10 % y 20 % de fibras de caucho reciclado (*Título de Grado*). Huaraz: Universidad San Pedro.
- Grupo de Investigación de Ingeniería Tisular. (2 de diciembre de 2013). *Introducción a la investigación en Ciencias de la Salud: Metodología de Investigación*. Recuperado el 20 de noviembre de 2021, de Grupo de Investigación en Ingeniería Tisular: <http://histologia.ugr.es/descargas/MIC-Lectura2013.pdf>.
- Idict, W. (16 de octubre de 2021). *Granulometría*. Recuperado el 21 de octubre de 2021, de EcuRed: <https://www.ecured.cu/Granulometr%C3%ADa>.
- INDECOPI. (2010). *NTP 339.035*. Lima.
- ingcivil. (25 de Mayo de 2011). *Peso Unitario (Densidad del Concreto)*. Recuperado el 14 de noviembre de 2021, de Blog del Ingerniero Civil: <https://notasingenierocivil.blogspot.com/2011/05/peso-unitariodensidad-del-concreto.html>.
- Kerlinger. (2002).
- Kerlinger, F. N., & LEE, H. B. (1988). *Investigación del comportamiento*. California: MCGRAW-HILL / Interamericana de Mexico.
- Léctor Lafitte, M., & Villarreal Brragán, E. J. (2017). *Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboracion de concreto en la ciudad de Nuevo Chimbote*". Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa.
- López Pedro , L. (2004). *Población muestra y muestreo*. Cochabamba.

- Lugo Mejía, E. J., & Torres Pérez, Y. S. (2019). *Caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras poliméricas recicladas PET*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Márquez Herrera, P. E. (2019). *Estudio del comportamiento del concreto con adición de plástico reciclado en la ciudad de Arequipa*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Marroquín Peña, R. (2013). *Metodología de la Investigación*. Lima: Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle.
- MINAM, M. d. (1 de mayo de 2018). *En el Perú solo se recicla el 1.9 % del total de residuos sólidos reaprovechables*. (MINAM) Recuperado el 20 de octubre de 2021, de SINIA: <https://sinia.minam.gob.pe/novedades/peru-solo-se-recicla-19-total-residuos-solidos-reaprovechables>.
- MTC. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Lima.
- NRMCA. (2011). CIP 16 - Resistencia a Flexión de concreto. *El concreto en la práctica*, 2.
- Pérez Porto, J., & Garde, A. (2013). *Definición de plástico*. Recuperado el 21 de octubre de 2021, de Definición.De: <https://definicion.de/plastico/>.
- Pinedo Pérez, J. R. (2018). Estudio de resistencia a la compresión del concreto  $F'c = 210\text{kg/cm}^2$ , con la adición de plástico reciclado (PET), en la ciudad de Tarapoto, 2018 (*Tesis de Grado*). Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto.
- Ramírez González, A. (2010). *Metodología de la investigación científica*. Bogotá.
- Rodríguez Jahuana, J. (5 de mayo de 2016). *Tecnología del concreto*. Obtenido de La dosificación del concreto: <https://tecdelconcretorodriguez.blogspot.com/2016/05/semana-5y6-la-dosificacion-del-concreto.html>.

- Sánchez Carlessi, H., & Reyes Mesa, C. (2006). *Metodología y diseños en investigación*. Lima.
- Silvestre Gutiérrez, A. (2019). *Análisis del concreto con caucho como aditivo para aligerar elementos estructurales*. Pereira: Universidad Libre Seccional.
- SPGROUP. (2020). *¿Cómo es el reciclaje en Europa y qué papel juega cada país?* Recuperado el 21 de octubre de 2021, de SPGROUP: <https://www.spg-pack.com/blog/reciclaje-europa/>.
- SRuizR. (14 de marzo de 2021). *Wikipedia*. Recuperado el 2021 de octubre de 21, de Peso específico: [https://es.wikipedia.org/wiki/Dosificaci%C3%B3n\\_\(concreto\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Dosificaci%C3%B3n_(concreto)).
- Tamayo L, C., & Silva Siesquén, I. (2018). *Técnicas e instrumentos de datos*. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.
- Vargas Figueredo, J., & Polo Padilla, E. (2017). *Obtención de una mezcla de concreto con residuos plásticos de equipos electrónicos para la fabricación de elementos no estructurales*. Barranquilla: Universidad de la Costa, CUC.

## ANEXOS

### ANEXO 1. Matriz de consistencia de trabajo de investigación

#### MATRIZ DE CONSISTENCIA DE TRABAJO DE INVESTIGACION

TITULO: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO MODIFICADO CON RESIDUOS DE CAUCHO Y PLASTICO EN ZONAS ALTOANDINAS, JULIACA, PUNO 2021

