

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

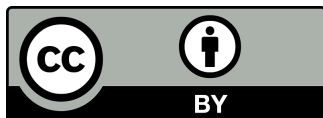
**Influencia de las fibras de acero reciclado de
neumáticos en las propiedades del concreto
encauchado en la ciudad de Juliaca, 2024**

Dimas Macedo Cahuana
Joselizardo Fernando Quiza Apaza

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2025

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Jorge Aurelio Ticlla Rivera
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 5 de Mayo de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Influencia de las fibras de acero reciclado de neumáticos en las propiedades del concreto encauchado en la ciudad de Juliaca, 2024

Autores:

1. DIMAS MACEDO CAHUANA – EAP. Ingeniería Civil
2. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA – EAP. 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 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: 15 | SI ☒ | NO ☐ |
| • Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante | SI ☐ | NO ☒ |

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

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

AGRADECIMIENTOS

La elaboración de esta tesis no habría sido factible sin el respaldo y la contribución de múltiples personas. Por ello, expresamos un agradecimiento a todos aquellos que contribuyeron, de manera directa o indirecta, con el desarrollo de este trabajo de investigación.

En primer lugar, queremos agradecer a nuestro Señor Creador, por otorgarnos la gracia de la vida.

A nuestro asesor, el Magíster Ingeniero Jorge Aurelio Ticlla Rivera, ya que supo guiarnos de la mejor manera con su amplio repertorio de conocimientos, experiencias, sus sugerencias constructivas y su apoyo constante durante todo el proceso. Estas fueron fundamentales para la culminación exitosa de nuestra investigación.

De igual modo, queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a nuestros familiares y amigos por su incondicional comprensión y paciencia. Su apoyo y confianza fueron fundamentales para cada uno de nosotros.

Por último, nuestro más cordial reconocimiento y agradecimiento a todos los que contribuyeron en la elaboración de esta investigación, a todos ellos, expresamos nuestro más cordial agradecimiento.

DEDICATORIA

Dedicamos este proyecto a Dios,
por la gracia de concedernos la vida.

A nuestros padres,
por su apoyo constante y por enseñarnos el valor del esfuerzo y la perseverancia, ya que sus palabras de aliento y motivación han sido la base sobre la cual hemos construido nuestros sueños y logros. Este trabajo es un reflejo de todo lo que nos han brindado y les dedicamos este logro con profundo agradecimiento y cariño.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	IV
DEDICATORIA.....	V
ÍNDICE	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
RESUMEN	XIX
ABSTRACT	XX
INTRODUCCIÓN	XXI
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1 Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2.2. Formulación del problema.	4
1.1.2.1. Problema general	4
1.1.2.2 Problemas específicos.	4
1.2 Objetivos	4
1.2.1 Objetivo general.	4
1.2.2. Objetivos específicos.	5
1.3 Justificación.....	5
1.3.1 Justificación ambiental.	5
1.3.2 Justificación social.	5
1.3.3 Justificación teórica.....	5
1.4 Delimitación del proyecto	6
1.4.1 Delimitación espacial.....	6
1.4.2 Delimitación temporal.	6
1.5 Hipótesis y variables	6
1.5.1. Hipótesis general.	6
1.5.2 Hipótesis específicas.....	6

1.5.3	Variable independiente.....	6
1.5.4	Variable dependiente.	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....		8
2.1	Antecedentes de la investigación	8
2.1.1	Internacional.....	8
2.1.1	Nacional.....	11
2.2	Bases teóricas	14
2.2.1	Concreto.....	14
2.2.2	Componentes del concreto.	14
2.2.2.1	Cemento Portland.....	14
2.2.2.2	Agregados.....	15
2.2.2.1.1	Agregado fino.....	16
2.2.2.1.2	Agregado grueso.	17
2.2.2.3	Agua para concreto.	17
2.2.3	Propiedades del concreto.....	18
2.2.3.1	Propiedades del concreto en estado fresco.	18
2.2.3.1.1	Trabajabilidad.....	18
2.2.3.1.2	Segregación.	19
2.2.3.1.3	Exudación.	20
2.2.3.1.4	Fraguado.....	20
2.2.3.2	Propiedades del concreto en estado endurecido.....	21
2.2.3.2.1	Resistencia.	21
2.2.3.2.2	Resistencia a compresión.....	21
2.2.3.2.3	Resistencia a tracción.	22
2.2.3.2.4	Resistencia a flexión.....	23
2.2.3.2.5	Impermeabilidad.	23
2.2.3.2.6	Durabilidad.	23
2.2.4	Caucho.	23
2.2.4.1	Caucho natural.....	24

2.2.4.2 Caucho sintético.	24
2.2.4.3 Caucho reciclado.	25
2.2.4.3 Métodos de trituración.	25
2.2.4.3.1 Trituración criogénica.	25
2.2.4.3.2 Trituración mecánica a temperatura.	26
2.2.5 Fibras.	27
2.2.5.1 Tipos de fibras.	27
2.2.5.2 Fibras de acero recicladas.	28
2.2.5.3 Obtención de las fibras de acero reciclado.	28
2.2.5.4 Concreto reforzado con fibra de acero.	28
2.3 Definición de términos básicos	29
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	32
3.1 Método, tipo o alcance de la investigación	32
3.1.1 Enfoque de la investigación.	32
3.1.2 Tipo de investigación.	32
3.1.3 Nivel o alcance de investigación.	33
3.2 Diseño de la investigación.	33
3.3 Población y muestra.	37
3.3.1 Población.	37
3.3.2 Muestra.	37
3.3.2.1 Muestreo no probabilístico.	37
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	41
3.4.1. Técnicas e instrumentos de investigación.	41
3.4.1.1. Técnicas de investigación.	41
3.4.1.2. Instrumentos de investigación.	41
3.4.2. Validez de instrumentos de investigación.	46
3.4.2.1. Presentación de expertos.	46
3.4.2.2. Resumen de las evaluaciones de los ítems de los instrumentos a medir.	49
3.4.3. Procedimiento de recolección de datos.	53

3.4.3.1. Ubicación y zona de estudio.....	57
3.4.3.2 Trabajos de exploración.....	57
3.4.3.3 Recorrido para toma de datos.....	58
3.4.3.4 Selección y obtención de materiales.....	58
3.4.3.5 Ensayos realizados a los materiales.....	62
3.4.3.6 Diseño de mezclas.....	77
3.4.3.7 Ensayos de concreto en estado fresco.....	84
3.4.3.6 Ensayos de concreto en estado endurecido.....	91
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	99
4.1 Presentación de resultados.....	99
4.1.1. Resultados del asentamiento del concreto encauchado con adición de (0%, 0.5%, 1% y 1.5%) de FAR.....	99
4.1.2. Resultados de la permeabilidad del concreto encauchado con adición de (0%, 0.5%, 1% y 1.5%) de FAR.....	100
4.1.3. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto encauchado con adición de (0%, 0.5%, 1% y 1.5%) de FAR.....	101
4.1.4. Resultados de la resistencia a la tracción del concreto encauchado con adición de (0 %, 0.5 %, 1 % y 1.5 %) de FAR.....	103
4.1.5. Resultados de la resistencia a la flexión del concreto encauchado con adición de (0%, 0.5%, 1% y 1.5%) de FAR.....	104
4.2 Prueba de hipótesis.....	105
4.2.1 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.....	105
4.2.1.1 Test de normalidad para los datos provenientes del ensayo de asentamiento del concreto.....	106
4.2.1.2 Test de normalidad para los datos provenientes del ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión.....	107
4.2.1.3 Test de normalidad para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la compresión del concreto.....	109
4.2.1.4 Test de normalidad para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la tracción del concreto.....	112

4.2.1.5 Test de normalidad para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la flexión del concreto.	116
4.2.2 Prueba ANOVA.....	119
4.2.2.1 Contraste de hipótesis 1.....	119
4.2.2.2 Contraste de hipótesis 2.....	121
4.2.2.3 Contraste de hipótesis 3.....	124
4.2.2.4 Contraste de hipótesis 4.....	130
4.2.2.5 Contraste de hipótesis 5.....	135
4.3 Discusión de resultados	141
4.3.1 Discusión de resultados de la consistencia del concreto encauchado con adición de fibras de acero reciclado	141
4.3.2 Discusión de resultados de la permeabilidad del concreto encauchado con adición de fibras de acero reciclado	142
4.3.3 Discusión de resultados de la resistencia a la compresión del concreto encauchado con adición de fibras de acero reciclado	143
4.3.4 Discusión de resultados de la resistencia a la tracción del concreto encauchado con adición de fibras de acero reciclado	143
4.3.5 Discusión de resultados de la resistencia a la flexión del concreto encauchado con adición de fibras de acero reciclado	144
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	145
5.1 Conclusiones	145
5.2 Recomendaciones.....	147
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	149
ANEXOS.....	154

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	7
Tabla 2. Clasificación de los agregados según la forma de las partículas.....	16
Tabla 3. Niveles tolerables de algunas impurezas en el agua de mezcla	18
Tabla 4. Grupo de estudio de la consistencia del concreto encauchado.....	33
Tabla 5. Grupo de estudio de la permeabilidad del concreto encauchado.	34
Tabla 6. Grupo de estudio de la resistencia a la compresión del concreto encauchado.	34
Tabla 7. Grupo de estudio de la resistencia a la tracción del concreto encauchado.....	34
Tabla 8. Grupo de estudio de la resistencia a la flexión del concreto encauchado.	34
Tabla 9. Cantidad de muestras para los indicadores mecánicos concreto encauchado patrón.	38
Tabla 10. Cantidad de muestras para los indicadores mecánicos concreto encauchado con los porcentajes de adición de FAR.	38
Tabla 11. Cantidad de muestras para el indicador de permeabilidad.....	39
Tabla 12. Cantidad total de muestras	40
Tabla 13. Presentación de Expertos	46
Tabla 14. Calificación de la V de Aiken	49
Tabla 15. Resumen de la evaluación de los contenidos de los ítems del instrumento para la medición de la consistencia	50
Tabla 16. Resumen de la evaluación de los contenidos de los ítems del instrumento para la medición de la Permeabilidad.....	50
Tabla 17. Resumen de la evaluación de los contenidos de los ítems del instrumento para la medición de la resistencia a la Compresión del Concreto.....	51
Tabla 18. Resumen de la evaluación de los contenidos de los ítems del instrumento para la medición de la resistencia a la Tracción del Concreto.....	51
Tabla 19. Resumen de la evaluación de los contenidos de los ítems del instrumento para la medición de la resistencia a la Flexión del Concreto.....	52
Tabla 20. Caracterización de las fibras de acero reciclados.....	60
Tabla 21. Ensayos realizados a los materiales	62
Tabla 22. Análisis granulométrico del agregado fino	64
Tabla 23. Análisis granulométrico del agregado grueso	65
Tabla 24. Análisis granulométrico del caucho	66
Tabla 25. Análisis granulométrico del agregado fino + caucho.....	66
Tabla 26. Datos del molde empleado en el ensayo del peso unitario del agregado fino.....	68
Tabla 27. Peso unitario del agregado fino (suelto)	68

Tabla 28. Peso unitario del agregado fino (compactado).....	68
Tabla 29. Datos del molde empleado en el ensayo del peso unitario del agregado grueso.....	69
Tabla 30. Peso unitario del agregado grueso (suelto)	69
Tabla 31. Peso unitario del agregado grueso (compactado).....	69
Tabla 32. Datos del molde empleado en el ensayo del peso unitario del caucho	70
Tabla 33. Peso unitario del caucho (suelto)	70
Tabla 34. Peso unitario del caucho (compactado)	70
Tabla 35. Datos del molde empleado en el ensayo del peso unitario del agregado fino + caucho	71
Tabla 36. Peso unitario del agregado fino + caucho (suelto).....	71
Tabla 37. Peso unitario del agregado fino + caucho (compactado)	71
Tabla 38. Contenido de humedad del agregado fino.....	72
Tabla 39. Contenido de humedad del agregado grueso	73
Tabla 40. Contenido de humedad del caucho	74
Tabla 41. Contenido de humedad del agregado fino + caucho	74
Tabla 42. Peso específico y absorción del agregado fino	75
Tabla 43. Peso específico y absorción del caucho	75
Tabla 44. Peso específico y absorción del agregado fino + caucho	76
Tabla 45. Peso específico y absorción del agregado grueso	77
Tabla 46. Resumen de las características de los agregados	77
Tabla 47. Esfuerzo promedio requerido.....	77
Tabla 48. Selección del asentamiento	78
Tabla 49. Selección del agua para el diseño	78
Tabla 50. Selección de la relación a/c	79
Tabla 51. Selección del aire atrapado en la mezcla	80
Tabla 52. Selección del volumen del agregado grueso	80
Tabla 53. Dosificación de materiales para el concreto estándar $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$	83
Tabla 54. Dosificación de materiales para el concreto encauchado (patrón).....	83
Tabla 55. Dosificación de materiales para el concreto encauchado + 0.5% de FAR.....	83
Tabla 56. Dosificación de materiales para el concreto encauchado + 1.0% de FAR.....	83
Tabla 57. Dosificación de materiales para el concreto encauchado + 1.5% de FAR.....	84
Tabla 58. Resumen de los ensayos al concreto en estado fresco	84
Tabla 59. Datos del ensayo de consistencia del concreto	86
Tabla 60. Peso unitario de los diferentes tipos de concreto elaborados	87
Tabla 61. Temperatura de los diferentes tipos de concreto elaborados	88
Tabla 62. Contenido de aire de los distintos tipos de concreto elaborados.....	89
Tabla 63. Resumen de los ensayos realizados al concreto en estado fresco	91

Tabla 64. Datos de la resistencia a la compresión del concreto a distintas edades	93
Tabla 65. Datos de la resistencia a la tracción del concreto a distintas edades.....	94
Tabla 66. Datos de la resistencia a la flexión del concreto a distintas edades	96
Tabla 67. Datos de la profundidad de penetración de agua bajo presión del concreto	98
Tabla 68. Correlación entre el coeficiente de permeabilidad y la profundidad de penetración.	98
Tabla 69. Resultados del asentamiento del concreto encauchado con adición de (0%, 0.5%, 1% y 1.5%) de FAR.	99
Tabla 70. Resultados de la permeabilidad del concreto encauchado con adición de (0%, 0.5%, 1% y 1.5%) de FAR.	100
Tabla 71. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto encauchado con adición de (0%, 0.5%, 1% y 1.5%) de FAR.	101
Tabla 72. Resultados de la resistencia a la tracción del concreto encauchado con adición de (0%, 0.5%, 1% y 1.5%) de FAR.	103
Tabla 73. Resultados de la resistencia a la flexión del concreto encauchado con adición de (0%, 0.5%, 1% y 1.5%) de FAR.....	104
Tabla 74. Test de normalidad de Shapiro-Wilk para los datos provenientes del ensayo de asentamiento del concreto.....	106
Tabla 75. Test de normalidad de Shapiro-Wilk para los datos provenientes del ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión del concreto	108
Tabla 76. Test de normalidad de Shapiro-Wilk para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días del concreto	109
Tabla 77. Test de normalidad de Shapiro-Wilk para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días del concreto	110
Tabla 78. Test de normalidad de Shapiro-Wilk para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días del concreto	111
Tabla 79. Test de normalidad de Shapiro-Wilk para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la tracción a los 7 días del concreto.....	113
Tabla 80. Test de normalidad de Shapiro-Wilk para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la tracción a los 14 días del concreto.....	114
Tabla 81. Test de normalidad de Shapiro-Wilk para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la tracción a los 28 días del concreto.....	115
Tabla 82. Test de normalidad de Shapiro-Wilk para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la flexión a los 7 días del concreto	116
Tabla 83. Test de normalidad de Shapiro-Wilk para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la flexión a los 14 días del concreto	117

Tabla 84. Test de normalidad de Shapiro-Wilk para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la flexión a los 28 días del concreto	118
Tabla 85. Test de la prueba de ANOVA para el ensayo de asentamiento	120
Tabla 86. Resumen de test ANOVA en asentamiento	120
Tabla 87. Test de TUKEY para el ensayo de asentamiento.....	121
Tabla 88. Test de la prueba de ANOVA para el ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión del concreto	122
Tabla 89. Resumen de test ANOVA del ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión del concreto	123
Tabla 90. Test de TUKEY para el ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión del concreto.....	124
Tabla 91. Test de la prueba de ANOVA para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 7 días.....	125
Tabla 92. Resumen del test ANOVA para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 7 días.....	125
Tabla 93. Test de TUKEY para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 7 días.....	126
Tabla 94. Test de la prueba de ANOVA para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 14 días.....	126
Tabla 95. Resumen del test ANOVA para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 14 días.....	127
Tabla 96. Test de TUKEY para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 14 días.....	128
Tabla 97. Test de la prueba de ANOVA para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días.....	128
Tabla 98. Resumen del test ANOVA para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días.....	129
Tabla 99. Test de TUKEY para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días.....	129
Tabla 100. Test de la prueba de ANOVA para el ensayo de resistencia a la tracción del concreto a los 7 días.....	130
Tabla 101. Resumen del test ANOVA para el ensayo de resistencia a la tracción del concreto a los 7 días.....	131
Tabla 102. Test de TUKEY para el ensayo de resistencia a la tracción del concreto a los 7 días.....	132
Tabla 103. Test de la prueba de ANOVA para el ensayo de resistencia a la tracción del concreto a los 14 días.....	132

Tabla 104. Resumen del test ANOVA para el ensayo de resistencia a la tracción del concreto a los 14 días.....	133
Tabla 105. Test de TUKEY para el ensayo de resistencia a la tracción del concreto a los 14 días.....	133
Tabla 106. Test de la prueba de ANOVA para el ensayo de resistencia a la tracción del concreto a los 28 días.....	134
Tabla 107. Resumen del test ANOVA para el ensayo de resistencia a la tracción del concreto a los 28 días.....	134
Tabla 108. Test de TUKEY para el ensayo de resistencia a la tracción del concreto a los 28 días.....	135
Tabla 109. Test de la prueba de ANOVA para el ensayo de resistencia a la flexión del concreto a los 7 días.....	136
Tabla 110. Resumen del test ANOVA para el ensayo de resistencia a la flexión del concreto a los 7 días.	137
Tabla 111. Test de TUKEY para el ensayo de resistencia a la flexión del concreto a los 7 días.	137
Tabla 112. Test de la prueba de ANOVA para el ensayo de resistencia a la flexión del concreto a los 14 días.....	138
Tabla 113. Resumen del test ANOVA para el ensayo de resistencia a la flexión del concreto a los 14 días.	138
Tabla 114. Test de TUKEY para el ensayo de resistencia a la flexión del concreto a los 14 días.	139
Tabla 115. Test de la prueba de ANOVA para el ensayo de resistencia a la flexión del concreto a los 28 días.....	139
Tabla 116. Resumen del test ANOVA para el ensayo de resistencia a la flexión del concreto a los 28 días.	140
Tabla 117. Test de TUKEY para el ensayo de resistencia a la flexión del concreto a los 28 días.	141
Tabla 118. Resumen de costos de concreto por m3	147

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Neumáticos desechados.....	1
Figura 2. Proceso de reciclaje de neumáticos desechados.....	2
Figura 3. Importaciones de neumáticos en el Perú	2
Figura 4. Crecimiento del parque automotor en la región de puno.....	3
Figura 5. Proceso de fabricación del cemento portland.....	15
Figura 6. Agregado fino.....	16
Figura 7. Agregado grueso.....	17
Figura 8. Ensayo de consistencia del concreto.	19
Figura 9. Segregación del concreto.....	19
Figura 10. Exudación del concreto	20
Figura 11. Equipo digital para medir el tiempo de fraguado del concreto.....	21
Figura 12. Equipo para el ensayo de compresión del concreto.....	22
Figura 13. Ensayo de resistencia a la tracción del concreto.....	22
Figura 14. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto	23
Figura 15. Extracción del caucho natural	24
Figura 16. Caucho sintético	24
Figura 17. Caucho granulado en distintos tamaños	25
Figura 18. Proceso de la Trituración criogénica de los neumáticos.....	26
Figura 19. Proceso de la Trituración mecánica de los neumáticos	27
Figura 20. Fibras de acero recicladas.....	28
Figura 21. Concreto con fibras de acero.	29
Figura 22. Ficha de recolección de datos para la Consistencia del Concreto.	42
Figura 23. Ficha de toma de datos para la Permeabilidad del Concreto.	42
Figura 24. Ficha de toma de datos para la Resistencia a Compresión del Concreto.....	43
Figura 25. Ficha de toma de datos para la Resistencia a Tracción del Concreto.	44
Figura 26. Ficha de toma de datos para la Resistencia a Flexión del Concreto.....	45
Figura 27. Esquema general del proyecto.....	53
Figura 28. Diagrama de flujo de la caracterización físico-mecánico del Concreto Encauchado (Patrón) $F'c = 210Kg/cm^2$	54
Figura 29. Diagrama de flujo de la caracterización físico – mecánica del concreto encauchado adicionando FAR.	55
Figura 30. Diagrama de flujo de la caracterización de los insumos.	56
Figura 31. Ubicación y zona de estudio del proyecto	57
Figura 32. Llantas botadas fuera de uso (NFU) en zonas menos concurridas en la ciudad de Juliaca.	57
Figura 33. Ubicación de la planta chancadora (JESERVI SAC).	58

Figura 34. Chancadora de Piedra de 1/2" en (JESERVI SAC).	58
Figura 35. Obtención de Arena Gruesa de la Planta Chancadora (JESERVI SAC)	59
Figura 36. Caucho molido.	59
Figura 37. Diagrama de flujo del acondicionamiento de las fibras de acero reciclados de los neumáticos en desuso.	60
Figura 38. Proceso de obtención de Fibras de Acero recicladas de neumáticos fuera de uso.	61
Figura 39. Fibra de Acero reciclado extraído de (NFU).	61
Figura 40. Proceso de tratamiento de las Fibras de Acero, con removedor de oxido.	61
Figura 41. Análisis granulométrico, agregado fino y grueso.	63
Figura 42. Proceso de tamizaje de los agregados.	63
Figura 43. Curva granulométrica del agregado fino.	64
Figura 44. Análisis granulométrico	64
Figura 45. Curva granulométrica del agregado grueso.	65
Figura 46. Análisis granulométrico del caucho	65
Figura 47. Curva granulométrica del caucho.	66
Figura 48. Curva granulométrica del agregado fino + caucho.	67
Figura 49. Peso Unitario suelto y compacto del agregado fino.	68
Figura 50. Peso Unitario suelto y compacto del Caucho.	69
Figura 51. Procedimiento del análisis suelto y compacto del Caucho.	70
Figura 52. Contenido de humedad del agregado fino.	72
Figura 53. Contenido de humedad del agregado grueso.	73
Figura 54. Contenido de humedad del Caucho.	73
Figura 55. Peso específico y absorción del Caucho.	75
Figura 56. Peso específico y absorción del agregado grueso.	76
Figura 57. Dosificación de los insumos del concreto	85
Figura 58. Medida del asentamiento del Concreto.	85
Figura 59. Temperatura del concreto encauchado (Patrón)	87
Figura 60. Contenido de aire del concreto.	88
Figura 61. Medición del contenido de aire del concreto.	89
Figura 62. Moldeo de los testigos del concreto encauchado (Patrón).	90
Figura 63. Moldeo de los testigos del concreto encauchado + 1.0% de FAR.	90
Figura 64. Moldeo de los testigos del concreto estándar.	91
Figura 65. Rotura de los testigos de concreto, para la resistencia a Compresión.	92
Figura 66. Tipos de fracturas	92
Figura 67. Rotura de los testigos de concreto, para la resistencia a la Tracción.	94
Figura 68. Concreto de sección tipo viga, para el ensayo de resistencia a la Flexión del concreto encauchado (Patrón) + 0.5% de FAR.	95

Figura 69. Rotura de concreto de sección tipo Viga, para determinar la Resistencia a flexión del concreto.....	95
Figura 70. Secado de los testigos de concreto, designados para el ensayo de permeabilidad.	96
Figura 71. Aplicación de agua a presión a los testigos de concreto designados para el ensayo de permeabilidad por 72 hrs.....	97
Figura 72. Diagrama de barras de los resultados del asentamiento.	100
Figura 73. Diagrama lineal de los resultados de la profundidad de penetración del agua a presión.....	101
Figura 74. Diagrama de barras de los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días.	102
Figura 75. Diagrama de barras de los resultados obtenidos de la resistencia a la tracción a los 7,14 y 28 días.	103
Figura 76. Diagrama de barras de los resultados obtenidos de la resistencia a la flexión a los 7,14 y 28 días.	105
Figura 77. Diagrama lineal de la desviación estándar en base a los resultados obtenidos en el asentamiento del concreto.....	107
Figura 78. Diagrama lineal de la desviación estándar en base a los resultados obtenidos del ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión del concreto	108
Figura 79. Diagrama lineal de la desviación estándar en base a los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días del concreto	110
Figura 80. Diagrama lineal de la desviación estándar en base a los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días del concreto	111
Figura 81. Diagrama lineal de la desviación estándar en base a los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días del concreto	112
Figura 82. Diagrama lineal de la desviación estándar en base a los resultados obtenidos del ensayo de la resistencia a la tracción a los 7 días del concreto	113
Figura 83. Diagrama lineal de la desviación estándar en base a los resultados obtenidos del ensayo de la resistencia a la tracción a los 14 días del concreto	114
Figura 84. Diagrama lineal de la desviación estándar en base a los resultados obtenidos del ensayo de la resistencia a la tracción a los 28 días del concreto	115
Figura 85. Diagrama lineal de la desviación estándar en base a los resultados obtenidos del ensayo de la resistencia a la flexión a los 7 días del concreto.....	117
Figura 86. Diagrama lineal de la desviación estándar en base a los resultados obtenidos del ensayo de la resistencia a la flexión a los 14 días del concreto.....	118
Figura 87. Diagrama lineal de la desviación estándar en base a los resultados obtenidos del ensayo de la resistencia a la flexión a los 28 días del concreto.....	119

RESUMEN

En la actualidad, la acumulación de desechos representa un desafío global de gran magnitud. En este contexto, la sustitución parcial de los agregados naturales por partículas de caucho reciclado se perfila como una estrategia viable y sostenible para el impacto ambiental derivado de la disposición inadecuada de neumáticos fuera de uso. Sin embargo, añadir una cantidad elevada de caucho al concreto puede reducir importantemente cada propiedad mecánica que posee. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo realizar la investigación de la influencia de las fibras de acero reciclado de neumáticos en cada propiedad del concreto encauchado. Para lo cual, se mantuvo constante el reemplazo parcial del agregado fino, ello en 8 % del volumen del mismo y, a su vez, variando la integración de fibras de acero reciclado en 0.5 %, 1.0 % y 1.5 %. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo y se enmarcó dentro de los estudios de carácter aplicado, con un alcance explicativo, permitiendo analizar de manera objetiva la relación causa-efecto entre las variables de estudio, con un diseño experimental, específicamente cuasiexperimental, porque los grupos de estudio se eligen en base a criterios específicos y no al azar. La muestra empleada fue no probabilística e intencional. Para lo cual se moldearon testigos cilíndricos y vigas prismáticas para ensayos de compresión, tracción, flexión y permeabilidad. Los resultados mostraron que el asentamiento inicial fue de 3.11 pulgadas, reduciéndose respectivamente a (2.99", 2.24" y 1.89") pulgadas a medida que iba incrementando la presencia de las fibras. Por otro lado, a los 28 días, se obtuvieron promedios de resistencia a la compresión de 190.86, 206.29, 219.92 y 223.86 Kg/cm² respectivamente, resistencia a la tracción de 20.65, 22.66, 24.01 y 24.62 Kg/cm² y resistencia a la flexión de 30.09, 33.88, 36.44 y 37.85 Kg/cm². En conclusión, se determinó que la presencia de fibras de acero reciclado de neumáticos ayuda a mejorar de manera importante las propiedades del concreto encauchado. Estas mejoras están directamente relacionadas en función a cuánto de fibra es incorporada en dicha mezcla de concreto.

Palabras clave: Concreto encauchado, fibras de acero reciclado, caucho, neumáticos fuera de uso.

ABSTRACT

Currently, waste generation represents a global problem, so the partial replacement of natural aggregates with rubber particles is considered a sustainable solution to address the disposal of used tires. However, adding a high amount of rubber to concrete can significantly reduce its mechanical properties. Therefore, this study aimed to investigate the influence of recycled steel tire fibers on the properties of rubberized concrete. For this purpose, the partial replacement of the fine aggregate with rubber at 8% of its volume was kept constant, and at the same time, the incorporation of recycled steel fibers was varied in 0.5%, 1.0% and 1.5%. The research approach was quantitative, and it was classified as applied with an explanatory-correlational scope, oriented to analyze cause-effect relationships, with a specifically quasi-experimental experimental design, because the study groups are chosen based on specific criteria and not randomly. The research sample was non-probabilistic and intentional. Cylindrical cores and prismatic beams were cast for compression, tensile, flexural and permeability tests. The results showed that the initial slump was 3.11 inches, reducing respectively to (2.99", 2.24" and 1.89") inches as the amount of fibers increased. On the other hand, at 28 days, average compressive strengths of 190.86, 206.29, 219.92 and 223.86 Kg/cm² respectively, tensile strengths of 20.65, 22.66, 24.01 and 24.62 Kg/cm² and flexural strengths of 30.09, 33.88, 36.44 and 37.85 Kg/cm² were obtained. In conclusion, it was determined that recycled tire steel fibers significantly improve the properties of rubberized concrete, these improvements are directly related to the amount of fiber incorporated in the concrete mix.

Keywords: Rubberized concrete, recycled steel fibers, rubber, end of life tires.

INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción busca cada vez más soluciones sostenibles y eficientes. En ese sentido, este estudio se propuso evaluar cómo la incorporación de materiales reciclados influiría en las propiedades mecánicas del concreto convencional.

El concreto es una materia prima en el campo de la construcción y desempeña un papel importante en el desarrollo de las economías debido a su relación directa con las operaciones de edificación y construcción. Este es el segundo material más consumido después del agua. Sin embargo, el uso y la producción de concreto con lleva un aumento de la demanda de sus materias primas, lo que acabará provocando su escasez a largo plazo. Al mismo tiempo, debido al crecimiento de las industrias de transporte y automotriz, un gran número de neumáticos de caucho se desechan y acaban en los vertederos. Dado que el caucho se degrada lentamente en la naturaleza, la acumulación de neumáticos fuera de uso supone una grave amenaza para la salud humana y la biodiversidad. Un enfoque respetuoso con el medio ambiente para reciclar neumáticos fuera de uso, en lugar de quemarlos o enterrarlos en vertederos, consiste en utilizar el caucho procedente de los neumáticos en desuso como reemplazo parcial de los áridos finos y gruesos del concreto, sin embargo, el caucho reducirá cada propiedad mecánica del concreto, según aumente su presencia en este.

Además, se sabe que el caucho mejora el aislamiento térmico del concreto. Esta propiedad resulta especialmente ventajosa para la ciudad de Juliaca, ya que, durante los periodos de heladas, las temperaturas pueden descender hasta por debajo de los 0 °C.

Así, la integración de fibras de acero reciclado, proveniente de neumáticos que están fuera de uso, beneficia en la gestión de residuos y también puede mejorar las propiedades mecánicas del concreto encauchado, proporcionando ventajas favorables en términos de sostenibilidad y rendimiento estructural.

Esta investigación pretende contribuir de forma significativa a adoptar una que otra práctica más sustentable en las construcciones, promoviendo el uso de materiales reciclados y fomentando la innovación al diseñar de mezclas de concreto.

Este trabajo se centra en un concreto con una relación de agua/cemento de 0.54 y resistencia a la compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, al cual se le adiciona un 8 % de caucho como sustituto parcial del agregado fino. A su vez, se integraron fibras de acero reciclado en concentraciones de 0.5 %, 1.0 % y 1.5 % al concreto encauchado, con el objetivo de evaluar su rendimiento, para lo cual se plantea la siguiente interrogante: ¿Cómo influye la incorporación de fibras de acero reciclado proveniente de neumáticos fuera de uso, en las propiedades del concreto encauchado en la ciudad de Juliaca, 2024?, y la hipótesis de estudio es: La

incorporación de fibras de acero reciclado proveniente de neumáticos fuera de uso tiene efectos positivos en las propiedades del concreto encauchado en la ciudad de Juliaca, 2024.

Este trabajo se estructura en cinco capítulos:

El capítulo I abarca el planteamiento y la formulación del problema, asimismo se presentan los objetivos generales y específicos del presente estudio. También presenta la justificación e importancia del estudio, las hipótesis generales y específicas, junto con las variables implicadas.

En el capítulo II, se muestran los antecedentes que tienen relación con el tema de investigación, así como el marco teórico para sustentar las variables que se estudian.

En el capítulo III, se detalla la metodología, incluyendo el diseño de investigación, la muestra, los métodos de recolección de datos, los instrumentos y el análisis de los resultados.

En el capítulo IV, se presentan los resultados, su discusión y un análisis estadístico que valida el impacto de cada variable estudiada.

Por último, en el capítulo V, se detallan las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema

1.1.1 Planteamiento del problema.

Los neumáticos son unos de los principales agentes contaminantes a nivel mundial. Según Grammelis (1) Cada año se comercializan en todo el mundo aproximadamente 3.000 millones de neumáticos y una cantidad equivalente se desecha al final de su vida útil. A pesar del aumento de la vida útil de los neumáticos y de la crisis económica y pandémica mundial, el número de neumáticos desechados va a seguir aumentando debido a la creciente demanda de vehículos en todo el mundo (aproximadamente 5.000 millones de neumáticos a finales de 2030); pero incluso en la actualidad se han tomado medidas limitadas para impulsar el reciclaje de estos, ya que la mayoría de los neumáticos fuera de uso se incineran o se depositan en vertederos (2), entonces, los problemas medioambientales en todo el mundo, son generados por aquellos flujos de residuos de neumáticos desechados por fuera de uso, ya que estos generan problemas graves al ecosistema. (3)



Figura 1. Neumáticos desechados. Tomado de “Neumáticos fuera de uso tienen un impacto significativamente alto en el origen de residuos sólidos”, por El Peruano.

El proceso de reciclado ofrece la oportunidad de dar valor a estos desechos al generar subproductos como gránulos de caucho, fibras de acero y entre otras fibras con el fin de ser empleados en futuras adaptaciones industriales. (4)



Figura 2. Renovación de neumáticos desechado. Tomado de “Reciclado de neumáticos: transformación de un residuo en un recurso”, por SIGNUS. 2018.

Emplear caucho triturado como áridos del concreto proporcionaría una forma eficaz de eliminar cantidades de residuos en magnitudes considerables, que, como fueron mencionadas estas se generaron a partir de neumáticos usados (5), sin embargo llevar a cabo este procedimiento ocasiona deficiencias conocidas en cuanto a su rendimiento mecánico en contraste con la elaboración de concretos tradicionales, específicamente en la resistencia a compresión (6), Fernández (7), evidencio que las propiedades tanto físicas como mecánicas del concreto, fueron teniendo una tendencia negativa a medida que estos aumentaban su presencia en la composición del concreto.

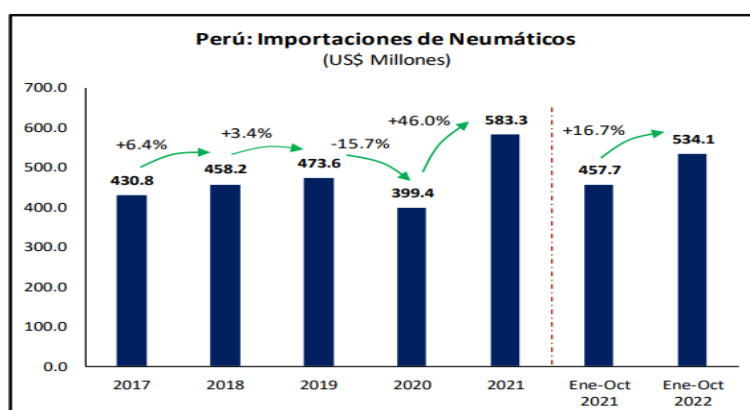


Figura 3. Importaciones de neumáticos en el Perú. Tomado de “Evolución del mercado internacional y nacional de neumáticos”, por Centro de investigación de economía y negocios globales. 2022.

En el “Perú se ha registrado un incremento de neumáticos en el mercado. En el 2014, ingresaron 55,673 toneladas de neumáticos, mientras que, en el año 2018 tuvo un incremento la cual la cifra llegó a 92,659 toneladas”, considerando que, más tarde, estos llegaron a ser desechados. En ese sentido, los neumáticos son productos de consumo masivo, los cuales inciden significativamente en el origen de grandes magnitudes de residuos sólidos, habiéndose hallado como problemática, la falta de control y/o gestión de estos residuos debido a su incremento de entrada en los mercados de este producto. (8)

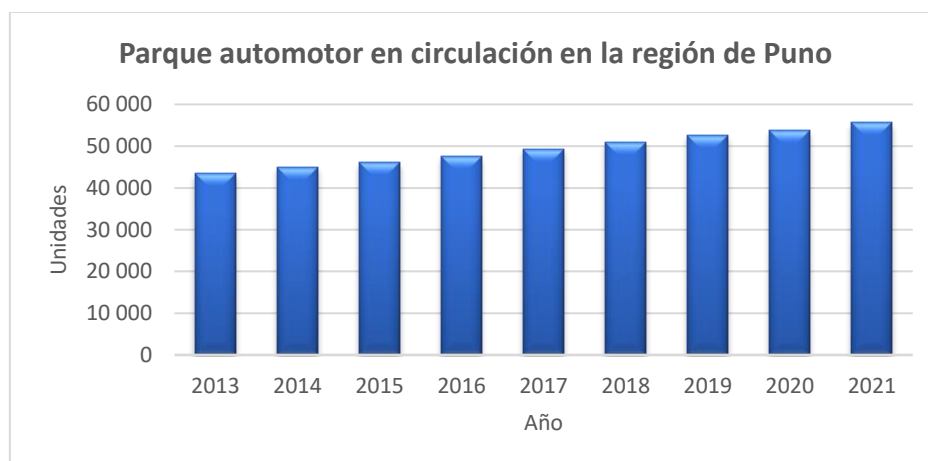


Figura 4. Crecimiento del parque automotor en la región de Puno. Adaptado de “Parque automotor en circulación por departamentos a nivel nacional”, por INEI. 2023.

De acuerdo con las estadísticas del MINAN, en 2018 se produjeron 92,989.7 Ton de (NFU). Por otro lado, según el INEI, en ese mismo año había 2,894,327 vehículos en circulación (9). Con esta información, se estimó que la cantidad de NFU generada al año por vehículo es:

$$\frac{NFU\ 2018\ (Ton)}{N^{\circ}\ de\ veh\acute{\i}culos\ 2018\ (Und)} = \frac{92989.7\ Ton}{2894327\ Und} = 0.0321 \frac{Ton}{veh\acute{\i}culo}$$

Del mismo modo, se sabe que en 2021 en la región de Puno había 55,720 vehículos en circulación, por lo que se pudo estimar que la cantidad de NFU en la región de Puno en el año 2021 fue de:

$$55720 * 0.0321 = 1,788.61\ Toneladas$$

Esta cifra genera una gran preocupación entre los habitantes de Juliaca, ya que el aumento continuo del parque automotor y la inadecuada gestión de estos desechos provocan que terminen en botaderos o sean incinerados.

Por otro lado, estudios previos, como los de Fernández (7) y Cabanillas (9), analizaron el uso de caucho reciclado como sustituto parcial de los áridos finos en la composición del concreto

con una resistencia diseñada a $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Sin embargo, cada uno de estos investigadores recomienda distintos porcentajes óptimos para la sustitución parcial, siendo estos del 5% y 10% respectivamente. Esto equivale a un peso de 17.24 y 27 kilogramos de caucho por metro cubico de concreto.

Considerando los estudios previos sobre el uso de caucho reciclado en elaboración del concreto se tomó el 8% de caucho, para la sustitución parcial del árido fino, Seguidamente se le incorporaron las diferentes proporciones de fibras de acero reciclado, con la finalidad de poder determinar su influencia en las propiedades físico-mecánicas del concreto encauchado. Por otro lado, si la adición de las fibras resulta beneficiosa, se podría incrementar la presencia de caucho reciclado en el concreto, contribuyendo así a una gestión más eficiente de estos residuos. Para lo cual, se plantearon las siguientes interrogantes.

1.2.2. Formulación del problema.

1.1.2.1. Problema general.

- ¿Cómo influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos en las propiedades del concreto encauchado en la ciudad de Juliaca, 2024?