AUTOR: MARLON ARTURO VILCA GONZALES

FACULTAD: INGENIERIA

CARRERA: INGENIERIA CIVIL

ORIENTACION	PROBLEMAS	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENCIONES	INDICADORES	METODOLOGIA	
ENFOQUE	GENERAL	GENERAL	GENERAL	V1: Caucho y plástico	D1: Peso especifico  D2: Granulometría  D3: Dosificación	I1: caucho aprox. 1063 Kg/m3 I2: plástico aprox. 1333 Kg/m3 I3: promedio aprox. 1199 Kg/m3  I1: fragmentos de 3.25 mm del caucho I2: tiras de 25mm del plástico I3: promedio aprox. 14 mm  I1: 5% del agregado grueso I2: 10% del agregado grueso I3: 15% del agregado grueso	DISEÑO DE INVESTIGACION	DATOS A RECOLECTAR
Cuantitativo	¿Cuánto varían las propiedades físicas y mecánicas de concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas alto andinas, Juliaca-Puno 2021?	Las propiedades físicas y mecánicas de concreto modificado varía significativamente con los residuos de caucho y plástico en zonas alto andinas, Juliaca-Puno 2021	Determinar la variación las propiedades físicas y mecánicas de concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas alto andinas, Juliaca-Puno 2021				Experimental	Peso Especifico, Granulometría, Dosificación, Asentamiento, Densidad, Resistencia ala compresión y flexión
PARADIGMA	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	V2: Propiedades físicas y mecánicas del concreto	D1: Asentamiento  D2: Densidad  D3: Resistencia a la compresión  D4: Resistencia a la flexión	I1: 7 días I2: 14 días I3: 28 días  I1: 7 días I2: 14 días I3: 28 días	TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS	INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS
Positivista	¿Cuánto varía el asentamiento del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas alto andinas, Juliaca-Puno 2021?	El asentamiento del concreto modificado con residuos de caucho y plástico varía considerablemente en zonas alto andinas, Juliaca- Puno	Analizar la variación del asentamiento del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas alto andinas, Juliaca-Puno 2021				Observación	Fichas de recopilación de información
TIPO	¿Cuánto varía la absorción del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas alto andinas, Juliaca-Puno 2021?	La absorción del concreto modificado con residuos de caucho y plástico varía considerablemente en zonas alto andinas, Juliaca-Puno 2021	Analizar la variación de la densidad del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas alto andinas, Juliaca-Puno 2021	Poblacion	MUESTRA			
Aplicada	¿Cuánto varía la resistencia a la compresión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas alto andinas, Juliaca-Puno 2021?	La resistencia a la compresión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico varía considerablemente en zonas alto andinas, Juliaca Puno 2021	Determinar la variación de la resistencia a la compresión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas alto andinas, Juliaca Puno 2021	Concreto modificado con residuos de caucho y plástico	24 especímenes			
ALCANCE	¿Cuánto varía la resistencia a la flexión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas alto andinas, Juliaca-Puno 2021?	La resistencia a la flexión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico varía considerablemente en zonas alto andinas, Juliaca-Puno 2021	Determinar la variación de la resistencia a la flexión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas alto andinas, Juliaca-Puno 2021	TECNICA DE MUESTREO	TECNICAS DE ANALISIS ESTADISTICO			
Descriptivo	¿Cuánto varía la resistencia a la flexión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas alto andinas, Juliaca-Puno 2021?	La resistencia a la flexión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico varía considerablemente en zonas alto andinas, Juliaca-Puno 2021	Determinar la variación de la resistencia a la flexión del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas alto andinas, Juliaca-Puno 2021	Probabilístico	Ensayos de Laboratorio ASTM: C 143, ASTM C 39 y ASTM C 78			

ANEXO 2. Instrumento de investigación validado

FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

Proyecto: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE CONCRETO MODIFICADO CON RESIDUOS DE CAUCHO Y PLASTICO EN ZONAS ALTOANDINAS, JULIACA , PUNO 2021

Autor: VILCA GONZALES MARLON ARTURO

I Información general							1
UBICACIÓN							
DISTRITO	JULIACA	ALTITUD	3824 m.s.n.m.				
PROVINCIA	SAN ROMAN	LATITUD	15° 29' 36" Sur				
REGIÓN	PUNO	LONGITUD	70° 8' 8" Oeste				
II Peso específico							0
Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad		
caucho	Kg/m3	plastico	Kg/m3	promedio	Kg/m3		
III Granulometrías							0
Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad		
caucho	mm	plastico	mm	promedio	mm		
IV Dosificación							1
Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad		
5	%	10	%	15	%		
V Asentamiento							1
Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad		
Slump test	cm	Consistencia		Trabajabilidad			
VI Densidad							1
Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad		
peso unitario	Kg/m3	rendimiento	Kg/m3	contenido de aire	%		
VII Resistencia a la compresión							1
Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad		
7	días	14	días	28	días		
VIII Resistencia a la flexión							1
Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad		
7	días	14	días	28	días		0.750
APELLIDOS Y NOMBRES:		Edgar Tumi Miranda					
PROFESION Y GRADO:		INGENIERO CIVIL					
REGISTRO CIP No:		98555					
EMAIL:		juliaca.45@gmail.com					
TELEFONO:		985 852 651					



## FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

Proyecto: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE CONCRETO MODIFICADO CON RESIDUOS DE CAUCHO Y PLASTICO EN ZONAS ALTOANDINAS, JULIACA , PUNO 2021