1.1.2.2 Problemas específicos.

1. ¿Cómo influye la incorporación de 0.5 %, 1.0 % y 1.5 % de FAR en la consistencia del concreto encauchado con $a/c = 0.54$ ($f'_c=210\text{kg/cm}^2$)?
2. ¿Cuál es el efecto que tiene la incorporación de 0.5 %, 1.0 % y 1.5 % de FAR en la permeabilidad del concreto encauchado con relación $a/c = 0.54$ ($f'_c=210\text{kg/cm}^2$)?
3. ¿Cómo influye la incorporación de 0.5 %, 1.0 % y 1.5 % de FAR en la resistencia a compresión del concreto encauchado con relación $a/c = 0.54$ ($f'_c=210\text{kg/cm}^2$)?
4. ¿Cómo influye la incorporación de 0.5 %, 1.0 % y 1.5 % de FAR en la resistencia a tracción del concreto encauchado con relación $a/c = 0.54$ ($f'_c=210\text{kg/cm}^2$)?
5. ¿Cómo influye la incorporación de 0.5 %, 1.0 % y 1.5 % de FAR en la resistencia a flexión del concreto encauchado con relación $a/c = 0.54$ ($f'_c=210\text{kg/cm}^2$)?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general.

- Determinar la influencia que tiene la integración de fibras de acero reciclado de neumáticos en las propiedades del concreto encauchado en la ciudad de Juliaca, 2024.

1.2.2. Objetivos específicos.

1. Analizar la influencia de la incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% FAR en la consistencia del concreto encauchado con relación $a/c = 0.54$ ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).
2. Determinar el efecto que tiene la incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FAR en la permeabilidad del concreto encauchado con relación $a/c = 0.54$ ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).
3. Analizar cómo influye la incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FAR en la resistencia a compresión del concreto encauchado con relación $a/c = 0.54$ ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).
4. Detallar de qué manera influye la incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FAR en la resistencia a tracción del concreto encauchado con relación $a/c = 0.54$ ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).
5. Explicar el efecto que tiene la incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FAR en la resistencia a flexión del concreto encauchado con relación $a/c = 0.54$ ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).

1.3 Justificación

1.3.1 Justificación ambiental.

El estudio incide directamente en la protección del medio ambiente, ya que fomenta nuevas formas de reutilizar los neumáticos en desuso, para, así, evitar el mal manejo de estos residuos que, por lo general, terminan desechados, teniendo en cuenta que los gases que emiten estos residuos son dañinos y perjudiciales para el medio ambiente y personas. El proyecto pretende reutilizar al máximo los neumáticos en desuso reduciendo esta forma de contaminación.

1.3.2 Justificación social.

La presente investigación repercute en el tema social por el problema de la presencia de neumáticos en desuso en la ciudad de Juliaca los cuales son perjudiciales para los pobladores. También busca generar conciencia en el buen manejo de estos residuos aplicándolos en el rubro de la construcción, reduciendo la presencia de neumáticos en desuso dentro del contexto de la ciudad de Juliaca – Puno – Perú.

1.3.3 Justificación teórica.

El presente estudio pretende ampliar conocimientos teóricos sobre el uso de caucho en concretos convencionales y la integración de fibras de acero recicladas con la finalidad de hallar su rendimiento mecánico que surgen al combinar dichos elementos en el concreto. Por otro lado, con los resultados que se llegaran a obtener servirá como fuente y/o inicio de ideas para próximas investigaciones.

1.4 Delimitación del proyecto

1.4.1 Delimitación espacial.

Serán considerados aquellos ensayos de concreto realizados en laboratorios, ubicados en la ciudad de Juliaca – Puno – Perú.

1.4.2 Delimitación temporal.

Este proyecto será realizado en el año 2024 (enero – julio).

1.5 Hipótesis y variables

1.5.1. Hipótesis general.

- La integración de fibras de acero reciclado de neumáticos tiene efectos positivos en las propiedades del concreto encauchado en la ciudad de Juliaca, 2024.

1.5.2 Hipótesis específicas.

1. La incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FAR influye de manera negativa en la consistencia del concreto encauchado con relación $a/c = 0.54$ ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).
2. La incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FAR tiene efectos negativos en la permeabilidad del concreto encauchado con relación $a/c = 0.54$ ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).
3. La incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FAR influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto encauchado con relación $a/c = 0.54$ ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).
4. La incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FAR influye de manera positiva en la resistencia a tracción del concreto encauchado con relación $a/c = 0.54$ ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).
5. La incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FAR influye positivamente en la resistencia a flexión del concreto encauchado con relación $a/c = 0.54$ ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).

1.5.3 Variable independiente.

Fibra de acero reciclado de neumáticos (FAR)

1.5.4 Variable dependiente.

Propiedades del concreto encauchado.

1.5.5 Operacionalización de variables.

Tabla 1.

Operacionalización de variables

TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES							
Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores	Unidad de medida	Tipo de variable	Escala de medición
V. I: Fibra de acero reciclado de neumáticos.	Cada fibra de acero reciclada se recupera generalmente mediante un procedimiento de trituración de los neumáticos, seguido de un procedimiento electromagnético destinado a separar el acero del caucho (10).	Dosificación de las FAR	Se procederá a dosificar cada fibra de acero reciclada, en función al volumen del concreto	Porcentaje de adición: 0%, 0.5%, 1.0% y 1.5%	%	Cuantitativa	Razón
V. Propiedades del concreto encauchado.	D: Los concretos con caucho reciclado se han utilizado para sustituir parcialmente los agregados, siempre que se lleven a cabo los procesos de selección adecuados - incluyendo la cantidad, gradación y forma de las partículas de los neumáticos (11).	Propiedades Físicas	Las propiedades físico mecánicas se medirán según los estándares y normas técnicas aplicables a pruebas de laboratorio.	Consistencia	plg	Cuantitativa	Razón
				Permeabilidad	%	Cuantitativa	Razón
		Propiedades Mecánicas		Resistencia a la compresión	kg/cm2	Cuantitativa	Razón
				Resistencia a la tracción	kg/cm2	Cuantitativa	Razón
				Resistencia a la flexión	kg/cm2	Cuantitativa	Razón

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Internacional.

En la tesis, *“Hormigón con fibra de acero y caucho reciclado para mitigación ambiental en el rubro de la construcción de Guayaquil”*, el investigador tuvo como objetivo desarrollar un compuesto entre el hormigón con FAR y caucho reciclado para contribuir de manera positiva al impacto ambiental en el rubro de la construcción de Guayaquil. Esta presenta una problemática con respecto a una gran cantidad de cauchos y sus fibras de acero, las cuales se encuentran fuera de uso y estas, a su vez, están ocasionando una acumulación de residuos que coloca en riesgo la preservación del ambiente de la ciudad y sus habitantes. Se empleó una metodología que es de enfoque cuantitativo, de tipo exploratorio. Su población de estudio fue el concreto patrón de su país, teniendo una norma que prescribe el diseño de un concreto estándar, como muestra, tuvo 15 cilindros de testigos de concreto las cuales previamente alteradas con fibra y caucho reciclado. Sus resultados demuestran que para las dosificaciones de 5 y 10 % se observó una resistencia que iguala la resistencia de diseño, mientras que, para los porcentajes del 15 y 20% se ve que presentan una ligera disminución de hasta un 3% respecto al diseño de la mezcla. Concluyó que la comparación de resultados demuestra que para las proporciones del 5 y 10 %, se observó una resistencia igual a la resistencia de diseño, mientras que para las proporciones del 15 y del 20 %, se notó una ligera disminución de hasta el 3 % en contraste al diseño de mezcla, también se indica que, cuando se incorporan en bajas proporciones en la mezcla de concreto, producen resultados comparables a la mezcla tradicional, por ultimo, a través de pruebas de laboratorio, determinó que las proporciones óptimas de FAR y caucho reciclado, se ubica en un rango del 5 al 10 %, reemplazando parcialmente el agregado grueso. (12)

La investigación previa abordó una problemática similar, en función al manejo y/o gestión de residuos de caucho y FAR y cómo estas son una amenaza ambiental en Guayaquil. Así mismo, sus variables tienen una relación directa con las variables de estudio de esta

investigación estas, a su vez, demostraron la viabilidad de utilizar dichos materiales para mitigar el impacto ambiental en el sector de la construcción. Entonces, estas relevancias se trasladan directamente a esta investigación, ya que la misma abordará una problemática casi similar, pero aplicada a la ciudad de Juliaca.

En el artículo de investigación *“Análisis de las propiedades del residuo de caucho de neumáticos como sustituto parcial del árido fino en el hormigón”*, los investigadores, formularon como objetivo general hallar las propiedades del concreto con residuos de caucho de neumáticos desechados (RCN) para reemplazar parcialmente los áridos finos en la elaboración del hormigón, en proporciones del 0 %, 5 %, 10 % y 20 %, empleando una metodología experimental, estudiaron el comportamiento de sus propiedades mecánicas (compresión, tracción y flexión) así como cada propiedad física (masa específica, absorción de agua e índice de vacíos), así indican que utilizaron materiales, todos provenientes de la ciudad de Cochabamba (Bolivia), para preparar el concreto: cemento puzolánico IP-40. La composición química y las características físicas del cemento IP-40 detalladas en su investigación indican que, para su población de estudio, para ambas propiedades, se utilizaron cuerpos de prueba cilíndricos de 10x20 cm, se elaboraron muestras prismáticas de 15x15x55 cms para determinar la resistencia a la flexión, considerando el método estándar de tres puntos. Se consideraron tres cuerpos de prueba cilíndricos (10 x 20 cm) para cada mezcla y propiedad física. El período de prueba fue de 28 días. Según sus resultados, argumentan que existe una reducción de la resistencia a compresión a medida que aumenta la presencia de caucho de neumáticos en desuso. Del mismo modo, la resistencia a la tracción a los siete días presenta una reducción en tanto se incrementa el RCN, a los 28 días hay una diferencia mínima entre la mezcla al 5 % de RCN y la de referencia, con respecto a resistencia a la flexión, de forma similar a las propiedades analizadas anteriormente, aquí se observa una reducción con la sustitución de la arena por RCN, siguiendo la tendencia publicada. Sin embargo, no parece haber una diferencia clara entre las mezclas de 5 y 10 % de RCN, ya que los valores son similares e incluso se genera una mejora mínima para el 10 % de RCN. Concluyeron que la sustitución de arena por RCN tiene un impacto negativo en su trabajabilidad y propiedades mecánicas. La forma irregular y la superficie rugosa de las partículas de RCN generan fricción, reduciendo la trabajabilidad de las mezclas con RCN. La pérdida de trabajabilidad se sitúa en el rango del 37,58 y 91,93 % para el 5 y 20 % de RCN, respectivamente, siendo más significativa a mayores porcentajes de RCN. En cuanto a cada propiedad mecánica, determinaron que las propiedades mecánicas (resistencia a compresión, tracción y flexión) descienden a medida que se incrementa la presencia de RCN. Sin embargo, el 5 % de RCN presentó las menores

diferencias con respecto a la referencia: -6,41, 0,07 y -10,16% en función a la resistencia a compresión, tracción y flexión, respectivamente. (7)

Se observó que la investigación es relevante para la presente investigación, ya que crea un conocimiento sobre la sustitución parcial de los áridos finos por caucho en la elaboración de concreto y esto, a su vez, ayuda a entender la función mecánica del caucho en el concreto.

En la tesis *“Estudio del desempeño mecánico de adoquines de concreto con adición de Fibras de acero de llantas recicladas”*, según su exposición de la problemática, los investigadores narran que, en busca de mejorar la gestión de los NFU, se encuentran con la contaminación que desarrolla los NFU, asimismo el crecimiento poblacional es desmedido y como necesidad surge la idea de reutilizar estos NFU en estructuras de construcción, tales como pavimentos, canales y algunas estructuras de concreto. Es así que su objetivo fue evaluar mecánicamente adoquines reforzados con FAR. Emplearon una metodología que fue de tipo experimental, dado que se está evaluando en los adoquines de concreto la evolución de las diferentes propiedades. El tipo de adoquín diseñado es rectangular no biselado con secciones de 20cm x 10cm x 8cm, estas medidas son tomadas, ya que el adoquín fabricado es para tráfico pesado, La caracterización geométrica de las fibras se realizó para una muestra de 1000 fibras, que se escogieron luego del proceso de trituración del neumático. Las fibras traen con ellas residuos de caucho por lo que fue necesario hacer una limpieza de estas manualmente y, así, poder hacer la caracterización geométrica. Los resultados que obtuvieron con respecto a su trabajabilidad indican una disminución del asentamiento a 0.6 cm teniendo baja trabajabilidad. Con respecto a las propiedades mecánicas de los adoquines, se observó que los porcentajes 0.74 y 1.47 %, incrementaron la capacidad mecánica a compresión en relación a la muestra patrón. El resultado de la resistencia al desgaste presentó una disminución conforme iba aumentando el volumen por incorporación de FAR. De lo expuesto, concluyen que las propiedades mecánicas a la flexo tracción tienen comportamientos distintos al incorporar fibras gruesas en proporciones del 0.07 % y 0.15% incrementando un 2.55% y 1.31% en comparación a la muestra patrón, por el contrario, con proporciones de 0.22 % y 0.29 % se muestra una disminución del 22.76 % y 33.13 %. (13)

Gracias a este antecedente que fomenta el uso de FAR en adoquines de concreto, se observa que estas incorporaciones tienen un impacto positivo y/o negativo según los porcentajes de adición, teniendo así un criterio de como implementar el uso de FAR para esta investigación, fortaleciendo a la par la idea de hacer uso de un insumo reciclado, como variable de estudio.

2.1.1 Nacional.

En la tesis *“Influencia de las FAR en las propiedades físico-mecánicas del concreto con relación A/C de 0.45 y el fisura miento prematuro por contracción plástica en la ciudad de Juliaca – 2022”*, donde los autores exponen la problemática de que, debido al crecimiento demográfico de la ciudad de Juliaca, la población tendrá la necesidad de contar con proyectos, tanto de edificaciones como infraestructuras viales, las cuales, según las temperaturas de la región, están sometidas a cambios bruscos de temperatura, por lo que generan fisuras en el concreto en su estado fresco. De ahí es que se plantearon como objetivo evaluar cómo afecta la integración de FAR en cada propiedad del concreto con relación agua/cemento de 0.45 y su resistencia a la fisuración por contracción plástica en losas. Emplearon una metodología que tiene un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada. Su población de estudio son los especímenes de concreto de relación agua/cemento de 0.45. La resistencia mínima estructural requerida del concreto debería ser superior a 17 Mpa, sin restricción en cuanto al f'_c máximo. Según el RNE, se detalla que la capacidad mecánica a compresión no deberá ser inferior a 21 Mpa. De los ensayos realizados en la investigación, los resultados muestran que la integración de FAR en la elaboración del concreto tiene impactos positivos en las propiedades mecánicas de este. Al mismo tiempo, se aprecia como las fisuras se mitigan en el concreto, sus resultados indican que su concreto estándar mostró 13 fisuras durante el fraguado, a medida que la presencia de FAR aumentaba, las fisuras disminuían. De dichos resultados concluyeron que las grietas presenciadas por la retracción plástica disminuyeron a medida que aumentaba la presencia de estas. El concreto estándar con ausencia de FAR tenía un promedio de 13 grietas, con 0,5 % las grietas disminuyeron a 5, y con 1 %, 1,5 % y 2 % el concreto no mostró ninguna grieta durante la prueba, considerándose porcentajes óptimos que reducen significativamente las grietas. (14)

Esta investigación es relevante porque aborda temas de la industria de la construcción y la gestión de residuos, fomentando el uso de FAR provenientes de neumáticos desechados, aprovechando, así, un material que, de otro modo, sería considerado como residuo, contribuyendo con la reducción de desechos y el fomento de la sostenibilidad ambiental.

En la tesis *“Fibras de acero reciclados y micro sílice en las propiedades del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en pavimentos rígidos, distrito de San Juan Bautista - Ayacucho, 2022”*, el tesista narra en su problemática que la construcción de pavimentos es cada vez más importante en las ciudades, estas, a su vez, muestran una baja resistencia a la tracción para contrarrestar el incremento del espesor de la losa como solución a esta deficiencia mecánica, lo que, a su vez, genera un mayor costo al proyecto. El autor se propuso determinar cómo influye usar FAR y micro sílice en cada propiedad del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. En su trabajo, empleó una metodología cuantitativa y aplicada, su población de

estudio fue el concreto estándar $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sin aditivos, concreto estándar, pero con la incorporación de diferentes dosis de FAR y micro sílice. Sus resultados muestran que mejora cada propiedad mecánica del concreto alterado con FAR y micro sílice, también menciona que el asentamiento y la permeabilidad del concreto se ven afectados de manera negativa a medida que estas aumentan su presencia en la preparación del concreto. Por último, concluye que la incorporación de FAR y micro sílice tiene efectos positivos en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ya que este mantiene el asentamiento dentro del rango de diseño, reduce la permeabilidad en un 22.06 % y aumenta la resistencia a compresión en un 19.86 %, a flexión 9.25 % y a la tracción en un 50 %. (15)

Esta investigación fortalece la idea de usar FAR y, a su vez, micro sílice, en respuesta a aquellas deficiencias mecánicas que, por lo general, presentan los concretos patrones o estándares.

En la tesis *“Estudio de las propiedades del concreto, empleando partículas de caucho reciclado como material suplementario de los áridos gruesos”* explican en su problemática que existe un aumento constante en la demanda de cemento que plantea preocupaciones en términos ambientales y de desarrollo sostenible para la industria del cemento. Paralelamente, la falta de inversión en el reciclaje de neumáticos que, a menudo, terminan en vertederos informales y son quemados al aire libre, ha generado problemas de salud en la población y cuestiones sobre la calidad ambiental. De ahí que los autores se plantearan estudiar el cómo se comporta mecánicamente el concreto al usar partículas de caucho reciclado como componente adicional del árido grueso. En la estructura de su metodología detallan que es una investigación aplicada, de tipo experimental que abarcó ocho poblaciones diferentes, cuatro de estas poblaciones consistieron elaborar probetas de (concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) con 5 %, 10 % y 15 % de caucho reciclado. El segundo grupo incluyó la elaboración de muestras prismáticas (vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) con proporciones iguales de caucho anteriormente mencionadas. En total, se evaluaron 36 muestras cilíndricas y 24 muestras prismáticas de concreto, llevadas al proceso de ensayos mecánicos. Los resultados revelan que, al incorporar 5 % de caucho reciclado, se obtuvo una resistencia a compresión del 100.35 %, resistencia a flexión del 1.87 %, mientras que, al seguir adicionando caucho reciclado, estos porcentajes bajan. Estos resultados fueron claves para que concluyan que, al sustituir el árido grueso por caucho reciclado como parte de la preparación del concreto, se visualizó una reducción significativa en la resistencia a compresión del mismo alterado con caucho, esta reducción es más notable al incrementar la presencia del caucho en la mezcla del concreto, siendo del 14.29 % con un 5 % de PCR, del 21.7 % con un 10 % de PCR y del 47.49 % con un 15 % de PCR a los 28 días. (16)

Se aprecia que la tesis referenciada nos abre un conocimiento sobre la sustitución parcial del agregado y la excelente utilización del caucho reciclado para su función como reemplazo parcial del agregado grueso en el concreto.

En la tesis, *“Estudio del concreto reforzado con FAR para fortalecer las propiedades de una estructura de pavimento rígido”*, los autores abordaron la problemática de que, aunque el concreto es eficaz para soportar esfuerzos de compresión, su debilidad frente a esfuerzos de tracción limita su uso. Además, los neumáticos desechados se consideran residuos masivos, a menudo mal gestionados por el público y que acaban en vertederos, causando un impacto medioambiental. Esto los llevó a analizar cómo influyen las FAR en cada propiedad de una estructura de pavimento rígido. Emplearon una metodología cuantitativa y aplicada, utilizando una muestra de 12 vigas y 12 probetas de concreto reforzado con FAR para, posteriormente, estudiarlas mecánicamente en el laboratorio. En los resultados que obtuvieron, evidenciaron que hubo mejoras en las propiedades mecánicas del concreto reforzado con FAR, además, observaron una disminución del espesor de la losa del pavimento rígido, debido a un aumento del módulo de rotura. Es así que, gracias a los resultados, concluyeron que incorporar FAR mejoró significativamente cada propiedad mecánica del concreto e incrementó su módulo de rotura, además de redujo el espesor de la losa del pavimento rígido. (17)

La relevancia de esta tesis es que incrementó aquellos conocimientos sobre el uso de las FAR en la mezcla del concreto y cómo estos fortalecen cada propiedad mecánica del concreto convencional. Asimismo, ayudó a fomentar el uso de materiales reciclados en el rubro de la construcción y la gestión de residuos.

En la tesis, *“Efecto de la integración de FAR y micro sílice en el concreto para pavimentos rígidos, Ayacucho, 2021”*, los testistas planteron como objetivo estudiar el efecto de integrar FAR y micro sílice en el concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos. Emplearon una metodología de enfoque cuantitativo de tipo aplicada, un diseño cuasiexperimental descriptivo y transversal. Su población fue el concreto convencional de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y el Concreto convencional de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con diferentes proporciones de FAR y micro sílice. La muestra estaba constituida por 14 testigos de concreto convencional de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ de forma cilíndrica, 126 probetas cilíndricas de concreto con incorporación de FAR y micro sílice, 7 vigas prismáticas de concreto convencional y 63 vigas prismáticas con la integración de FAR y micro sílice. Los resultados que obtuvieron muestran mejoras en las propiedades mecánicas, pero también mencionan que, mientras más sea la presencia de FAR y micro sílice, mayor será la disminución de del asentamiento del concreto. Por otro lado, indican que la muestra etiquetada como MD9 (12% FAR+10% de micro sílice) alcanzó una resistencia a compresión de 610.39 kg/cm^2 , a tracción de 44.99 kg/cm^2 y

resistencia a flexión de 68.49 kg/cm² a los 28 días, equiparándose con el concreto convencional. Evidenciaron un incremento del 70.66 %, 44.63 %, 69.38 % respectivamente en las propiedades mecánicas. Los autores cierran su investigación concluyendo que las FAR seccionadas en 60 mm de longitud y micro sílice tienen consecuencias significativamente positivas en el concreto, sin embargo, el incrementar estos aditivos en la preparación del concreto trae consecuencias negativas en la trabajabilidad del concreto. (18)

Lo que se aprecia en esta investigación es que sus hallazgos son pertinentes para la presente investigación, ya que proporciona información valiosa sobre el impacto de la integración de residuos reciclados en las propiedades del concreto.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Concreto.

Viene a ser un material compuesto que se fabrica combinando cemento, materiales cementantes suplementarios, áridos, agua y aditivos químicos en proporciones adecuadas y dejando que la mezcla resultante fragüe y se endurezca con el tiempo. (19)

El concreto puede considerarse como una roca artificial producida por el hombre que se aprovecha en el rubro de la construcción. (20)

No se puede negar la importancia del concreto en nuestra vida cotidiana. Se utiliza en estructuras como edificios, puentes, túneles, presas, fábricas, pavimentos y parques infantiles. (21)

2.2.2 Componentes del concreto.

2.2.2.1 Cemento Portland.

El cemento Portland es el miembro más importante de la familia de los cementos hidráulicos. La primera patente de cemento "Portland" fue registrada en Inglaterra, en 1824, por Joseph Aspdin, aunque probablemente no se trataba de un verdadero cemento Portland; los primeros cementos Portland de verdad se fabricaron unos 20 años más tarde. Desde entonces, se han introducido muchas mejoras en la producción de cemento, lo que ha dado lugar a los cementos sofisticados, aunque comunes, que están ahora tan ampliamente disponibles. (19)

El cemento Portland se fabrica combinando una mezcla adecuada de piedra caliza y arcilla o pizarra, y calentándolas a 1450°C en un horno rotatorio. Actualmente, la

capacidad de un horno rotatorio puede alcanzar las 10.000 toneladas métricas diarias.
(22)

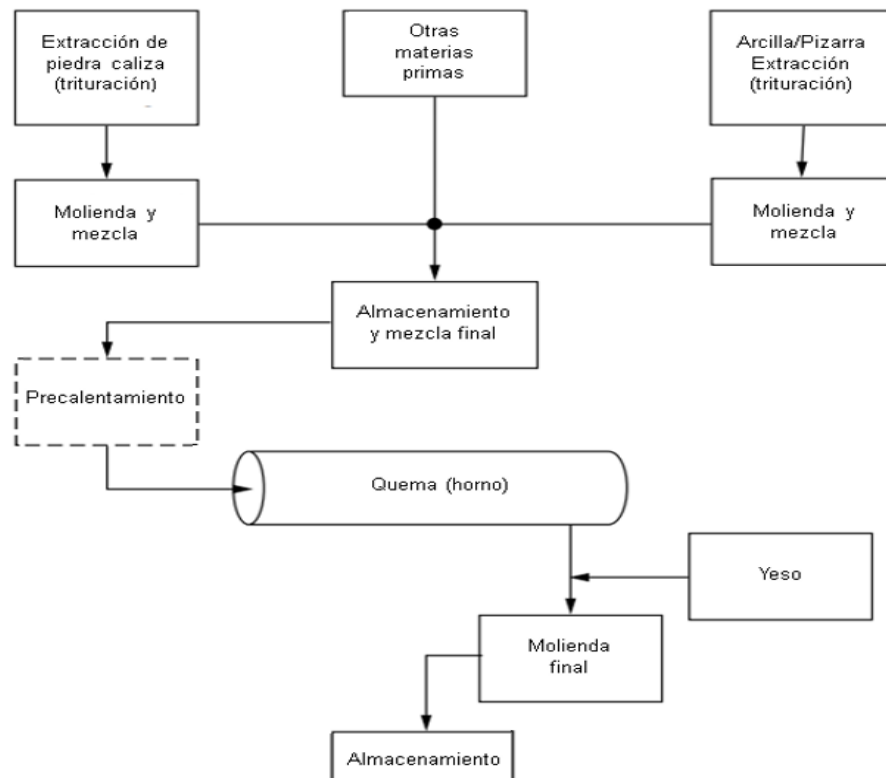


Figura 5. Proceso de fabricación del cemento portland. Tomado de “Concrete Construction Engineering Handbook”, por Nawy Edward. 2008, p.25.

2.2.2.2 Agregados.

Los agregados son materiales granulares, normalmente gravas y arenas naturales o piedra triturada, aunque ocasionalmente se utilizan materiales sintéticos como escorias o arcillas expandidas o pizarras (19).

Es de suma importancia realizar el uso adecuado de los áridos en la preparación del concreto. Los agregados finos y gruesos conforman entre el 60 % y el 75 % del volumen del concreto, además de afectar las propiedades de la mezcla y su costo. (23)

Las características externas de los áridos en particular, las formas de las partículas y las texturas de su superficie tienen influencia en cada propiedad del concreto, ya sea en su estado fresco o fraguado. Estas formas, de cuerpos tridimensionales, son difíciles de describir por lo que conviene definir ciertas características geométricamente de dichos cuerpos. (24)

Tabla 2.*Clasificación de los agregados según la forma de las partículas*

Clasificación	Descripción	Ejemplos
Redondeada	Totalmente desgastado por el agua o completamente modelado por desgaste	Grava de río o de orilla de mar
Irregular	Naturalmente irregular, o parcialmente moldeado por desgaste y con bordes redondeados	Otras gravas; tierra o sílex excavado
Escamoso	Material cuyo espesor es pequeño en relación con las otras dos dimensiones	Roca laminada
Angular	Con bordes bien definidos formados en la intersección de caras aproximadamente planas	Rocas trituradas de todo tipo, escoria triturada
Alargado	Material, generalmente angular, en el que la longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones	
Escamoso y alargado	Material en el que la longitud es considerablemente mayor que la anchura, y la anchura considerablemente mayor que el grosor	

Nota: Tomada de Neville y Brooks, 2010, p. 43.

2.2.2.1.1 Agregado fino.

Aquellos áridos que pasan por el tamiz N.º 4 (4.75 mm) y quedan retenidos predominantemente por el tamiz N.º 200 (75 μ m) se clasifican como áridos finos. La arena de río es el árido fino más utilizado. Además, los finos de roca triturada pueden utilizarse como árido fino. Sin embargo, el acabado del concreto con finos de roca triturada no es tan bueno como el de la arena de río (22).



Figura 6. Agregado fino. Tomado de “Diseño y control de mezclas de concreto”, Kosmatka. 2004, p. 103.

2.2.2.1.2 Agregado grueso.

Los áridos retenidos predominantemente en un tamiz N.º 4 (4,75 mm) se clasifican como áridos gruesos. Generalmente, el tamaño del árido grueso oscila entre 5 y 150 mm. Para el concreto normal utilizado en elementos estructurales como vigas y pilares, el tamaño máximo del árido grueso es de unos 25 mm. Para el concreto en masa utilizado en presas o cimentaciones profundas, el tamaño máximo puede llegar a 150 mm (22).



Figura 7. Agregado grueso. Tomado de “Diseño y control de mezclas de concreto”, Kosmatka. 2004, p.103.

2.2.2.3 Agua para concreto.

Viene a ser un insumo importante en la elaboración del concreto, el agua proporciona una trabajabilidad deseada, también influye en la durabilidad y propiedades requeridas en su estado endurecido. Las diferentes proporciones de agua para preparar el concreto o su relación de agua/cemento en este, influyen en la producción de concreto de optima calidad. Demasiada agua reduce la resistencia del concreto, mientras que muy poca lo hace inviable. Por eso la importancia en el diseño del concreto. (22)

El agua de mezclado conforma aproximadamente el 15 % en volumen del concreto. Cumple dos funciones básicas: hidrata el cemento para que desarrolle sus propiedades aglutinantes y proporciona fluidez a la mezcla (manejabilidad) en estado fresco. (20)

La vieja regla de la calidad del agua es "si se puede beber, se puede utilizar en el concreto", aunque se puede fabricar concreto de buena calidad con agua que no es realmente potable. De hecho, se fabrica más concreto malo utilizando demasiada agua potable que utilizando la cantidad adecuada de agua no potable. En la tabla 3, se indican los límites tolerables de diversas impurezas comunes en el agua de mezclado. (19)

Tabla 3.*Niveles tolerables de algunas impurezas en el agua de mezcla*

Impureza	Concentración	
	máxima (ppm)	Observaciones
Materia en suspensión (turbiedad)	2000	Limo, arcilla, materia orgánica
Algas	500 – 1000	Atrapa el aire
Carbonatos	1000	Disminuye los tiempos de fraguado
Bicarbonatos	400 – 1000	400 ppm de bicarbonatos de Ca o Mg
Sulfato de sodio	10,000	Puede aumentar la resistencia inicial, pero reducir la final
Sulfato de magnesio	40,000	
Cloruro sódico	20,000	Disminuye los tiempos de fraguado,
Cloruro cálcico	50,000	aumenta la resistencia inicial, reduce la
Cloruro de magnesio	40,000	resistencia final y puede provocar la corrosión del acero de refuerzo.
Azúcar	500	Influye en el tiempo de fraguado

Nota: tomada de Nawy, 2008, p. 36.

2.2.3 Propiedades del concreto.

2.2.3.1 Propiedades del concreto en estado fresco.

2.2.3.1.1 Trabajabilidad.

Esta se define, según el ASTM C125, como la propiedad de ser maleable o como su nombre lo indica, lo trabajable que puede ser un concreto recién mezclado. El término manipular incluye las operaciones tempranas de colocación, compactación y acabado. (22)

Para algunos especialistas (25), el concreto trabajable es aquel que presenta muy poca fricción interna entre partícula y partícula o que supera la resistencia a la fricción ofrecida por la superficie del encofrado o la armadura contenida en el concreto con sólo realizar los esfuerzos de compactación necesarios. A continuación, se indican los factores que contribuyen a que el concreto tenga un mayor efecto lubricante para reducir la fricción interna y facilitar la compactación:

- Contenido de agua
- Dosificación de la mezcla

- Tamaño de cada árido
- Forma de los áridos
- Textura de los áridos
- Gradación de los agregados
- Uso de aditivos

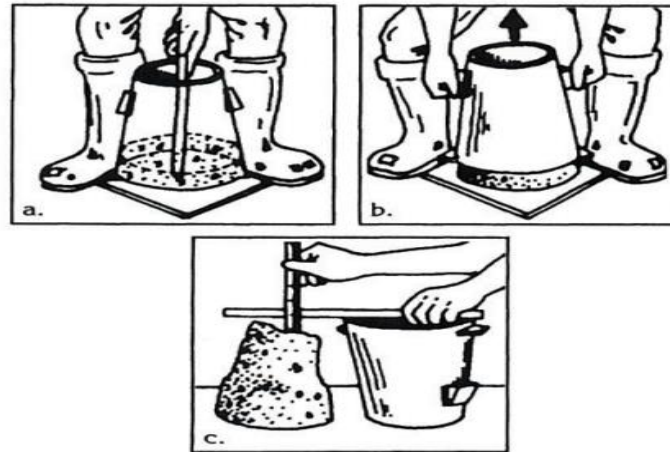


Figura 8. Prueba de asentamiento al concreto. Tomado de “Tecnología del concreto y del mortero”, Sánchez de Guzmán, 2001, p. 114.

2.2.3.1.2 *Segregación.*

La segregación es la separación de los componentes de una mezcla heterogénea de tal forma que se pierde la uniformidad de la distribución (20). Las principales causas de segregación son las diferencias en el tamaño y el peso de los áridos usados en la elaboración del concreto, pero su incidencia puede controlarse mediante la dosificación del concreto, la elección de una granulometría adecuada y el cuidado en la manipulación. (22)

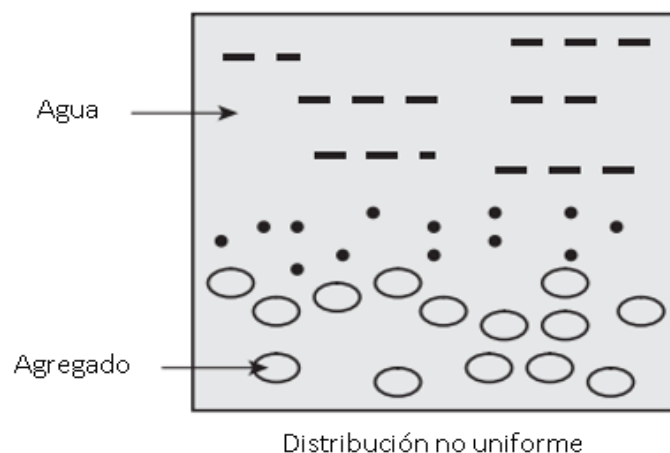


Figura 9. Segregación del concreto. Tomado de “Advanced concrete technology”, por Li Zongjin. 2011, p. 102.

Hay dos formas de segregación. En la primera, los agregados más gruesos tienden a asentarse más que los agregados finos. La otra forma de segregación se da particularmente en mezclas húmedas, se manifiesta con la separación de lechada (cemento + agua) de la mezcla. Con algunas granulometrías, al usar una mezcla pobre, puede ocurrir el primer tipo de segregación si la mezcla está demasiado seca; la incorporación de agua mejoraría la cohesión de la mezcla, pero cuando la mezcla llegara a estar demasiado húmeda, se presentaría el segundo tipo de segregación. (26)

2.2.3.1.3 Exudación.

Es un fenómeno físico que se da en la etapa inicial del fraguado (concreto fresco), puede deberse a la sedimentación de los arados y el cemento, o que el agua no fue suficientemente absorbida ni ligada químicamente, por lo que el agua busca migrar a la superficie por acción de la gravedad. (27)

La exudación del concreto está influenciada por las proporciones de la mezcla y las características de los materiales, el contenido de aire, el uso de aditivos convencionales o minerales y particularmente por la angularidad y gradación del agregado fino. (28)

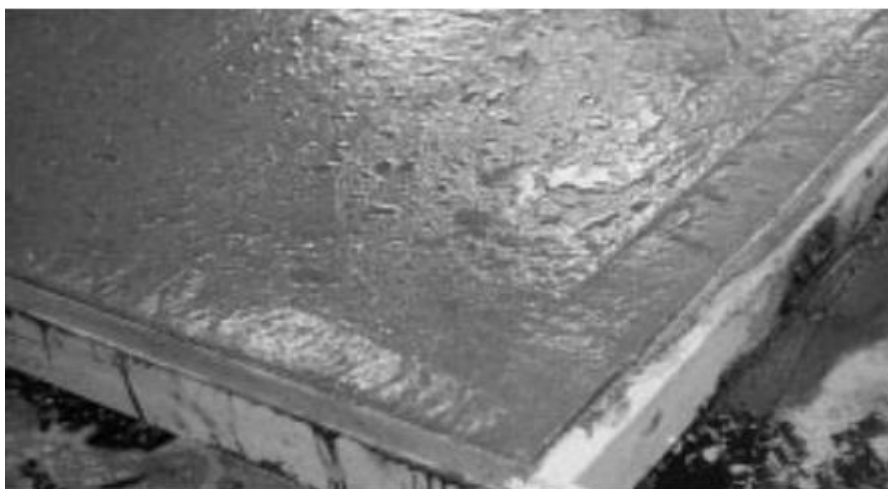


Figura 10. Exudación del concreto. Tomado de “Diseño y control de mezclas de concreto”, Kosmatka, 2004, p. 4.

2.2.3.1.4 Fraguado.

El fraguado del concreto se puede definir como el primer paso de solidificación del concreto en su estado fresco. De manera arbitraria, se han establecido los tiempos de fraguado inicial y final, que son meramente funcionales, sin que marquen un cambio específico en las características físico-químicas en la pasta de cemento. (20)



Figura 11. Equipo digital para medir el tiempo de fraguado del concreto. Tomado de “El concreto fundamentos y nuevas tecnologías”, por Matallana, 2019, p. 114.

2.2.3.2 Propiedades del concreto en estado endurecido.

2.2.3.2.1 Resistencia.

Viene a ser una medida de su capacidad para soportar cargas sin fallar estructuralmente, ni deformarse estructuralmente al cual fue diseñado el concreto. (28)

2.2.3.2.2 Resistencia a compresión.

Esta propiedad es vital en una estructura de concreto reforzado. Se suele expresar en kg/cm² como una medida de esfuerzo y, a veces, en libras por pulgada cuadrada (ps.i.). (29)

Esta propiedad mecánica del concreto es la más importante, debido a que los estructuristas lo usan como punto de inicio en sus diseños y encarna la facultad que tiene el concreto para tolerar fuerzas de aplastamiento. (28)



Figura 12. Equipo para el ensayo de compresión del concreto. Tomado de “Diseño y control de mezclas de concreto”, Kosmatka, 2004, p. 9.

2.2.3.2.3 Resistencia a tracción.

El concreto, debido a su naturaleza, es débil frente a los esfuerzos de tracción, lo que hace que, por lo general, no se tenga en consideración esta propiedad en el diseño de estructuras convencionales. De forma adicional, otro factor que disminuye la resistencia a la tracción, tiene que ver con la contracción fomentada por el fraguado o por cada cambio de temperatura, pues se generan esfuerzos internos que inducen fisuras. (20)

Esta propiedad mecánica ha sido poco explorada en temas de investigación. Esta incertidumbre empieza con la forma de ejecución del ensayo, existiendo tres formas distintas para efectuarlo: por tracción directa, por flexión y por tracción indirecta, cada uno de las cuales conduce a valores sensiblemente diferentes. (30)

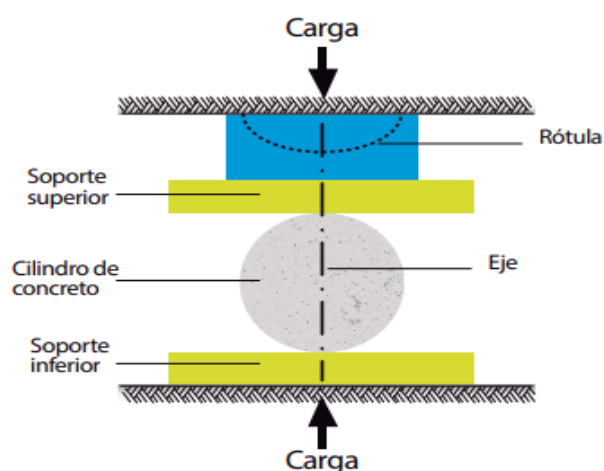


Figura 13. Ensayo de resistencia a la tracción del concreto. Tomado de “El concreto fundamentos y nuevas tecnologías”, por Matallana. 2019, p. 122.