Autor: VILCA GONZALES MARLON ARTURO

<b>I</b>	<b>Información general</b>						<b>1</b>
	UBICACIÓN						
	DISTRITO	JULIACA	ALTITUD	3824 m.s.n.m.			
	PROVINCIA	SAN ROMAN	LATITUD	15° 29' 36" Sur			
	REGIÓN	PUNO	LONGITUD	70° 8' 8" Oeste			
<b>II</b>	<b>Peso específico</b>						<b>0</b>
	Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad	
	caucho	Kg/m <sup>3</sup>	plastico	Kg/m <sup>3</sup>	promedio	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>III</b>	<b>Granulometrías</b>						<b>0</b>
	Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad	
	caucho	mm	plastico	mm	promedio	mm	
<b>IV</b>	<b>Dosificación</b>						<b>1</b>
	Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad	
	5	%	10	%	15	%	
<b>V</b>	<b>Asentamiento</b>						<b>1</b>
	Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad	
	Slump test	cm	Consistencia		Trabajabilidad		
<b>VI</b>	<b>Densidad</b>						<b>1</b>
	Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad	
	peso unitario	Kg/m <sup>3</sup>	rendimiento	Kg/m <sup>3</sup>	contenido de aire	%	
<b>VII</b>	<b>Resistencia a la compresión</b>						<b>1</b>
	Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad	
	7	días	14	días	28	días	
<b>VIII</b>	<b>Resistencia a la flexión</b>						<b>1</b>
	Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad	
	7	días	14	días	28	días	
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>		Alarcon Apaza Fritz Eliot					
<b>PROFESION Y GRADO:</b>		Ingeniero civil					
<b>REGISTRO CIP No:</b>		161734					
<b>EMAIL:</b>		neoeliot@gmail.com					
<b>TELEFONO:</b>		92012 99 94					

## FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

Proyecto: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE CONCRETO MODIFICADO CON RESIDUOS DE CAUCHO Y PLASTICO EN ZONAS ALTOANDINAS, JULIACA , PUNO 2021

Autor: VILCA GONZALES MARLON ARTURO

I Información general						
UBICACIÓN						
DISTRITO	JULIACA	ALTITUD	3824 m.s.n.m.			
PROVINCIA	SAN ROMAN	LATITUD	15° 29' 36" Sur			
REGIÓN	PUNO	LONGITUD	70° 8' 8" Oeste			
II Peso específico						
Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad	
caucho	Kg/m <sup>3</sup>	plastico	Kg/m <sup>3</sup>	promedio	Kg/m <sup>3</sup>	
III Granulometrías						
Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad	
caucho	mm	plastico	mm	promedio	mm	
IV Dosificación						
Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad	
5	%	10	%	15	%	
V Asentamiento						
Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad	
Slump test	cm	Consistencia		Trabajabilidad		
VI Densidad						
Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad	
peso unitario	Kg/m <sup>3</sup>	rendimiento	Kg/m <sup>3</sup>	contenido de aire	%	
VII Resistencia a la compresión						
Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad	
7	días	14	días	28	días	
VIII Resistencia a la flexión						
Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad	
7	días	14	días	28	días	
APELLIDOS Y NOMBRES:		CORDOVA SUCAPUCA GIENY				
PROFESION Y GRADO:		INGENIERO CIVIL				
REGISTRO CIP No:		288611				
EMAIL:		1573NY.CORDOVA@gmail.com				
TELEFONO:		920288888				

### ANEXO 3. Certificados/ Protocolos de Ensayo de Laboratorio



## GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.

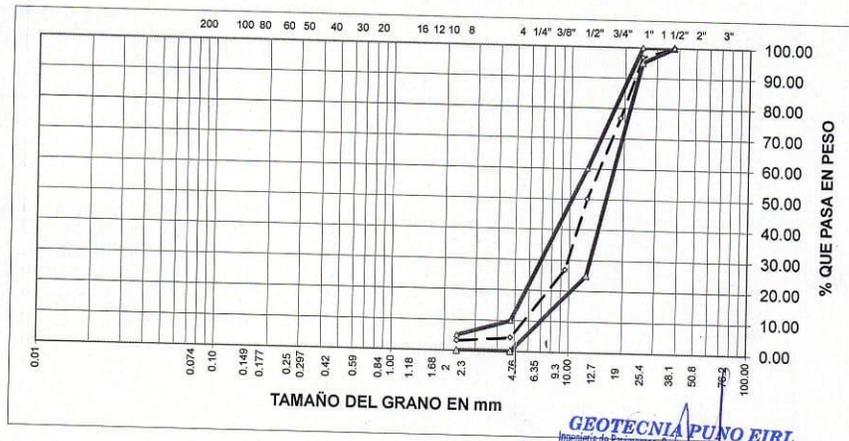


**PROYECTO** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO MODIFICADO CON RESIDUOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO EN ZONAS ALTO ANDINAS, JULIACA - PUNO 2021  
**CANTERA** : PIEDRA CHANCADA 3/4"-CABANILLAS      **TESISTA** : Vilca Gonzales Marlon Arturo  
**MUESTRA** : AGREGADO GRUESO      **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.  
**UBICACIÓN** : JULIACA      **FECHA** : 27/11/2021

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 5024 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						
1"	25.000	162.00	3.22	3.22	96.78	100 - 100	CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
3/4"	19.000	1,012.00	20.14	23.36	76.64	95 - 100	Módulo de fineza : 7.889
1/2"	12.500	1,341.00	26.69	50.05	49.95	25 - 60	Peso específico : 2.546 g/cm3
3/8"	9.500	1,162.00	23.13	73.18	26.82		Peso Unit. Suelto : 1.850 tn/m3
1/4"	6.300						Peso Unit. Varillado : 1.884 tn/m3
No.04	4.750	1,124.00	22.37	95.55	4.45	0 - 10	Humedad Natural : 2.360 %
No.08	2.360	63.00	1.25	96.80	3.20	0 - 5	Absorción : 1.657 %
No.16	1.180	42.00	0.84	97.64	2.36		
No.30	0.600	15.00	0.30	97.94	2.06		
No.50	0.300	8.00	0.16	98.10	1.90		
No.100	0.150	9.00	0.18	98.28	1.72		
No.200	0.075	6.00	0.12	98.40	1.60		
<No.200		80.00	1.60	100.00			
<b>TOTAL</b>		<b>5,024.00</b>	<b>100.00</b>	<b>788.9</b>			

#### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
 Ingeniería de Pavimentos, Bases y Construcción y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP 11212

**JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA**  
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



**PROYECTO** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO MODIFICADO CON RESIDUOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO EN ZONAS ALTO ANDINAS, JULIACA - PUNO 2021

**CANTERA** : PIEDRA CHANCADA 3/4"-CABANILLAS

**MUESTRA** : AGREGADO FINO ZARANDEADO

**UBICACIÓN** : JULIACA

**TESISTA**

**ING. RESPONS.**

**FECHA**

: Vilca Gonzales Marlon Arturo

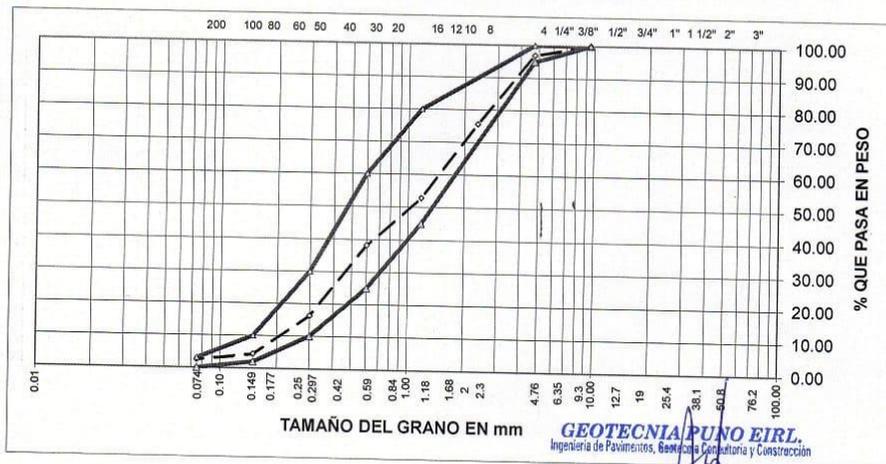
: ALFREDO ALARCON A.

: 27/11/2021

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 851 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000						
3/4"	19.000						Módulo de fineza : 3.159
1/2"	12.500						Peso específico : 2.568 g/cm <sup>3</sup>
3/8"	9.500				100.00	100.00	Peso Unit. Suelto : 1.678 tn/m <sup>3</sup>
1/4"	6.300						Peso Unit. Varillado : 1.739 tn/m <sup>3</sup>
No.04	4.750	26.00	3.06	3.06	96.94	95 - 100	Humedad Natural : 3.360 %
No.08	2.360	182.00	21.39	24.45	75.55		Absorción : 2.670 %
No.16	1.180	194.00	22.80	47.25	52.75	45 - 80	
No.30	0.600	124.00	14.57	61.82	38.18	25 - 60	
No.50	0.300	186.00	21.86	83.68	16.32	10 - 30.	
No.100	0.150	102.00	11.99	95.67	4.33	2 - 10.	
No.200	0.075	16.00	1.88	97.55	2.45	0 - 3	
<No.200		21.00	2.45	100.00			
TOTAL		851.00	100.00	315.9			

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Bases, Cimentación y Construcción

ALARCON ATAHUACI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 8173

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



**PROYECTO :** PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO MODIFICADO CON RESIDUOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO EN ZONAS ALTO ANDINAS, JULIACA - PUNO 2021

**CANTERA :** PIEDRA CHANCADA 3/4"-CABANIL TESISISTA : Vilca Gonzales Marlon Arturo

**MUESTRA :** AGREGADO GRUESO Y FINO **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.

**UBICACIÓN :** JULIACA **FECHA :** 27/11/2021

## ENSAYO DE DURABILIDAD (ASTM C-88)

Nº	HORA INICIO	FECHA INICIO	FECHA FINAL	HORAS DE IN-MERSION	HORA ESCURRIDO	HORA SECADO	CICLOS	SOLUCIONES DE SULFATO DE MAGNESIO	
								DENSIDAD	TEMP. °C
1	2.00 pm	27/11/21	28/11/21	18	8.00 am	10.00 am	0	1.29	29
2	2.00 pm	28/11/21	29/11/21	18	8.00 am	10.00 am	1	1.29	28
3	2.00 pm	29/11/21	30/11/21	18	8.00 am	10.00 am	2	1.30	29
4	2.00 pm	30/11/21	01/12/21	18	8.00 am	10.00 am	3	1.30	28
5	2.00 pm	01/12/21	02/12/21	18	8.00 am	10.00 am	4	1.30	28
6	2.00 pm	02/12/21	03/12/21	18	8.00 am	10.00 am	5	1.29	28

## AGREGADO GRUESO

INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN SOLUCIONES DE SO4. Mg (5 CICLOS)						
PASANTE DE MALLAS	RETENIDO EN MALLAS	ESCALONADO LA MUESTRA ORIGINAL	PESO DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	% DE PERD DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDAS CORREGIDAS	
1 1/2"	1"	37.20	1021.00	7.25	2.70	
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	40.20	826.00	9.21	3.70	
1/2"	3/8"					
3/8"	Nº 4	22.60	796.00	10.24	2.31	
TOTALES:		100.00			8.71	

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA



**PROYECTO :** PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO MODIFICADO CON RESIDUOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO EN ZONAS ALTO ANDINAS, JULIACA - PUNO 2021

**CANTERA :** PIEDRA CHANCADA 3/4"-CABANILLAS

**TESISTA :** Vilca Gonzales Marlon /

**MUESTRA :** AGREGADO GRUESO Y FINO

**ING. RESPN. :** ALFREDO ALARCON A

**UBICACIÓN :** JULIACA

**FECHA :** 27/11/2021

## GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION

(ASTM C-128)