2.2.3.2.4 Resistencia a flexión.

Denominada como, módulo de rotura (MR), es un elemento crucial en elementos como losas o pavimentos, ya que son en estas estructuras que el concreto tenga las facultades de soportar momentos flectores. Se realiza una evaluación sometiendo una vigueta estándar de concreto a flexión, cargada en el tercio medio. (20)

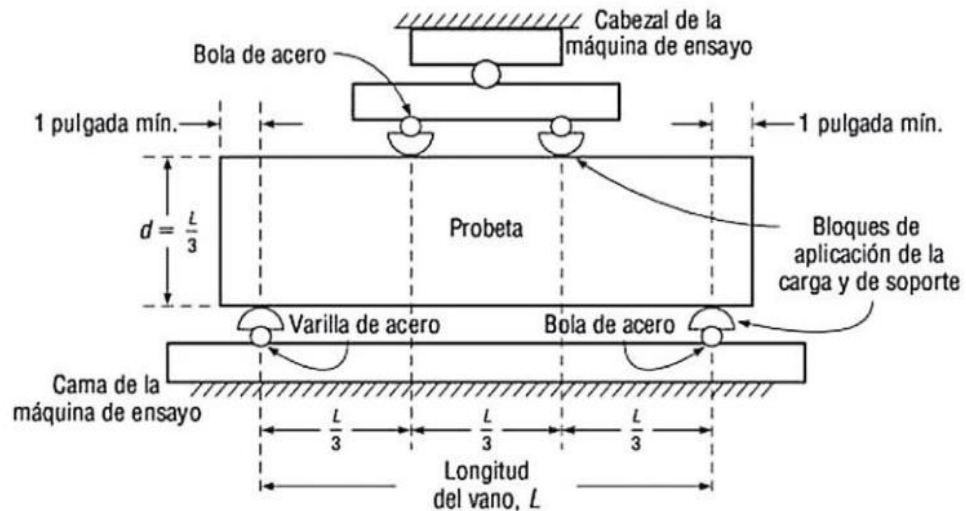


Figura 14. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto. Tomado de ASTM, 2002.

2.2.3.2.5 Impermeabilidad.

La impermeabilidad del concreto hace referencia a la propiedad del concreto de no poder ser penetrado por agua, aceite y otros líquidos con presiones. Tiene un rol fundamental en la durabilidad del concreto. (31)

La permeabilidad es la filtración de agua en el concreto, mientras está sometida a presión, en tanto la impermeabilidad viene a ser la facultad que tiene el concreto para resistir la infiltración de agua u otras sustancias (líquidos, gases o iones). (23)

2.2.3.2.6 Durabilidad.

La durabilidad del concreto puede expresarse como la capacidad del concreto para resistir las influencias ambientales, los ataques químicos y la abrasión manteniendo sus propiedades técnicas. Los diferentes tipos de concreto requieren diferente durabilidad según el impacto ambiental y las propiedades deseadas. Los componentes del concreto, sus proporciones, la interacción entre ellos y los métodos de colocación y curado determinan la durabilidad final y la vida útil del concreto. (23)

2.2.4 Caucho.

2.2.4.1 Caucho natural.

El caucho natural es un producto de látex elaborado por determinadas plantas para proteger las heridas de la corteza del tronco. Es una mezcla de grasas, algunas proteínas, carbohidratos y azúcares que provienen de las plantas. Dependiendo del tipo de planta, el caucho se encuentra entre el 80 y el 95 %, y es principalmente un polímero de isopreno. (32)



Figura 15. Extracción del caucho natural. Tomado de “Hankook fomenta una cadena de valor sostenible para el caucho natural”, 2021.

2.2.4.2 Caucho sintético.

El caucho sintético suele ser un producto elaborado a partir de productos derivados del petróleo como materia prima y tiene las mismas propiedades que el caucho. En otras palabras, tiene la capacidad de recuperar su forma original sin ningún cambio permanente. Este material se fabrica a partir de la polimerización de varios monómeros, incluidos el isopreno y el isobutileno. Se pueden modificar diversas propiedades físicas, mecánicas y químicas añadiendo aditivos de control. (32)



Figura 16. Caucho sintético. Tomado de J-Flex, 2023.

2.2.4.3 Caucho reciclado.

Se refiere al caucho que es reutilizado proveniente de los residuos de neumáticos en desuso, siendo este una fuente de recursos aprovechables los cuales pueden tener distintas aplicaciones permitiendo otorgar una salida útil y eficiente.



Figura 17. Caucho granulado en distintos tamaños. Tomado de “Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado”, por Cabanillas. 2017, p. 38.

2.2.4.3 Métodos de trituración.

La trituración criogénica y mecánica son los procesos para obtener caucho triturado de diferentes tamaños.

2.2.4.3.1 Trituración criogénica.

El triturado criogénico consiste en refrigerar a temperaturas por debajo de la transición vítrea el caucho, seguido de una acción mecánica. Para el enfriamiento, se suele utilizar nitrógeno líquido o CO₂ supercrítico. Se prefiere el nitrógeno líquido, que permite un contacto físico suficiente y mantiene un medio inerte durante el triturado, evitando los procesos oxidantes. La acción mecánica durante el triturado criogénico puede llevarse a cabo por impacto, abrasión o compresión, así como debido al trabajo de un pulso electromagnético. (33)

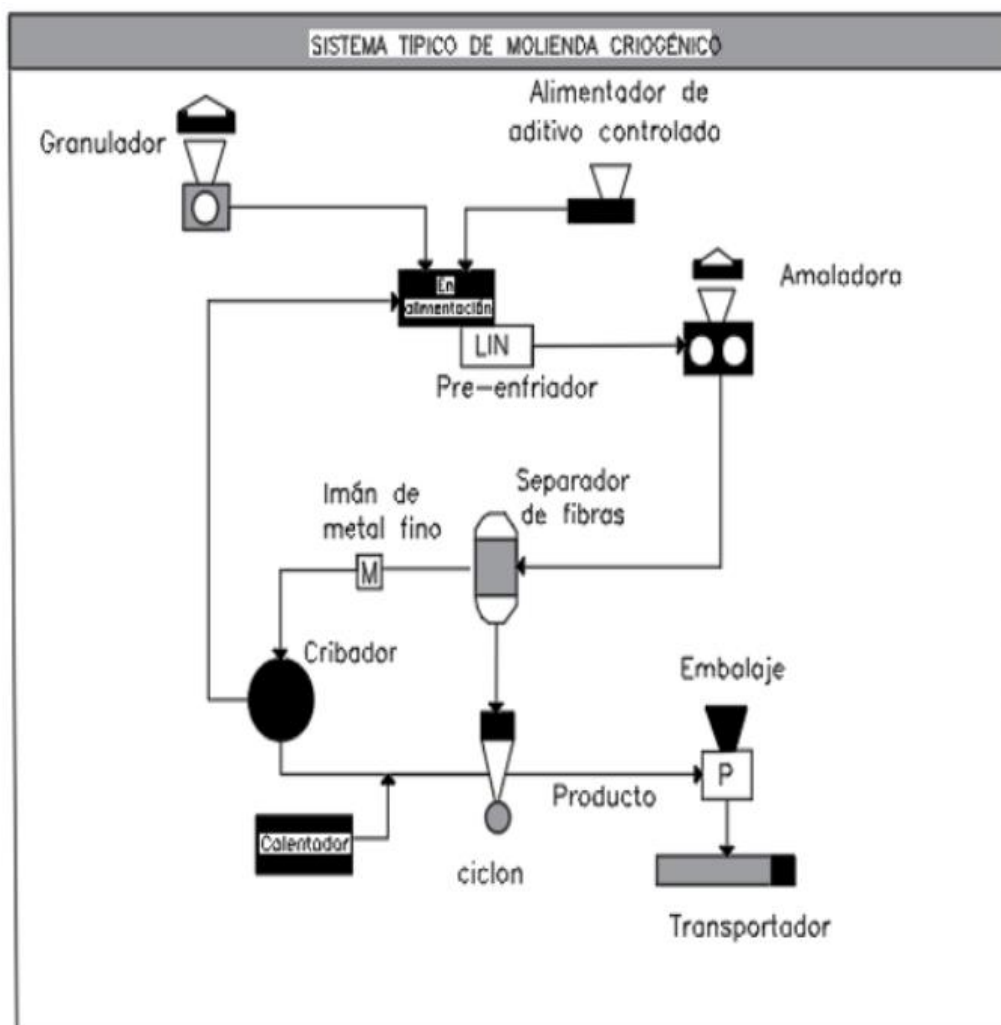


Figura 18. Proceso de la trituración criogénica de los neumáticos. Tomado de “Uso del caucho de neumáticos triturados y aplicados al concreto: una revisión literatura”, por Muñoz, Vidaurre, Asenjo y Gavidia, 2021.

2.2.4.3.2 Trituración mecánica a temperatura.

Produce materiales de caucho de diferentes tamaños. Este proceso consta de dos pasos principales. El primero se centra en la separación de los aros de acero y capas textiles de los neumáticos. El segundo paso se centra en cortar los neumáticos en diferentes tamaños. Durante la trituración, se producen restos de caucho (migas) y cables de acero y textiles. La granulometría y el grado de pureza del caucho triturado permiten utilizarlo para determinadas aplicaciones. El acero usado se envía a la fundición, mientras que los cables textiles limpios se queman o se utilizan para fabricar materiales aislantes térmicos para la industria de la construcción. (34)

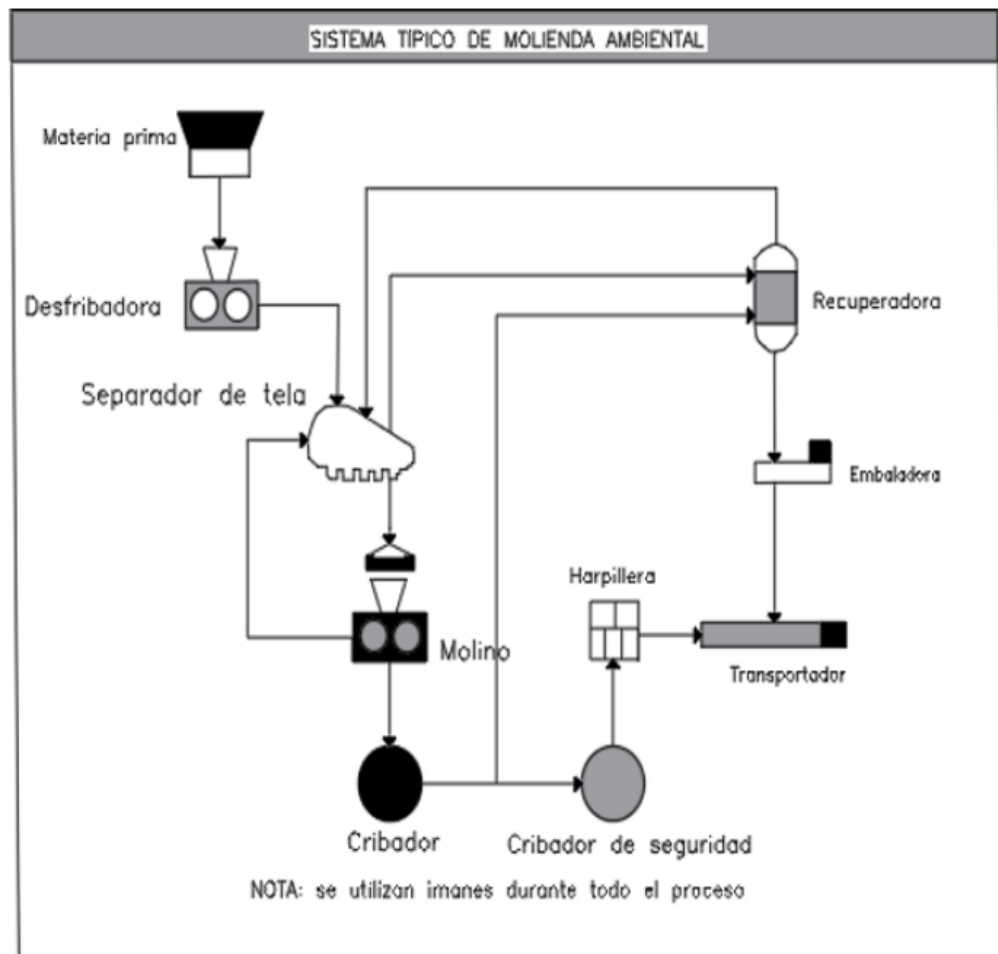


Figura 19. Proceso de la trituración mecánica de los neumáticos. Tomado de “Uso del caucho de neumáticos triturados y aplicados al concreto: una revisión literatura”, por Muñoz, Vidaurre, Asenjo, & Gavidia, 2021.

2.2.5 Fibras.

Las fibras que se utilizan en el concreto pueden adoptar distintas formas. Puede utilizarse una amplia gama de materiales, como acero, polímeros, carbono y vidrio. (35)

2.2.5.1 Tipos de fibras.

Según el tipo de fibra que se utilice, se pueden clasificar en tres categorías:

- Orgánica natural: se pueden encontrar diferentes materiales como la celulosa, el sisal, el yute, el bambú, entre otros.
- Mineral natural: incluye fibras como el amianto y la lana de roca, etc.
- Artificial: incluye materiales como acero, titanio, vidrio, carbono, polímeros y fibras sintéticas.

Además, una vez seleccionada una fibra, se abre un mundo de posibilidades para elegir entre numerosas características geométricas relacionadas con su sección transversal, longitud, diámetro o diámetro equivalente y la deformación de su superficie. (36)

2.2.5.2 Fibras de acero recicladas.

El neumático es uno de los desechos más comunes utilizados para recuperar fibras de acero. (37)



Figura 20. Fibras de acero recicladas (FAR). Tomado de “The recent progress of recycled steel fiber reinforced concrete”, por Liew, & Akbar, 2020.

2.2.5.3 Obtención de las fibras de acero reciclado.

El proceso de trituración suele realizarse en un número diferente de etapas, en función del tamaño deseado de los productos finales. Las fibras de acero, los trozos de caucho y los gránulos obtenidos en el proceso de trituración se separan finalmente mediante un método electromagnético. (38)

2.2.5.4 Concreto reforzado con fibra de acero.

El concreto que tiene refuerzo con fibra de acero es una variación del concreto en la que se añaden fibras de acero cortas y discretas durante el proceso de mezcla. El producto endurecido se caracteriza por tener propiedades mecánicas superiores en relación con el concreto normal, ya que ofrece una mayor resistencia a la tracción y a la fisuración, así como una mayor tenacidad. La razón detrás de esto es la disposición y orientación aleatoria de las fibras en el concreto durante la mezcla y colocación. (39)



Figura 21. Concreto con fibras de acero. Tomado de “Steel Fiber Reinforced Concrete: Behavior, Modelling and Design”, por Singh. 2017, p. 21.

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1 Aditivo.

Producto químico o mineral que se agrega a un material o mezcla de materiales para modificar una o varias de sus propiedades.

2.3.2 Agregado.

Grupo de áridos de composición mineralógica o roca triturada.

2.3.3 Agregado fino.

Material árido pasante de la malla N.º 4 (4,75 mm) y contiene finos.

2.3.4 Agregado grueso.

Material árido retenido en la malla N.º 4 (4,75 mm).

2.3.5 Asentamiento.

Factor que explica la fluidez de la mezcla, también llamada consistencia del concreto, es una propiedad que puede utilizarse para medir la facilidad de moldeo de este material de construcción.

2.3.6 Botadero.

Lugar donde se depositan residuos sólidos sin ningún tipo de control.

2.3.7 *Cantera.*

Deposito natural del cual se obtiene material apto para la industria de la construcción.

2.3.8 *Canto rodado.*

Fragmento de roca que ha adquirido formas no angulares y superficie lisa al ser transportado junto con el flujo del agua a lo largo del tiempo.

2.3.9 *Caucho reciclado.*

Material que deriva de neumáticos en desuso, estos pueden ser triturados en distintas formas, gradada, molida o en forma de fibras.

2.3.10 *Cemento Portland.*

Producto de la pulverización del Clinker portland, al cual se le añade de manera opcional yeso natural.

2.3.11 *Concreto.*

Mezcla resultante de la combinación de áridos, agua y cemento, siempre con la opción de ser alterada con destinos aditivos según a conveniencia. Es moldeable cuando está en su estado fresco, una vez fraguada, presenta una alta resistencia mecánica.

2.3.12 *Concreto encauchado.*

El concreto encauchado es un tipo de concreto en el que los áridos naturales se sustituyen parcialmente por áridos de caucho, que pueden obtenerse a partir de neumáticos reciclados.

2.3.13 *Consistencia.*

La consistencia de concreto es el mayor o menor grado que alcanza esta mezcla para deformarse y ocupar todos los espacios vacíos del molde donde se coloca.

2.3.14 *Curado del concreto.*

Proceso que implica regular cada condición ambiental, como la temperatura y la humedad, mientras se da el fraguado y/o endurecimiento del concreto.

2.3.15 *Fibras de acero.*

Filamentos pequeños y/o pedazos metálicos discontinuos, utilizados como refuerzo en el concreto.

2.3.16 Fraguado.

Es el proceso por el cual el concreto o el mortero pierden su plasticidad y adquieren firmeza, endureciéndose de manera progresiva.

2.3.17 Impacto ambiental.

Alteración o modificación del medio ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza, que incluye los impactos socio ambientales.

2.3.18 Reciclaje.

Proceso de recolección y transformación de materiales desechados en materia prima o en otros productos.

2.3.19 Resistencia a compresión.

Facultad mecánica del concreto fraguado de soportar cargas de aplastamiento.

2.3.20 Tamiz.

Es un utensilio que tiene la finalidad de separar y/o seleccionar un material a conveniencia, a la dimensión deseada según sea las aberturas de sus mallas.

2.3.21 Testigo.

Una muestra cilíndrica de concreto endurecido.

2.3.22 Trabajabilidad.

La facilidad con que las mezclas pueden ser colocadas y compactadas.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Método, tipo o alcance de la investigación

3.1.1 Enfoque de la investigación.

El enfoque cuantitativo emplea mediciones y análisis estadísticos para validar las suposiciones a través de la recopilación de datos. Establecer tendencias en el comportamiento y validar teorías de manera secuencial y comprobatoria son sus objetivos. Un plan de verificación (diseño) se crea generando hipótesis y variables a partir de las preguntas planteadas. Posteriormente, se utilizan técnicas estadísticas para analizar las mediciones obtenidas para llegar a una serie de conclusiones (40).

Esta investigación utilizó un método **cuantitativo**, ya que los hallazgos se basan en el análisis de datos de las variables causa y efecto, con un enfoque en la fibra de acero reciclado y su influencia en las propiedades del concreto encauchado correspondientemente, todas ellas presentadas en números y de forma estadística. Las pruebas realizadas y sus interpretaciones se utilizan para evaluar el estudio, tomando en cuenta investigaciones previas y las hipótesis propuestas.

3.1.2 Tipo de investigación.

La investigación que se utilizó explora cómo se pueden aplicar las teorías generales en la vida real, centrándose en satisfacer las necesidades de la sociedad y las personas. Su objetivo principal es abordar problemas prácticos de manera inmediata, lo que significa que los resultados obtenidos no necesariamente se aplicarán a situaciones diferentes a las que se están abordando directamente (41)

El objetivo de la investigación es resolver un problema específico, pasando desde la teoría a la práctica. Esto se logra mediante pruebas y ensayos que proporcionan información adicional sobre el impacto que genera la fibra de acero reciclado sobre cada propiedad del concreto encauchado, lo que la clasifica como una investigación de tipo **aplicada**.

3.1.3 Nivel o alcance de investigación.

Las investigaciones de enfoque explicativo se centran en identificar las razones de los sucesos o eventos físicos o sociales. Su objetivo principal, como su nombre lo sugiere, consiste en explicar las razones por las cuales ocurre un fenómeno y bajo qué circunstancias se presenta, así como analizar las relaciones entre dos o más variables (40).

Para comprender las interacciones causa-efecto, la investigación emplea una metodología **explicativa**. La variable dependiente en este caso son las propiedades del concreto encauchado y la fibra de acero reciclado actúa como la variable independiente.

Por otro lado, la presente investigación tiene también un enfoque correlacional, ya que pretende establecer una conexión entre variables dependientes e independientes. Para Hernández (40) los estudios **correlaciones** tienen como objetivo identificar la relación entre las variables analizadas.