AGREGADO GRUESO				
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	g	1,132.0	1,145.0	1,158.0
B. Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	g	687.0	696	703
C. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm3	445.0	449.0	455.0
D. Peso material seco	g	1,115.0	1,125.0	1,139.0
E. Volúmen de masa	cm3	428.0	429.0	436.0
F. Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm3	2.506	2.506	2.503
G. Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm3	2.544	2.55	2.545
H. Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm3	2.605	2.622	2.612
I. Absorción	%	1.52	1.78	1.67

AGREGADO FINO				
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	g	500.0	500.0	500.0
B. Peso frasco + H <sub>2</sub> O	g	1297.0	1298.0	1301.0
C. Peso frasco + H <sub>2</sub> O + (A)	g	1797.0	1798.0	1801.0
D. Peso material + H <sub>2</sub> O en el frasco	g	1602	1604	1606
E. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm3	195.0	194.0	195.0
F. Peso material seco	g	486.0	487.0	488.0
G. Volúmen de masa	cm3	181.0	181.0	183.0
H. Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm3	2.492	2.51	2.503
I. Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm3	2.564	2.577	2.564
J. Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm3	2.685	2.691	2.667
K. Absorción	%	2.88	2.67	2.46

Observación:

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



**PROYECTO :** PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO MODIFICADO CON RESIDUOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO EN ZONAS ALTO ANDINAS, JULIACA - PUNO 2021  
**CANTERA :** PIEDRA CHANCADA 3/4"-CABANILLAS **TESISTA:** Vilca Gonzales Marlon Arturo  
**MUESTRA :** AGREGADO GRUESO Y FINO **ING. RESP.** ALFREDO ALARCON A.  
**UBICACIÓN :** JULIACA **FECHA** 27/11/2021

## PESOS UNITARIOS

(ASTM C-128)

AGREGADO GRUESO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + molde	g	9,862.0	9,871.0	9,872.0
B. Peso del molde	g	6026.0	6026.0	6026.0
C. Peso del material	g	3836.0	3845.0	3846.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.847	1.851	1.851
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.850		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + molde	g	9,934.0	9,941.0	9,942.0
B. Peso del molde	g	6026.0	6026.0	6026.0
C. Peso del material	g	3908.0	3915.0	3916.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.881	1.885	1.885
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.884		
AGREGADO FINO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + molde	g	9,512.0	9,504.0	9,518.0
B. Peso del molde	g	6026.0	6026.0	6026.0
C. Peso del material	g	3486.0	3478.0	3492.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.678	1.674	1.681
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.678		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + molde	g	9,634.0	9,641.0	9,638.0
B. Peso del molde	g	6026.0	6026.0	6026.0
C. Peso del material	g	3608.0	3615.0	3612.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.737	1.740	1.739
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.739		

**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
 Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ALARCON  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



**PROYECTO** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO MODIFICADO CON RESIDUO DE CAUCHO Y PLÁSTICO EN ZONAS ALTO ANDINAS, JULIACA - PUNO 2021

**CANTERA** : PIEDRA CHANCADA 3/4"-CABANILLAS    **TESISTA** : Vilca Gonzales Marlon Arturc

**MUESTRA** : CONCRETO    **ING. RESP.** : ALFREDO ALARCON A.

**UBICACIÓN** : JULIACA    **FECHA** : 27/11/2021

## DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

### CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO:

#### CEMENTO RUMI TIPO IP

Peso Específico : 2.90 Tn/m<sup>3</sup>  
Peso de Material Suelto : 1.50 Tn/m<sup>3</sup>

### CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS:

	Und.	Arena	Piedra
Peso Unit. Seco Compactado	Kg/m <sup>3</sup>	1.739	1.884
Peso Unitario Seco Suelto	Kg/m <sup>3</sup>	1.678	1.850
Peso Específico de la masa	gr/cc	2.568	2.546
Contenido de Humedad	%	3.36%	2.36%
Porcentaje de Absorción	%	2.670%	1.657%
Módulo de Fineza		3.1593	7.8889
Tamaño Máximo	pulg.	--	1"

### DATOS DE DISEÑO

Clima : Frío  
Slump : 3" a 4"  
Agua /m<sup>3</sup> : 200.00  
Contenido de Aire : 2%  
Relación agua – cemento teóric : 0.684  
Factor de Seguridad : 1.25  
Relación agua – cemento : 0.547

Factor de Cemento : 365.50 Kg/m<sup>3</sup>    8.60 Bls/M<sup>3</sup>

% Agregado Grueso : 60%  
% Agregado Fino : 40%

### 1. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:

Cemento	:	365.50	/	2.90	=	0.1260
Agua	:	200.00	/	1000	=	0.2000
Aire	:	2	/	100	=	0.0200
Agregado Grueso	:	60%	x	0.6540	=	0.3924
Agregado Fino	:	40%	x	0.6540	=	0.2616
						1.0000

**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción  
**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
R.C. 81733

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



## 2. PESO SECO DE LOS MATERIALES POR m3 DE CONCRETO:

Cemento				=	365.5	kg/m3
Agregado Grueso	0.3924	x	2.546	=	999.2	kg/m3
Agregado Fino	0.2616	x	2.57	=	671.9	kg/m3
Agua Diseño				=	200.0	Lts/m3
					<u>2236.6</u>	Kg/m3

## 3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:

Agregado Grueso	1.83-3.14/100	x	999.2	=	7.028	Lts.
Agregado Fino	4.82-4.41/100	x	671.9	=	4.636	Lts.
Agua Efectiva	200.0	+	4.636	=	188.34	Lts.