3.2 Diseño de la investigación

Un entorno controlado donde se alteran de manera intencional una o varias variables independientes (causas) para analizar el efecto de dicha alteración en una o varias variables dependientes (efectos) se conoce como diseño experimental (40).

El estudio emplea un diseño **experimental**, ya que se centra en dos conjuntos de datos: la fibra de acero reciclado, que identifica las causas y los efectos del estudio, y la variable dependiente, las propiedades del concreto encauchado.

En los cuasiexperimentos, al menos una variable independiente se modifica a propósito para ver cómo afecta a una o más variables dependientes. El grado de confianza en la equivalencia inicial de los grupos es donde se encuentra la principal distinción con respecto a los experimentos puros. Si se emplea un diseño cuasiexperimental, los individuos no se combinan ni se designan de manera aleatoria a cada grupo, lo que sucede es que éstos son grupos preexistentes e intactos que se forman antes de la investigación (40).

Mediante un enfoque **cuasiexperimental**, los grupos de estudio se eligen en función de criterios predeterminadas y no al azar. Se mantiene una muestra representativa de la población y se manipula la variable independiente con el objetivo de identificar su influencia en la variable dependiente.

Tabla 4.

Grupo de estudio de la consistencia del concreto encauchado.

GRUPOS	ADITIVOS	CONSISTENCIA
G1	X1	O1
G2	X2	O2
G3	X3	O3
GC1		O4

Tabla 5.*Grupo de estudio de la permeabilidad del concreto encauchado.*

GRUPOS	ADITIVOS	PERMEABILIDAD
G4	X1	O5
G5	X2	O6
G6	X3	O7
GC2		O8

Tabla 6.*Grupo de estudio de la resistencia a la compresión del concreto encauchado.*

GRUPOS	ADITIVOS	RESISTENCIA A LA COMPRESION		
		7	14	28
G7	X1	O9	O10	O11
G8	X2	O12	O13	O14
G9	X3	O15	O16	O17
GC3		O18	O19	O20

Tabla 7.*Grupo de estudio de la resistencia a la tracción del concreto encauchado.*

GRUPOS	ADITIVOS	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN		
		7	14	28
G10	X1	O21	O22	O23
G11	X2	O24	O25	O26
G12	X3	O27	O28	O29
GC4		O30	O31	O32

Tabla 8.*Grupo de estudio de la resistencia a la flexión del concreto encauchado.*

GRUPOS	ADITIVOS	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
		7	14	28
G13	X1	O33	O34	O35
G14	X2	O36	O37	O38
G15	X3	O39	O40	O41
GC5		O42	O43	O44

Donde:

G1 = Concreto encauchado incorporando 0.5 % de FAR, en función del volumen del concreto para estudiar la consistencia.

G2 = Concreto encauchado incorporando 1.0 % de FAR, en función del volumen del concreto para estudiar la consistencia.

G3 = Concreto encauchado incorporando 1.5 % de FAR, en función del volumen del concreto para estudiar la consistencia.

G4 = Testigo de concreto encauchado incorporando 0.5 % de FAR, en función del volumen del concreto para estudiar la permeabilidad.

G5 = Testigo de concreto encauchado incorporando 1.0 % de FAR, en función del volumen del concreto para estudiar la permeabilidad.

G6 = Testigo de concreto encauchado incorporando 1.5 % de FAR, en función del volumen del concreto para estudiar la permeabilidad.

G7 = Testigo de concreto encauchado incorporando 0.5 % de FAR, en función del volumen del concreto para determinar la resistencia a la compresión.

G8 = Testigo de concreto encauchado agregando 1.0 % de FAR, en función al volumen del concreto para determinar la resistencia a la compresión.

G9 = Testigo de concreto encauchado agregando 1.5 % de FAR, en función al volumen del concreto para determinar la resistencia a la compresión.

G10 = Testigo de concreto encauchado agregando 0.5 % de FAR, en función al volumen del concreto para definir la resistencia a la tracción.

G11 = Testigo de concreto encauchado incorporando 1.0% de FAR, en función al volumen del concreto para definir la resistencia a la tracción.

G12 = Testigo de concreto encauchado incorporando 1.5 % de FAR, en función al volumen del concreto para definir la resistencia a la tracción.

G13 = Testigo de concreto encauchado incorporando 0.5 % de FAR, en función del volumen del concreto para determinar la resistencia a la flexión.

G14 = Testigo de concreto encauchado agregando 1.0 % de FAR, en función al volumen del concreto para determinar la resistencia a la flexión.

G15 = Testigo de concreto encauchado agregando 1.5 % de FAR, en función al volumen del concreto para definir la resistencia a la flexión.

GC1 = Concreto encauchado patrón (concreto modificado con 8 % de caucho en remplazo parcial del agregado fino), para estudiar la consistencia.

GC2 = Concreto encauchado patrón (concreto modificado con 8 % de caucho en remplazo parcial del agregado fino), para estudiar la permeabilidad.

GC3 = Concreto encauchado patrón (concreto modificado con 8 % de caucho en remplazo parcial del agregado fino), para definir la resistencia a la compresión.

GC4 = Concreto encauchado patrón (concreto modificado con 8 % de caucho en remplazo parcial del agregado fino), para definir la resistencia a la tracción.

GC5 = Concreto encauchado patrón (concreto modificado con 8 % de caucho en remplazo parcial del agregado fino), para determinar la resistencia a la flexión.

X1 = Incorporación 0.5% de FAR, en función al peso del cemento.

X2 = Incorporación 1.0% de FAR, en función al peso del cemento.

X3 = Incorporación 1.5% de FAR, en función al peso del cemento.

O1 = Análisis de la consistencia del concreto encauchado con 0.5 % de FAR.

O2 = Análisis de la consistencia del concreto encauchado con 1.0 % de FAR.

O3 = Análisis de la consistencia del concreto encauchado con 1.5 % de FAR.

O4 = Análisis de la consistencia del concreto encauchado.

O5 = Análisis de la permeabilidad del concreto encauchado con 0.5 % de FAR.

O6 = Análisis de la permeabilidad del concreto encauchado con 1.0 % de FAR.

O7 = Análisis de la permeabilidad del concreto encauchado con 1.5 % de FAR.

O8 = Análisis de la permeabilidad del concreto encauchado.

O9; O10; O11 = Análisis de la resistencia a la compresión del concreto encauchado con 0.5 % de FAR, con un control a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

O12; O13; O14 = Análisis de la resistencia a la compresión del concreto encauchado con 1.0% de FAR, con un control a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

O15; O16; O17 = Análisis de la resistencia a la compresión del concreto encauchado con 1.5% de FAR, con un control a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

O18; O19; O20 = Análisis de la resistencia a la compresión del concreto encauchado, con un control a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

O21; O22; O23 = Análisis de la resistencia a la tracción del concreto encauchado con 0.5 % de FAR, con un control a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

O24; O25; O26 = Análisis de la resistencia a la tracción del concreto encauchado con 1.0 % de FAR, con un control a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

O27; O28; O29 = Análisis de la resistencia a la tracción del concreto encauchado con 1.5 % de FAR, con un control a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

O30; O31; O32 = Análisis de la resistencia a la tracción del concreto encauchado, con un control a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

O33; O34; O35 = Análisis de la resistencia a la flexión del concreto encauchado con 0.5 % de FAR, con un control a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

O36; O37; O38 = Análisis de la resistencia a la flexión del concreto encauchado con 1.0 % de FAR, con un control a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

O39; O40; O41 = Análisis de la resistencia a la flexión del concreto encauchado con 1.5 % de FAR, con un control a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

O42; O43; O44 = Análisis de la resistencia a la flexión del concreto encauchado, con un control a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

3.3 Población y muestra.

3.3.1 Población.

Se define como el conjunto de personas, animales o elementos que comparten una característica específica relacionada con las variables estudiadas. También se entiende como el grupo de observación de un fenómeno a analizar, que puede ser estudiado en un contexto particular y bajo diferentes circunstancias (42).

La población del estudio incluye las distintas muestras de concreto necesarias para alcanzar los objetivos de la investigación, incluidas aquellas con adición de caucho y FAR.

3.3.2 Muestra.

La muestra hace referencia a un conjunto más reducido dentro de la población de interés, del cual se llevará a cabo la recopilación de datos. Es esencial que este subgrupo esté claramente definido y delimitado previamente, y que además sea una representación precisa de la población en su conjunto. El objetivo del investigador es lograr que cada hallazgo obtenido en esta muestra pueda generalizarse o extrapolarse al conjunto total de la población. La meta principal es asegurar que la muestra sea de un nivel representativo desde el punto de vista estadístico. En otras palabras, este conjunto de muestras se considera como una porción más pequeña, pero significativa, de la población previamente definida por sus características (40).

Se moldearán probetas de concreto de 100mm x 200mm acorde a la normativa NTP 339,035:2022, a su vez se elaborarán muestras para el ensayo de flexión según detalla la norma ASTM C78, estas serán elaboradas por cada dosificación de fibra de acero reciclado (0.5 %, 1.0 % y 1.5 %), serán creadas con una sustitución fija de 8% del agregado fino, por caucho reciclado, con la finalidad de someterlos a ensayos mecánicos de compresión, tracción y flexión.

3.3.2.1 Muestreo no probabilístico.

El muestreo no probabilístico se basa en el juicio personal del investigador, que elige deliberadamente qué elementos incorpora a la muestra. Estas muestras, también conocidas como muestras dirigidas, implican un proceso de selección informal y un tanto arbitrario. Entre las técnicas más comunes en este tipo de muestreo se encuentran: el muestreo casual, intencional, por cuotas, bola de nieve, entre otros (43).

3.3.2.1.1 Muestreo intencional

El investigador selecciona los elementos que a su juicio son representativos, lo cual exige del investigador un conocimiento previo de la población” (43).

Tabla 9.

Cantidad de muestras para los indicadores mecánicos concreto encauchado patrón.

Concreto encauchado (patrón)	Indicadores	Tiempos de curado (días)			Sub total	Total
		7	14	28		
F´c: 210 Kg/cm²	Resistencia a la compresión	3	3	3	9	27
	Resistencia a la tracción	3	3	3	9	
	Resistencia a la flexión	3	3	3	9	

Tabla 10.

Cantidad de muestras para los indicadores mecánicos concreto encauchado con los porcentajes de adición de FAR.

Indicadores	Forma	%	Tiempos de curado			Sub total	Total
			(días)				
			7	14	28		
Resistencia a la compresión	cilíndrica	0.50%	3	3	3	9	27
		1%	3	3	3	9	
		1.50%	3	3	3	9	
Resistencia a la tracción	cilíndrica	0.50%	3	3	3	9	27
		1%	3	3	3	9	
		1.50%	3	3	3	9	
Resistencia a la flexión	prismática	0.50%	3	3	3	9	27
		1%	3	3	3	9	
		1.50%	3	3	3	9	

Tabla 11.*Cantidad de muestras para el indicador de permeabilidad*

Indicadores	Forma	%	Cantidad	Sub total	Total
Permeabilidad	Cilíndrica	0.00%	3	3	12
		0.50%	3	3	
		1%	3	3	
		1.50%	3	3	

Tabla 12.
Cantidad total de muestras

	Tiempo de curado (días)	Concreto estándar $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Concreto encauchado (patrón)	Incorporación de FAR al concreto patrón			Sub total	Total
				0.5%	1.0%	1.5%		
Resistencia a la compresión	7	3	3	3	3	3	15	45
	14	3	3	3	3	3	15	
	28	3	3	3	3	3	15	
Resistencia a la tracción	7	3	3	3	3	3	15	45
	14	3	3	3	3	3	15	
	28	3	3	3	3	3	15	
Resistencia a la flexión	7	3	3	3	3	3	15	45
	14	3	3	3	3	3	15	
	28	3	3	3	3	3	15	
Permeabilidad		3	3	3	3	3	15	15
Total								150

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas e instrumentos de investigación.

3.4.1.1. Técnicas de investigación.

En una investigación, las técnicas comprenden un grupo de procesos estructurados sistemáticamente que orientan al investigador en la tarea de profundizar en el conocimiento y en el planteamiento de nuevas líneas de investigación. Pueden ser utilizadas en cualquier rama del conocimiento que busque la lógica y la comprensión del conocimiento científico de los hechos y acontecimientos que nos rodean (44).

- Observación: la observación es fundamental para comprender un fenómeno. Es un método ampliamente utilizado en las investigaciones cualitativas y cuantitativas.
- Las fichas: se utilizan como una herramienta complementaria. Su función es registrar la información relevante, permitiendo registrar los datos obtenidos a través de los instrumentos. Es crucial que estén organizadas de forma que nos facilite la localización de la información.

3.4.1.2. Instrumentos de investigación.

Un instrumento de investigación es una herramienta específica utilizada para recopilar y analizar información en el proceso de investigación. Estos instrumentos pueden incluir fichas de cotejo, cuestionarios, escalas de medición, fichas de entrevistas estructuradas, pruebas estandarizadas, entre otros. Los instrumentos de investigación ayudan a los investigadores a obtener información precisa y confiable sobre su tema de estudio y a llegar a conclusiones válidas y confiables. Es importante elegir el instrumento adecuado para asegurarse de obtener los mejores resultados de la investigación (45).

Los instrumentos empleados para evaluar las propiedades del concreto encauchado son:

- Instrumento N.º 1 a aplicarse en la medición de la consistencia del concreto encauchado.
- Instrumento N.º 2 para la medición de la permeabilidad del concreto encauchado.
- Instrumento N.º 3 a aplicarse en la medición de la resistencia a compresión del concreto encauchado.
- Instrumento N.º 4 a aplicarse en la medición de la resistencia a tracción del concreto encauchado.
- Instrumento N.º 5 a aplicarse en la medición de la resistencia a flexión del concreto encauchado.

Ficha de toma de datos

Tesis: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"

Por: Bach. Dimas Macedo Cahuana
Bach. Joselizardo Fernando Quiza Apaza

Fecha:/...../.....

CONSISTENCIA DEL CONCRETO ENCAUCHADO
 NTP 339.035 / ASTM C 143

Lugar:

Nº de Capas:

Instrumentos:

Nº de Golpes por Capa:

F'c Diseño:

CONCRETO EN ELABORACIÓN	SLUMP (Pulgadas)			SLUMP PROMEDIO	CONSISTENCIA
	Tanda 01	Tanda 02	Tanda 03		
F'c: 210 Kg/cm2 + 0.0%					
F'c: 210 Kg/cm2 + 0.5%					
F'c: 210 Kg/cm2 + 1.0%					
F'c: 210 Kg/cm2 + 1.5%					

Observaciones: _____

FUENTE: Elaboración Propia

Figura 22. Ficha de recolección de datos para la Consistencia del Concreto.

Ficha de toma de datos

Tesis: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"

Por: Bach. Dimas Macedo Cahuana
Bach. Joselizardo Fernando Quiza Apaza

Fecha muestreo:/...../.....

PERMEABILIDAD DEL CONCRETO ENCAUCHADO
 Según la NTP. 339.147

LUGAR :		NÚMERO DE MUESTRAS	
TIPO DE MUESTRA :		Dimensión:	Diseño de Mezcla :
FECHA DE ENSAYO :		Indicador :	

NOTA: En la presente ficha se detalla los datos obtenidos de la Permeabilidad de los testigos de concreto encauchado (concreto modificado con 10% de caucho en remplazo parcial del agregado fino), con adición de fibras recicladas en proporciones de 0%; 0.5%; 1.0% y 1.5%, en función al volumen del concreto. Se estudiará 3 testigos de concreto cilíndricos por cada porcentaje de adición.

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PERMEABILIDAD								
		Diámetro (mm)	Área (mm²)	Longitud (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	tiempo (seg)	ln (h1/h2)	Permeabilidad (mm/seg)	Permeabilidad Promedio
	F'c: 210 Kg/cm2 + 0.0%									
	F'c: 210 Kg/cm2 + 0.5%									
	F'c: 210 Kg/cm2 + 1.0%									
	F'c: 210 Kg/cm2 + 1.5%									

Observaciones: _____

FUENTE: Elaboración Propia

Figura 23. Ficha de toma de datos para la Permeabilidad del Concreto.

Tesis: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"

Por: Bach. Dimas Macedo Cahuana
Bach. Joselizardo Fernando Quiza Apaza

Fecha muestreo:/...../.....

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL

Según la NTP. 339.034

CANTERA :		NÚMERO DE MUESTRAS	
TIPO DE MUESTRA :		Dimensión:	Diseño de Mezcla :
FECHA DE ENSAYO :		Indicador :	

NOTA: En la presente ficha se detalla los datos obtenidos de la *resistencia a la compresión* de los testigos de concreto encauchado (concreto modificado con 10% de caucho en remplazo parcial del agregado fino), con adición de fibras recicladas en proporciones de 0%; 0.5%; 1.0% y 1.5%, en función al volumen del concreto. Según la normativa, se requiere fabricar al menos 2 muestras para determinar la resistencia a la compresión para cada periodo de tiempo, pero en este caso se han preparado 3 muestras por cada edad a evaluar.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA		EDAD	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm)	LECTURA (kg/ff)	RESISTENCIA (kg/cm2)	(%)
		MOLDEO	ROTURA						
	F'c: 210 Kg/cm2 + 0.0%			7					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 0.5%			7					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 1.0%			7					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 1.5%			7					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 0.0%			14					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 0.5%			14					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 1.0%			14					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 1.5%			14					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 0.0%			28					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 0.5%			28					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 1.0%			28					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 1.5%			28					

Observaciones: _____

FUENTE: Elaboración Propia

Figura 24. Ficha de toma de datos para la Resistencia a Compresión del Concreto.

Tesis: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"

Por: Bach. Dimas Macedo Cahuana
Bach. Joselizardo Fernando Quiza Apaza

Fecha muestreo:/...../.....

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Según la NTP 339.084

CANTERA		NÚMERO DE MUESTRAS	
TIPO DE MUESTRA		Dimensión:	Diseño de Mezcla :
FECHA DE ENSAYO		Indicador :	

NOTA: En la presente ficha se detalla los datos obtenidos de la *resistencia a la tracción* de los testigos de concreto encauchado (concreto modificado con 10% de caucho en remplazo parcial del agregado fino), con adición de fibras recicladas en proporciones de 0%; 0.5%; 1.0% y 1.5%, en función al volumen del concreto. Según la normativa, se requiere fabricar al menos 2 muestras para determinar la resistencia a la compresión para cada período de tiempo, pero en este caso se han preparado 3 muestras por cada edad a evaluar.

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA		EDAD	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm)	LECTURA (kg/f)	RESISTENCIA (kg/cm2)	(%)
		MOLDEO	ROTURA						
	F'c: 210 Kg/cm2 + 0.0%			7					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 0.5%			7					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 1.0%			7					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 1.5%			7					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 0.0%			14					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 0.5%			14					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 1.0%			14					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 1.5%			14					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 0.0%			28					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 0.5%			28					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 1.0%			28					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 1.5%			28					

Observaciones: _____

FUENTE: Elaboración Propia

Figura 25. Ficha de toma de datos para la Resistencia a Tracción del Concreto.

ficha de toma de datos

Tesis: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"

Por: Bach. Dimas Macedo Cahuana
Bach. Joselizardo Fernando Quiza Apaza

Fecha muestreo:/...../.....

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENCAUCHADO, EN VIGAS

Según la NTP 339.079

CANTERA :		NÚMERO DE MUESTRAS	
TIPO DE MUESTRA :		Dimensión:	Diseño de Mezcla :
FECHA DE ENSAYO :		Indicador :	

NOTA: En la presente ficha se detalla los datos obtenidos de la *resistencia a la flexión* de los testigos de concreto encauchado de sección tipo viga, con adición de fibras recicladas en proporciones de 0%; 0.5%; 1.0% y 1.5%, en función al volumen del concreto. Se moldeara 3 vigas por cada edad del concreto.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA		EDAD	L	B	H	LECTURA (N)	MÓDULO DE ROTURA (Mpa)
		MOLDEO	ROTURA						
	F'c: 210 Kg/cm2 + 0.0%			7					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 0.5%			7					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 1.0%			7					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 1.5%			7					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 0.0%			14					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 0.5%			14					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 1.0%			14					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 1.5%			14					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 0.0%			28					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 0.5%			28					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 1.0%			28					
	F'c: 210 Kg/cm2 + 1.5%			28					

Observaciones: _____

FUENTE: Elaboración Propia

Figura 26. Ficha de toma de datos para la Resistencia a Flexión del Concreto.

3.4.2. Validez de instrumentos de investigación.

3.4.2.1. Presentación de expertos.

Tabla 13.

Presentación de Expertos

Ítem	Nombres y Apellidos	Profesión	Colegiatura	Experiencia laboral
1	Victor Palomino Rojo	1. Ingeniero Civil	44206	1. Residente de Obra del CONSORCIAL VIAL MIRAFLORES, en la obra por administración indirecta <i>"Mejoramiento del servicio de movilidad urbana en la vía colectora comprendida entre la intersección mo 611(villa Miraflores) y el sector del Promuvi 1, distrito el Algarrobal, provincia Ilo, departamento Moquegua"</i> , (2022 - Jun 2023).
		2.Estudios de Maestría en Ciencias con especialización en “Ingeniería de Transportes”, realizados en la sección de Posgrado y segunda especialización de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería de Lima. Diciembre de 2010.		2. Residente de obra del CONSORCIO INCA, obra <i>“Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular en la Vía Vecinal Km 22+400 EMP. 510 la Barrera – Ispacas – de los Distritos del rio Grande – Distritos de Yanaquihua – Provincia de Condesuyos – Departamento de Arequipa"</i> , (23 Feb 2020 - 23 May 2023).
				3. Residente de obra del CONSORCIO CHIRINOS en la obra <i>“Mejoramiento de la Infraestructura Vial urbana del Jr. comandante Chirinos Cdra. 02, del distrito de Morales, Provincia de San Martín – departamento de San Martín"</i> , (12 May 2022 - 10 de Jul 2022).

		1. Ingeniero Civil		1. Especialista del área de CALIDAD del CONSORCIO VIAL CAHUACHO, en la obra por contrata <i>"Mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de las principales vías en el anexo Ayroca, distrito de Cahuacho, provincia de Caraveli - Arequipa"</i> (13 Oct 2023 - 15 Abr 2024).
2	Fredy Angel Coila Zea	2. Ingeniero Especialista del área de control de calidad en obras Publicas	247772	2. Especialista de control de calidad en la supervisión de obra <i>"Mejoramiento y ampliación de la captación, línea de conducción y reservorio del sistema de agua potable en el centro poblado de Cahuacho, del distrito de Cahuacho - provincia de Caraveli - departamento de Arequipa"</i> , (26 Set - 10 Oct 2023).
				3. Especialista del área de CALIDAD del CONSORCIO PUENTE CHULLUPATA, en la obra <i>"Renovación de puente; en el(la) puente Chullupata distrito de Maca, provincia de Caylloma, departamento de Arequipa"</i> (02 Jun - 01 Set 2023).
3	Leonardo Favio Chavez Urbina	1. Ingeniero Civil	263716	1. Especialista de Suelos y Pavimentos de la empresa EL HORIZONTE, en la obra <i>"Mejoramiento de la vía vecinal mo 609 - mo 610: Emp mo 609 (sector el Algodonal) - mo 610 (sector yaral) distrito del Algarrobal - provincia de Ilo - departamento de Moquegua desde la Progresiva km 1+240 hasta la progresiva 2+350 – meta 2"</i> , (Abril 2023 - Jun 2023).

2. Especialista en Suelos y Pavimentos	2. Especialista de Suelos y Pavimentos del CONSORCIO VIAL MIRAFLORES, en la obra " <i>Mejoramiento del servicio de movilidad urbana en la vía colectora comprendida entre la intersección mo 611(villa Miraflores) y el sector del Promuvi 1, distrito el Algarrobal, provincia Ilo, departamento Moquegua</i> ", (Set 2022 - Dic 2022).
3. Ingeniero de control de calidad en obras Civiles	3. Ingeniero de control de Calidad, en la empresa "LAB CONSULT INGENIERIA", (Mar 2021 - Ago 2022).

Cálculo de V de Aiken

El V de Aiken, “Es un coeficiente que se calcula como la razón entre un dato obtenido y la suma máxima de las diferencias de los valores posibles”, Se puede determinar de las apreciaciones de un grupo jueces sobre un ítem o en su caso de un juez sobre un grupo de ítems. Asimismo, estas valorizaciones pueden ser dicotómicas y/o politómicas.

En esta ocasión, para nuestra investigación de tesis se determinará para respuestas dicotómicas, con el análisis de cada ítem por un grupo de jueces, los cuales son:

- Ing. Victor Palomino Rojo
- Ing. Fredy ángel Coila Zea
- Ing. Leonardo Favio Chavez Urbina

La V de Aiken se calcula de manera precisas utilizando la fórmula que se detalla a continuación:

$$V = \frac{S}{n (C - 1)}$$

Donde:

S: Es la suma de los veredictos y/o respuestas proporcionadas por cada experto para cada ítem.

n: Número de expertos participantes es esta investigación de tesis = 3

C: Cantidad de valores en la escala de valoración (C = 3)

Tabla 14.

Calificación de la V de Aiken

V de Aiken	Interpretación	Simbología
0.00 - 0.79	Débil	D
0.80 - 0.89	Aceptable	A
0.90 - 1.00	Fuerte	F

3.4.2.2. Resumen de las evaluaciones de los ítems de los instrumentos a medir.

Tabla 15.

Resumen de la evaluación de los contenidos de los ítems del instrumento para la medición de la consistencia

Ficha de registro de datos N. 01: CONSISTENCIA DEL CONCRETO							
ÍTEMS	EXPERTOS			SUMA DE ACUERDOS TOTAL (S)	V DE AIKEN		DESCRIPCIÓN
	1	2	3				
1	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
2	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
3	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
4	1	2	2	5	$5/(3*2) =$	0.833	ACEPTABLE
5	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
6	2	2	1	5	$5/(3*2) =$	0.833	ACEPTABLE
7	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
8	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
9	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
10	1	1	1	3	$3/(3*2) =$	0.5	DEBIL
TOTAL					0.917		FUERTE

Interpretación: Se observa el cálculo de V de Aiken, de la FICHA N.º 01 de evaluación de los contenidos de los ítems del instrumento para la medición de la consistencia, teniendo como resultado; 0.917, lo que corresponde a una descripción FUERTE.

Tabla 16.

Resumen de la evaluación de los contenidos de los ítems del instrumento para la medición de la Permeabilidad

Ficha de registro de datos N. 02: PERMEABILIDAD DEL CONCRETO							
ÍTEMS	EXPERTOS			SUMA DE ACUERDOS TOTAL (S)	V DE AIKEN		DESCRIPCIÓN
	1	2	3				
1	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
2	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
3	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
4	1	2	2	5	$5/(3*2) =$	0.833	ACEPTABLE
5	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
6	2	2	1	5	$5/(3*2) =$	0.833	ACEPTABLE
7	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
8	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
9	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
10	1	1	1	3	$3/(3*2) =$	0.5	DEBIL
TOTAL					0.917		FUERTE

Interpretación: Se observa el cálculo de V de Aiken, de la FICHA N.º 02 de evaluación de los contenidos de los ítems del instrumento para la medición de la permeabilidad, teniendo como resultado; 0.917, lo que corresponde a una descripción FUERTE.

Tabla 17.

Resumen de la evaluación de los contenidos de los ítems del instrumento para la medición de la resistencia a la Compresión del Concreto.

Ficha de registro de datos N. 03: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO							
ÍTEMS	EXPERTOS			SUMA DE ACUERDOS TOTAL (S)	V DE AIKEN		DESCRIPCIÓN
	1	2	3				
1	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
2	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
3	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
4	1	2	2	5	$5/(3*2) =$	0.833	ACEPTABLE
5	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
6	2	2	1	5	$5/(3*2) =$	0.833	ACEPTABLE
7	1	2	2	5	$5/(3*2) =$	0.833	ACEPTABLE
8	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
9	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
10	1	1	1	3	$3/(3*2) =$	0.5	DEBIL
TOTAL					0.9		FUERTE

Interpretación: Se observa el cálculo de V de Aiken, de la FICHA N.º 03 de evaluación de Contenido de los ítems del instrumento para la medición de la resistencia a la compresión, teniendo como resultado; 0.9, lo que corresponde a una descripción FUERTE.

Tabla 18.

Resumen de la evaluación de los contenidos de los ítems del instrumento para la medición de la resistencia a la Tracción del Concreto.

Ficha de registro de datos N. 04: RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO							
ÍTEMS	EXPERTOS			SUMA DE ACUERDOS TOTAL (S)	V DE AIKEN		DESCRIPCIÓN
	1	2	3				
1	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
2	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
3	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
4	1	2	2	5	$5/(3*2) =$	0.833	ACEPTABLE
5	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
6	2	2	1	5	$5/(3*2) =$	0.833	ACEPTABLE
7	1	2	2	5	$5/(3*2) =$	0.833	ACEPTABLE

8	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
9	2	1	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
10	1	1	1	3	$3/(3*2) =$	0.5	DEBIL
TOTAL						0.9	FUERTE

Interpretación: Se observa el cálculo de V de Aiken, de la FICHA N.º 04 de evaluación de los contenidos de los ítems del instrumento para la medición de la resistencia a la tracción, teniendo como resultado; 0.9, lo que corresponde a una descripción FUERTE.

Tabla 19.

Resumen de la evaluación de los contenidos de los ítems del instrumento para la medición de la resistencia a la Flexión del Concreto.

Ficha de registro de datos N. 05: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO							
ÍTEMS	EXPERTOS			SUMA DE ACUERDOS TOTAL (S)	V DE AIKEN	DESCRIPCIÓN	
	1	2	3				
1	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
2	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
3	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
4	1	2	2	5	$5/(3*2) =$	0.833	ACEPTABLE
5	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
6	2	2	1	5	$5/(3*2) =$	0.833	ACEPTABLE
7	1	2	2	5	$5/(3*2) =$	0.833	ACEPTABLE
8	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
9	2	2	2	6	$6/(3*2) =$	1	FUERTE
10	1	1	1	3	$3/(3*2) =$	0.5	DEBIL
TOTAL					=	0.9	FUERTE

Interpretación: Se observa el cálculo de V de Aiken, de la FICHA N.º 05 de evaluación de los contenidos de los ítems del instrumento para la medición de la resistencia a la flexión, teniendo como resultado; 0.9, lo que corresponde a una descripción FUERTE.

3.4.3. Procedimiento de recolección de datos.

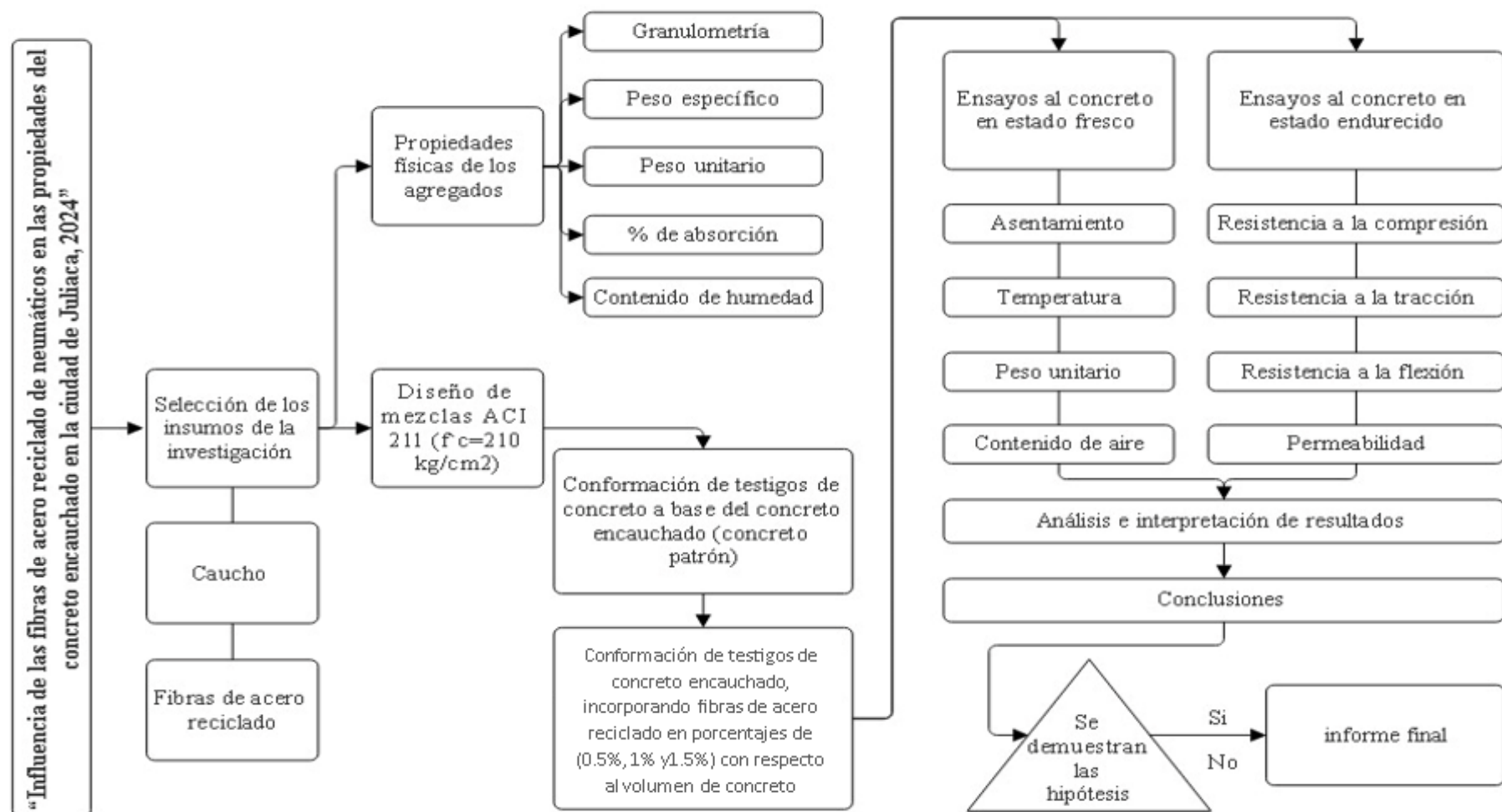


Figura 27. Esquema general del proyecto

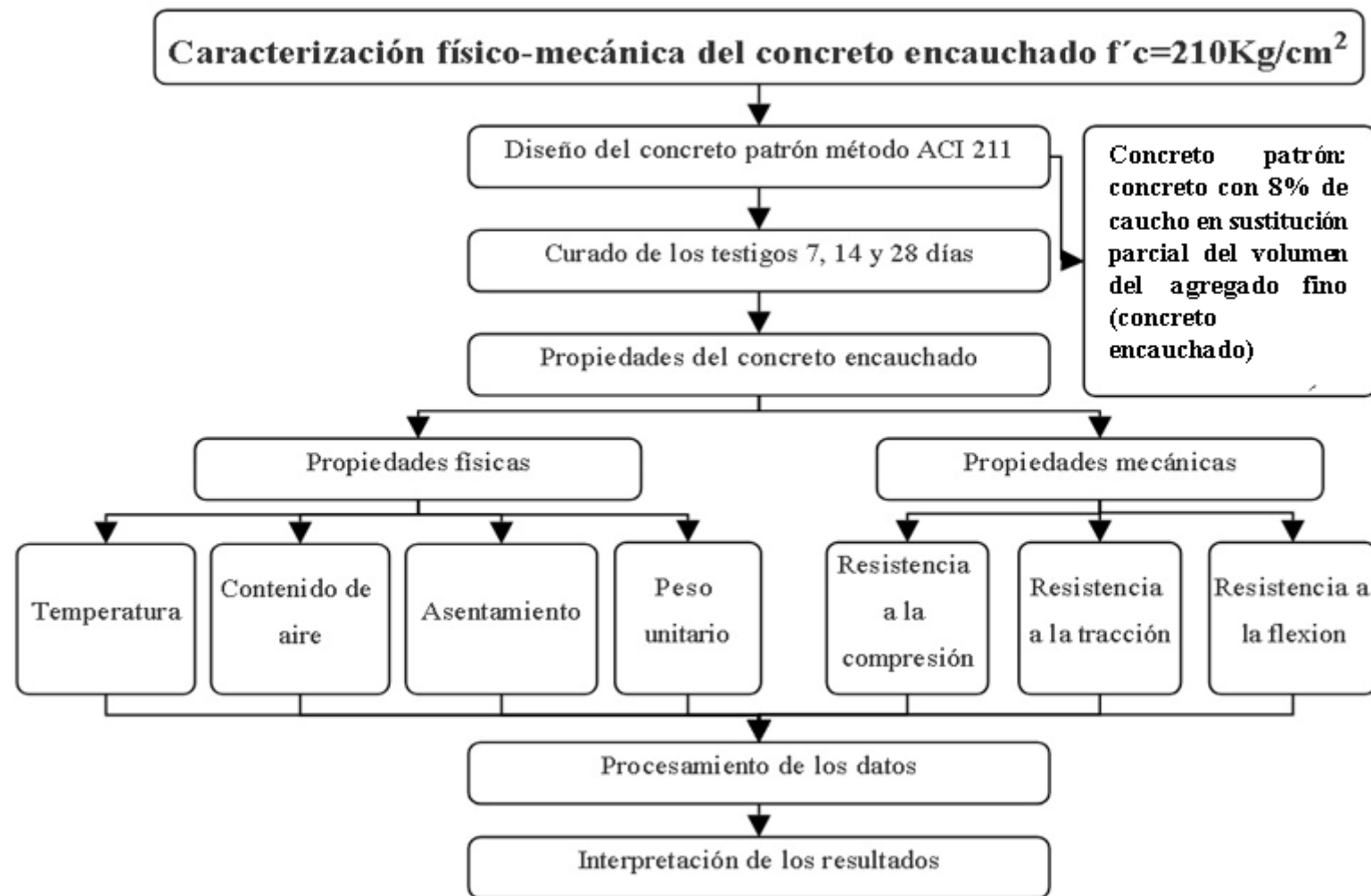


Figura 28. Diagrama de flujo de la caracterización físico-mecánico del Concreto Encauchado (Patrón) $F'c = 210\text{Kg/cm}^2$.

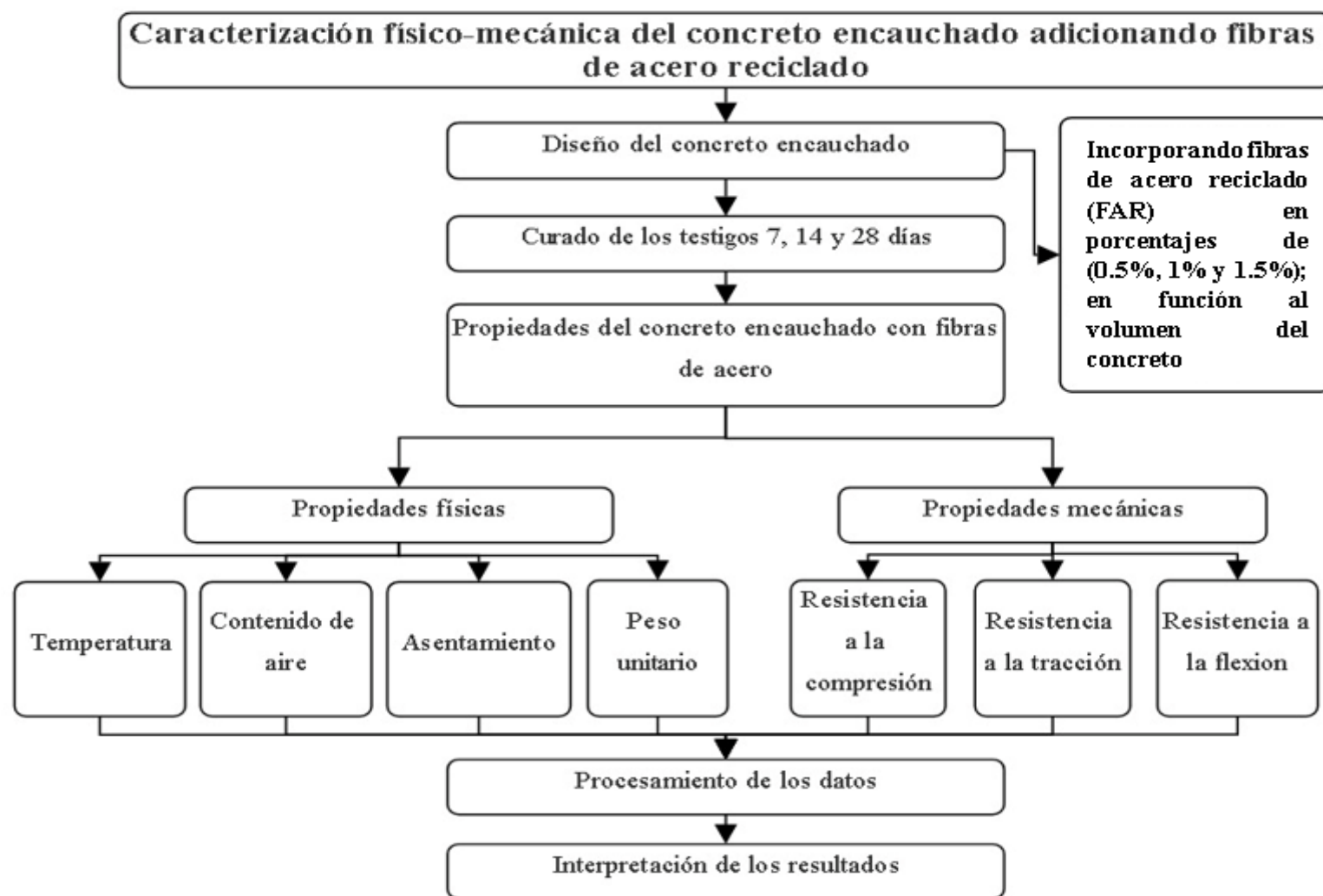


Figura 29. Diagrama de flujo de la caracterización físico – mecánica del concreto encauchado adicionando FAR.