## 4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR m3 DE CONCRETO:

Cemento				=	365.50	kg/m3
Agregado Grueso	999.2	+	7.028	=	1006.23	kg/m3
Agregado Fino	671.9	+	4.636	=	676.54	kg/m3
Agua				=	188.34	Lts/m3
					<u>2236.60</u>	Kg/m3

## 5. LAS PROPORCIONES EN PESO DE OBRA SERAN:

Cemento	:	365.50	/	365.50	=	1
Agregado Grueso	:	1006.23	/	365.50	=	2.753
Agregado Fino	:	676.54	/	365.50	=	1.851
Agua	:	188.34	/	365.50	=	0.515

## 6. PESO DE MATERIALES POR SACO:

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.50	kg/saco
Agregado Grueso	:	2.753	x	42.5	=	117.00	kg/saco
Agregado Fino	:	1.851	x	42.5	=	78.67	kg/saco
Agua	:	0.515	x	42.5	=	21.89	Lts/saco

## 7. VOLUMEN APARENTE DE LOS MATERIALES:

Cemento	:	365.5	/	1.5000	=	0.2437
Agregado Grueso	:	1,006.2	/	1.8497	=	0.5440
Agregado Fino	:	676.5	/	1.6778	=	0.4032
Agua efectiva	:	188.3	/	1,000	=	0.1883

## 8. LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN OBRA SERAN:

Cemento	:	0.2437	/	0.2437	=	1.00	pie3
Agregado Grueso	:	0.5440	/	0.2437	=	2.23	pie3
Agregado Fino	:	0.4032	/	0.2437	=	1.65	pie3
Agua efectiva	:	188.34	/	8.6000	=	21.89	Lt

Componentes	Cemento	Grava	Arena	Agua
Proporción	1.00	2.23	1.65	21.89

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.  
Ingeniería, Mantenimiento, Consultoría y Construcción  
ALFREDO DARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
R.P. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



## GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO MODIFICADO CON RESIDUOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO EN ZONAS ALTO ANDINAS, JULIACA - PUNO 2021  
MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO  
TESISTA : Vilca Gonzales Marlon Arturo  
FECHA : 06/01/2022

### ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (ASTM C-39)

N°	scripción de la mues	Especificaciones Kg/cm2	FECHA		Edad (días)	AREA CM2	CARGA (KG)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Concreto Patron	210	02/12/2021	09/12/2021	7	176.71	25294	143.13	68.16%
2	Concreto Patron	210	02/12/2021	09/12/2021	7	176.71	26358	149.16	71.03%
3	Concreto Patron	210	02/12/2021	09/12/2021	7	176.71	25915	146.65	69.83%
4	Concreto Patron	210	02/12/2021	16/12/2021	14	176.71	31960	180.86	86.12%
5	Concreto Patron	210	02/12/2021	16/12/2021	14	176.71	31852	180.25	85.83%
6	Concreto Patron	210	02/12/2021	16/12/2021	14	176.71	32155	181.96	86.65%
7	Concreto Patron	210	02/12/2021	30/12/2021	28	176.71	38742	219.23	104.40%
8	Concreto Patron	210	02/12/2021	30/12/2021	28	176.71	37273	210.92	100.44%
9	Concreto Patron	210	02/12/2021	30/12/2021	28	176.71	37885	214.39	102.09%

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. GIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



## GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO MODIFICADO CON RESIDUOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO EN ZONAS ALTO ANDINAS, JULIACA - PUNO 2021  
MUESTRA TESTIGOS DE CONCRETO  
TESISTA Vilca Gonzales Marlon Arturo  
FECHA 06/01/2022

### ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (ASTM C-39)

N°	Descripción de la muestra	Especificaciones Kg/cm2	FECHA		Edad (días)	AREA CM2	CARGA (KG)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Concreto con 5% de caucho y plastico	210	03/12/2021	10/12/2021	7	176.71	21450	121.38	57.80%
2	Concreto con 5% de caucho y plastico	210	03/12/2021	10/12/2021	7	176.71	23258	131.61	62.67%
3	Concreto con 5% de caucho y plastico	210	03/12/2021	10/12/2021	7	176.71	24095	136.35	64.93%
4	Concreto con 5% de caucho y plastico	210	03/12/2021	17/12/2021	14	176.71	26512	150.03	71.44%
5	Concreto con 5% de caucho y plastico	210	03/12/2021	17/12/2021	14	176.71	27550	155.90	74.24%
6	Concreto con 5% de caucho y plastico	210	03/12/2021	17/12/2021	14	176.71	28552	161.57	76.94%
7	Concreto con 5% de caucho y plastico	210	03/12/2021	31/12/2021	28	176.71	33345	188.69	89.85%
8	Concreto con 5% de caucho y plastico	210	03/12/2021	31/12/2021	28	176.71	34523	195.36	93.03%
9	Concreto con 5% de caucho y plastico	210	03/12/2021	31/12/2021	28	176.71	33082	187.21	89.15%

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.  
Ingeniería de Pavimentos, Rellenos, Cimentación y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 51732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO MODIFICADO CON RESIDUOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO EN ZONAS ALTO ANDINAS, JULIACA - PUNO 2021

MUESTRA TESTIGOS DE CONCRETO

TESISTA Vilca Gonzales Marion Arturo

FECHA 06/01/2022

## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (ASTM C-39)

N°	Descripción de la muestra	Especificaciones	FECHA		Edad (días)	AREA CM2	CARGA (KG)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Concreto con 10% de caucho y plastico	210	04/12/2021	11/12/2021	7	176.71	18956	107.27	51.08%
2	Concreto con 10% de caucho y plastico	210	04/12/2021	11/12/2021	7	176.71	18725	105.96	50.46%
3	Concreto con 10% de caucho y plastico	210	04/12/2021	11/12/2021	7	176.71	17936	101.50	48.33%
4	Concreto con 10% de caucho y plastico	210	04/12/2021	18/12/2021	14	176.71	25152	142.33	67.78%
5	Concreto con 10% de caucho y plastico	210	04/12/2021	18/12/2021	14	176.71	23407	132.46	63.07%
6	Concreto con 10% de caucho y plastico	210	04/12/2021	18/12/2021	14	176.71	24359	137.84	65.64%
7	Concreto con 10% de caucho y plastico	210	04/12/2021	01/01/2022	28	176.71	28517	161.37	76.84%
8	Concreto con 10% de caucho y plastico	210	04/12/2021	01/01/2022	28	176.71	27345	154.74	73.69%
9	Concreto con 10% de caucho y plastico	210	04/12/2021	01/01/2022	28	176.71	28351	160.43	76.40%

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



## GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO MODIFICADO CON RESIDUOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO EN ZONAS ALTO ANDINAS, JULIACA - PUNO 2021

MUESTRA TESTIGOS DE CONCRETO

TESISTA Vilca Gonzales Marlon Arturo

FECHA 06/01/2022

### ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (ASTM C-39)

N°	Descripción de la muestra	Especificaciones Kg/cm2	FECHA		Edad (días)	AREA CM2	CARGA (KG)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Concreto con 15% de caucho y plastico	210	09/12/2021	16/12/2021	7	176.71	15219	86.12	41.01%
2	Concreto con 15% de caucho y plastico	210	09/12/2021	16/12/2021	7	176.71	14682	83.08	39.56%
3	Concreto con 15% de caucho y plastico	210	09/12/2021	16/12/2021	7	176.71	14351	81.21	38.67%
4	Concreto con 15% de caucho y plastico	210	09/12/2021	23/12/2021	14	176.71	19216	108.74	51.78%
5	Concreto con 15% de caucho y plastico	210	09/12/2021	23/12/2021	14	176.71	18129	102.59	48.85%
6	Concreto con 15% de caucho y plastico	210	09/12/2021	23/12/2021	14	176.71	18820	106.50	50.71%
7	Concreto con 15% de caucho y plastico	210	09/12/2021	06/01/2022	28	176.71	22486	127.24	60.59%
8	Concreto con 15% de caucho y plastico	210	09/12/2021	06/01/2022	28	176.71	22381	126.65	60.31%
9	Concreto con 15% de caucho y plastico	210	09/12/2021	06/01/2022	28	176.71	22820	129.13	61.49%

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



## GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



**PROYECTO** PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO MODIFICADO CON RESIDUOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO EN ZONAS ALTO ANDINAS, JULIACA - PUNO 2021  
**MUESTRA** TESTIGOS DE CONCRETO  
**TESISTA** Vilca Gonzales Marlon Arturo  
**FECHA** 06/01/2022

### RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO (ASTM C-78)

N°	Descripción de la muestra	Especificaciones Kg/cm2	FECHA		Edad (días)	Ancho promedio mm	Altura promedio mm	Longitud del tramo mm	CARGA maxima (N)	MR MPA
			MOLDEO	ROTURA						
1	Concreto Patron	210	02/12/2021	09/12/2021	7	155	154	450	22571	2.76
2	Concreto Patron	210	02/12/2021	09/12/2021	7	152	155	450	20967	2.58
3	Concreto Patron	210	02/12/2021	09/12/2021	7	153	158	450	23614	2.78
4	Concreto Patron	210	02/12/2021	16/12/2021	14	153	159	450	29563	3.44
5	Concreto Patron	210	02/12/2021	16/12/2021	14	155	158	450	28456	3.31
6	Concreto Patron	210	02/12/2021	16/12/2021	14	154	156	450	28795	3.46
7	Concreto Patron	210	02/12/2021	30/12/2021	28	156	155	450	30519	3.66
8	Concreto Patron	210	02/12/2021	30/12/2021	28	154	158	450	31254	3.66
9	Concreto Patron	210	02/12/2021	30/12/2021	28	153	159	450	31524	3.67

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



## GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO MODIFICADO CON RESIDUOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO EN ZONAS ALTO ANDINAS, JULIACA - PUNO 2021

MUESTRA TESTIGOS DE CONCRETO

TESISTA Vilca Gonzales Marlon Arturo

FECHA 06/01/2022

### RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO (ASTM C-78)

N°	Descripcion de la muestra	Especificaciones	FECHA		Edad (días)	Ancho promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Longitud del tramo (mm)	CARGA maxima (N)	MR (MPa)
			MOLDEO	ROTURA						
1	Concreto con 5% de caucho y plastico	210	03/12/2021	10/12/2021	7	151	155	450	22602	2.80
2	Concreto con 5% de caucho y plastico	210	03/12/2021	10/12/2021	7	153	152	450	21896	2.79
3	Concreto con 5% de caucho y plastico	210	03/12/2021	10/12/2021	7	154	158	450	23642	2.77
4	Concreto con 5% de caucho y plastico	210	03/12/2021	17/12/2021	14	158	155	450	28719	3.40
5	Concreto con 5% de caucho y plastico	210	03/12/2021	17/12/2021	14	156	159	450	29786	3.40
6	Concreto con 5% de caucho y plastico	210	03/12/2021	17/12/2021	14	159	156	450	29348	3.41
7	Concreto con 5% de caucho y plastico	210	03/12/2021	31/12/2021	28	161	158	450	33345	3.73
8	Concreto con 5% de caucho y plastico	210	03/12/2021	31/12/2021	28	155	159	450	34157	3.92
9	Concreto con 5% de caucho y plastico	210	03/12/2021	31/12/2021	28	158	157	450	33485	3.87

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO AVARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



## GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO MODIFICADO CON RESIDUOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO EN ZONAS ALTO ANDINAS, JULIACA - PUNO 2021  
MUESTRA TESTIGOS DE CONCRETO  
TESISTA Wilca Gonzales Marlon Arturo  
FECHA 06/01/2022

### RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO (ASTM C-78)

N°	Descripcion de la muestra	Especificaciones	FECHA		Edad (días)	Ancho promedio mm	Altura promedio mm	Longitud del tramo mm	CARGA maxima (N)	MR
			MOLDEO	ROTURA						
1	Concreto con 10% de caucho y plastico	210	04/12/2021	11/12/2021	7	153	161	450	25539	2.90
2	Concreto con 10% de caucho y plastico	210	04/12/2021	11/12/2021	7	152	160	450	28784	3.10
3	Concreto con 10% de caucho y plastico	210	04/12/2021	11/12/2021	7	157	158	450	24863	2.85
4	Concreto con 10% de caucho y plastico	210	04/12/2021	18/12/2021	14	156	159	450	32789	3.74
5	Concreto con 10% de caucho y plastico	210	04/12/2021	18/12/2021	14	159	157	450	32594	3.74
6	Concreto con 10% de caucho y plastico	210	04/12/2021	18/12/2021	14	154	160	450	31986	3.65
7	Concreto con 10% de caucho y plastico	210	04/12/2021	01/01/2022	28	161	161	450	34725	3.74
8	Concreto con 10% de caucho y plastico	210	04/12/2021	01/01/2022	28	158	161	450	34961	3.84
9	Concreto con 10% de caucho y plastico	210	04/12/2021	01/01/2022	28	159	159	450	35864	4.01

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



## GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO MODIFICADO CON RESIDUOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO EN ZONAS ALTO ANDINAS, JULIACA - PUNO 2021

MUESTRA TESTIGOS DE CONCRETO

TESISTA Vilca Gonzales Marlon Arturo

FECHA 06/01/2022

### RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO (ASTM C-78)

N°	Descripción de la muestra	Especificaciones	FECHA		Edad (días)	Ancho promedio mm	Altura promedio mm	Longitud del tramo mm	CARGA maxima (N)	MR MPA
			MOLDEO	ROTURA						
1	Concreto con 15% de caucho y plastico	210	09/12/2021	16/12/2021	7	152	162	450	22158	2.50
2	Concreto con 15% de caucho y plastico	210	09/12/2021	16/12/2021	7	153	159	450	21479	2.50
3	Concreto con 15% de caucho y plastico	210	09/12/2021	16/12/2021	7	157	158	450	22567	2.59
4	Concreto con 15% de caucho y plastico	210	09/12/2021	23/12/2021	14	158	162	450	25971	2.82
5	Concreto con 15% de caucho y plastico	210	09/12/2021	23/12/2021	14	156	156	450	24897	2.95
6	Concreto con 15% de caucho y plastico	210	09/12/2021	23/12/2021	14	155	159	450	25279	2.90
7	Concreto con 15% de caucho y plastico	210	09/12/2021	06/01/2022	28	155	158	450	29347	3.41
8	Concreto con 15% de caucho y plastico	210	09/12/2021	06/01/2022	28	158	162	450	30248	3.28
9	Concreto con 15% de caucho y plastico	210	09/12/2021	06/01/2022	28	159	158	450	29526	3.35

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Bateo, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

## ANEXO 4. Registro fotográfico



**Fotografía 1.** Análisis de granulométrico del agregado fino



**Fotografía 2.** Ensayo: Abrasión los Ángeles al desgaste de los agregados



**Fotografía 3.** Cauco triturado pasante del tamiz N.º 4 y retenido por el N.º 10



**Fotografía 4.** Plástico Cortado tamaño aproximado 4mm x 25mm



**Fotografía 5.** Ensayo: Peso unitario suelto del agregado fino



**Fotografía 6.** Ensayo: Asentamiento del concreto (SLUMP)



**Fotografía 7.** Testigos de concreto modificado con 5% después de ensayo de resistencia a la compresión



**Fotografía 8.** Vigas de concreto modificado con después de ensayo de resistencia a la flexión

## ANEXO 5. Resultados de Turnitin

### DPI-MVILCA-2023-UC

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

**20%**

INDICE DE SIMILITUD

**20%**

FUENTES DE INTERNET

**3%**

PUBLICACIONES

**12%**

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

1	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	7%
2	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	3%
3	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	1%
4	<b>repositorio.continental.edu.pe</b> Fuente de Internet	1%
5	<b>Submitted to Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC</b> Trabajo del estudiante	1%
6	<b>repositorio.upla.edu.pe</b> Fuente de Internet	1%
7	<b>Submitted to Universidad Continental</b> Trabajo del estudiante	<1%
8	<b>repositorio.usanpedro.edu.pe</b> Fuente de Internet	<1%
9	<b>repositorio.undac.edu.pe</b> Fuente de Internet	