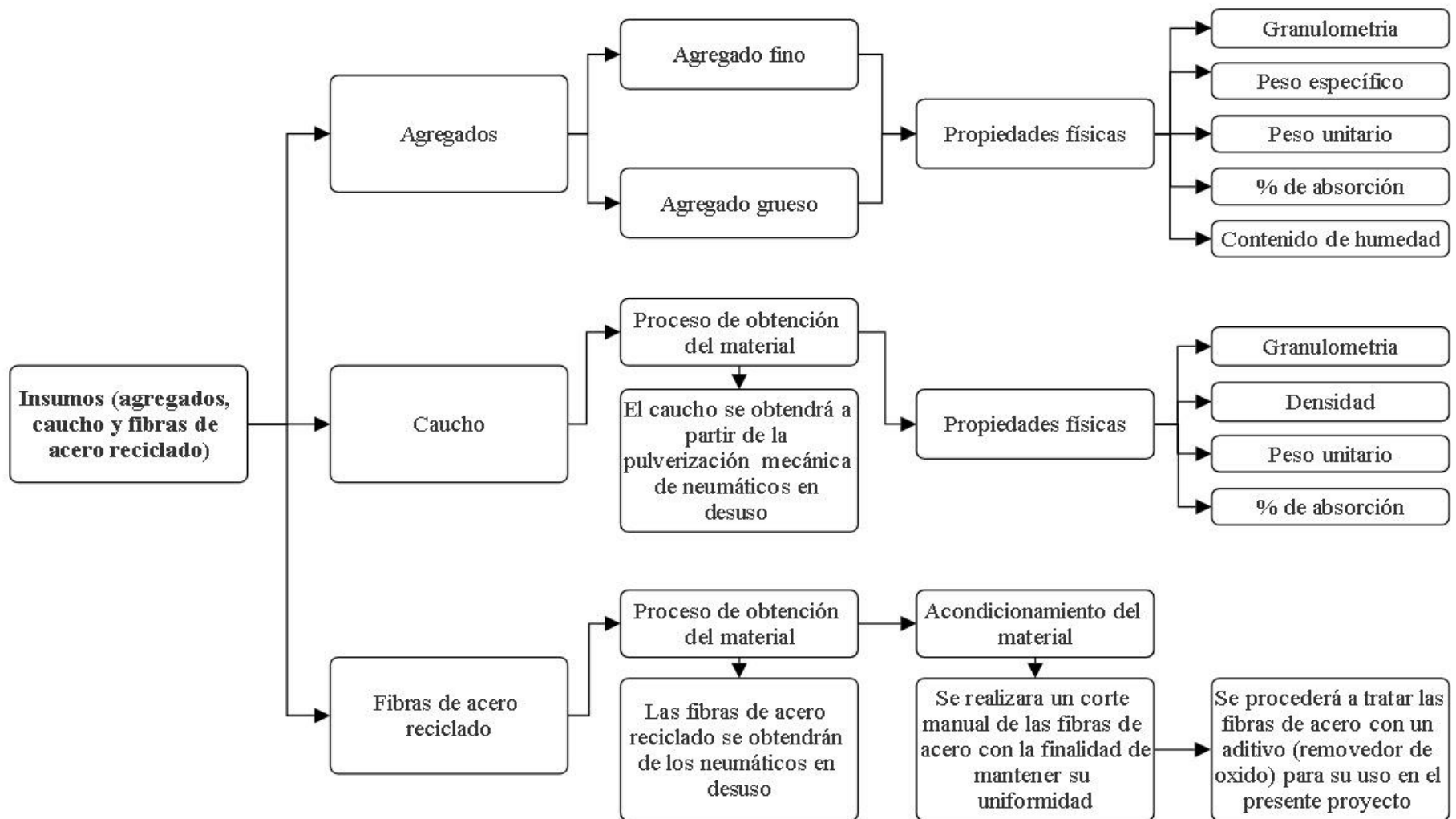


Figura 30. Diagrama de flujo de la caracterización de los insumos.

3.4.3.1. Ubicación y zona de estudio



Figura 31. Ubicación y zona de estudio del proyecto

3.4.3.2 Trabajos de exploración.

Juliaca en los últimos años ha sido la ciudad que más contaminación ambiental ha generado, por quema de llantas, he ahí, la idea de poder reciclar estas llantas que comúnmente se encuentran botadas en distintos lugares de la ciudad de Juliaca, visitando distintas zonas de la ciudad, Se hizo la obtención de llantas fuera de uso (NFU), de donde se adquirió dos de los materiales a utilizar para nuestra investigación, los cuales son:

- Fibras de acero proveniente de neumáticos fuera de uso.
- Caucho molido, proveniente de neumáticos fuera de uso.



Figura 32. Llantas botadas fuera de uso (NFU) en zonas menos concurridas en la ciudad de Juliaca.

3.4.3.3 Recorrido para toma de datos

Los agregados, tales como, la piedra chancada de 3/4" y el agregado fino, se obtuvieron de una planta chancadora "JESERVI", ubicado a 15 km de la ciudad de Juliaca, entre la carretera Juliaca – Arequipa.

3.4.3.4 Selección y obtención de materiales

a. Agregado grueso

El agregado grueso empleado en la investigación se obtuvo de la planta chancadora "Jeservi" a la cual se tuvo acceso mediante el uso de una unidad vehicular, para luego proceder a transportar el material al laboratorio, donde se llevaron a cabo pruebas de (granulometría, peso específico, contenido de humedad, peso unitario y absorción), todo esto con el objetivo de describir las características físicas del material.

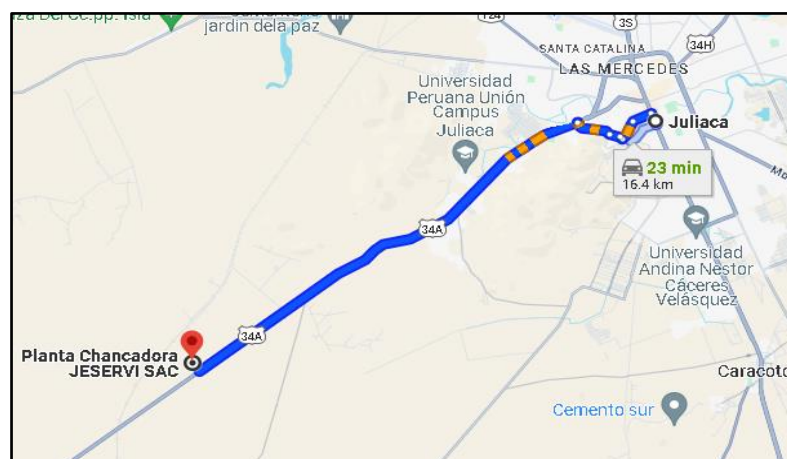


Figura 33. Ubicación de la planta chancadora (JESERVI SAC).



Figura 34. Chancadora de Piedra de 1/2" en (JESERVI SAC).

b. Agregado fino

El agregado fino empleado en la investigación se obtuvo de la cantera “Isla” a la cual se tuvo acceso mediante el uso de una unidad vehicular, para luego proceder a transportar el material al laboratorio, donde se llevaron a cabo pruebas de (granulometría, peso específico, contenido de humedad, peso unitario y absorción), todo esto con el objetivo de describir las características físicas del material.



Figura 35. Obtención de Arena Gruesa de la Planta Chancadora (JESERVI SAC)

c. Caucho

El caucho molido empleado en este estudio se obtuvo a partir de la trituración mecánica de los neumáticos y fue comprado de manera comercialmente en la ciudad de Juliaca, a través de una empresa local especializada en el reciclaje de neumáticos usados, este material se distingue por pasar a través de la malla N.º 4, sin embargo, se desconoce otras propiedades como su granulometría, peso unitario (suelto y compactado), contenido de humedad, absorción y peso específico.



Figura 36. Caucho molido.

d. Fibras de acero reciclado

Las fibras de acero empleadas en el presente trabajo de investigación se obtuvieron a partir de neumáticos fuera de uso los cuales se recolectaron de los diferentes botaderos de la ciudad.

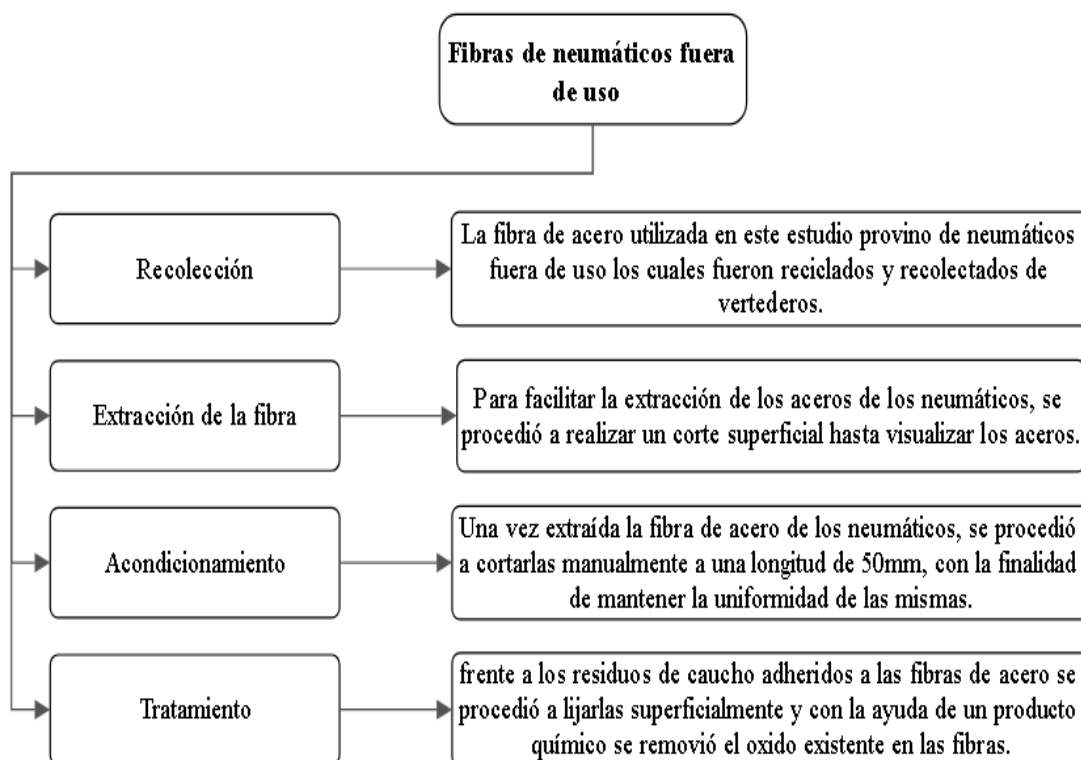


Figura 37. Diagrama de flujo del acondicionamiento de las fibras de acero reciclados de los neumáticos en desuso.

Tabla 20.

Caracterización de las fibras de acero reciclados

Propiedades físicas	Características
Longitud	50mm
Diámetro	1.45mm
Peso unitario	3.25gr
Aspecto	Fibra de acero
Color	Acero



Figura 38. Proceso de obtención de Fibras de Acero recicladas de neumáticos fuera de uso.



Figura 39. Fibra de Acero reciclado extraído de (NFU).



Figura 40. Proceso de tratamiento de las Fibras de Acero, con removedor de oxido.

e. Cemento

El cemento utilizado en la investigación fue de la marca comercial Rumi tipo IP, por ser una de las marcas más comerciáveis de la localidad.

d. Agua

El agua empleada en la investigación fue proporcionada por la empresa Seda Juliaca, la cual da garantía de la potabilidad de este recurso.

3.4.3.5 Ensayos realizados a los materiales

Los experimentos se realizaron en el laboratorio, cumpliendo con las pautas establecidas por la Norma Técnica Peruana (NTP) y de la norma American Society For Testing Materials (ASTM).

Tabla 21.

Ensayos realizados a los materiales

ENSAYOS	NORMATIVA	
Análisis granulométrico	NTP 400.012	ASTM C 136
Contenido de humedad	NTP 339.185	ASTM C 566
Peso unitario	NTP 400.017	ASTM C 29
Peso específico y % de absorción del agregado grueso	NTP 400.021	ASTM C 127
Peso específico y % de absorción del agregado fino	NTP 400.022	ASTM C 128

a. Análisis granulométrico por tamizado

Teniendo el objetivo de caracterizar la gradación de los materiales, estos procedieron a ser pasados por el juego de tamices normalizado.

Tomando en consideración la norma MTC E 201, que indica la cantidad mínima de la muestra.

Equipos y materiales

- Balanza para Agregado Fino
- Balanza para Agregado Grueso.
- Estufa (Horno)
- Tamices
- Recipientes metálicos
- Cucharon

Desarrollo del ensayo según lo establecido en la NTP 400.012 y la ASTM C 136

Se procedió a tomar una cantidad representativa de la muestra el cual se obtuvo del cuarteo desarrollado, para luego colocarla en la estufa a una temperatura constante de $110 \pm 5^\circ \text{C}$ con la finalidad de secarla, una vez seca la muestra se llevó a tamizar en los distintos tamices ($3/8''$, N.º 4, N.º 8, N.º 16, N.º 30, N.º 50, N.º 100); de manera opcional se tomó en consideración el tamiz N.º 200 y el fondo para retener finos en el caso existan, luego se procedió a pesar las muestras retenida en cada tamiz y procesar la información.



Figura 41. Análisis granulométrico, agregado fino y grueso.



Figura 42. Proceso de tamizaje de los agregados.

a.1 Análisis granulométrico del agregado fino

Tabla 22.

Análisis granulométrico del agregado fino

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/4"	19.050	--	--	--	100
3/8"	9.525	--	--	--	100
N.º 4	4.750	8.1	1.7	1.7	98.3
N.º 8	2.360	105.3	21.5	23.1	76.9
N.º 16	1.190	113.1	23.0	46.2	53.8
N.º 30	0.600	89.7	18.3	64.4	35.6
N.º 50	0.300	74.6	15.2	79.6	20.4
N.º 100	0.150	54.7	11.1	90.8	9.2
N.º 200	0.075	28.6	5.8	96.6	3.4
<N.º 200	fondo	16.6	3.4	100.0	0.0

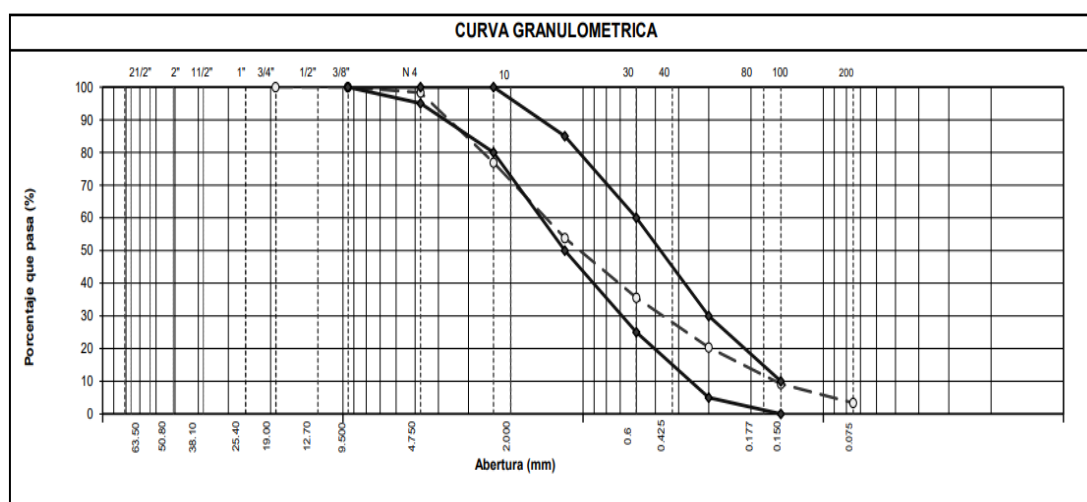


Figura 43. Curva granulométrica del agregado fino.

a.2 Análisis granulométrico del agregado grueso



Figura 44. Análisis granulométrico

Tabla 23.

Análisis granulométrico del agregado grueso

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	--	--	--	100
2 1/2"	63.500	--	--	--	100
2"	50.600	--	--	--	100
1 1/2"	38.100	--	--	--	100
1"	25.400	--	--	--	100
3/4"	19.050	42.8	3.7	3.7	96.3
1/2"	12.700	520.4	45.1	48.8	51.2
3/8"	9.525	353.9	30.7	79.5	20.5
1/4"	6.350	220.4	19.1	98.6	1.4
Nº 4	4.750	13.8	1.2	99.7	0.3
Nº 8	2.360	1.6	0.0	99.7	0.3
<Nº 200	fondo	1.3	0.0	99.7	0.3

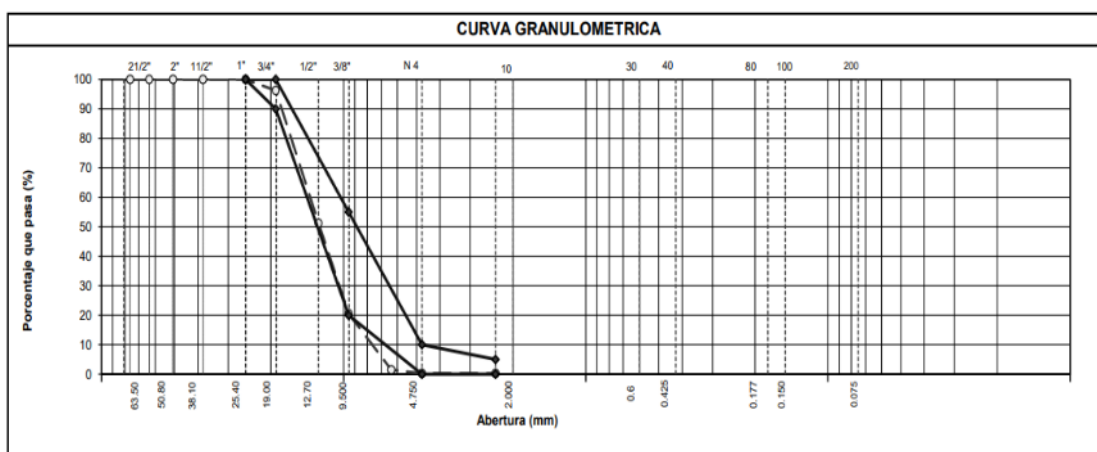


Figura 45. Curva granulométrica del agregado grueso.

a.3 Análisis granulométrico del caucho



Figura 46. Análisis granulométrico del caucho

Tabla 24.

Análisis granulométrico del caucho

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/4"	19.050	--	--	--	100
3/8"	9.525	--	--	--	100
N.º 4	4.750	0.2	0.2	0.2	99.8
N.º 8	2.360	8.5	7.7	7.8	92.2
N.º 16	1.190	17.4	15.7	23.5	76.5
N.º 30	0.600	41.6	37.5	61.0	39.0
N.º 50	0.300	30.5	27.5	88.5	11.5
N.º 100	0.150	9.4	8.5	97.0	3.0
N.º 200	0.075	2.1	1.9	98.9	1.1
<N.º 200	fondo	1.2	1.1	100.0	0.0

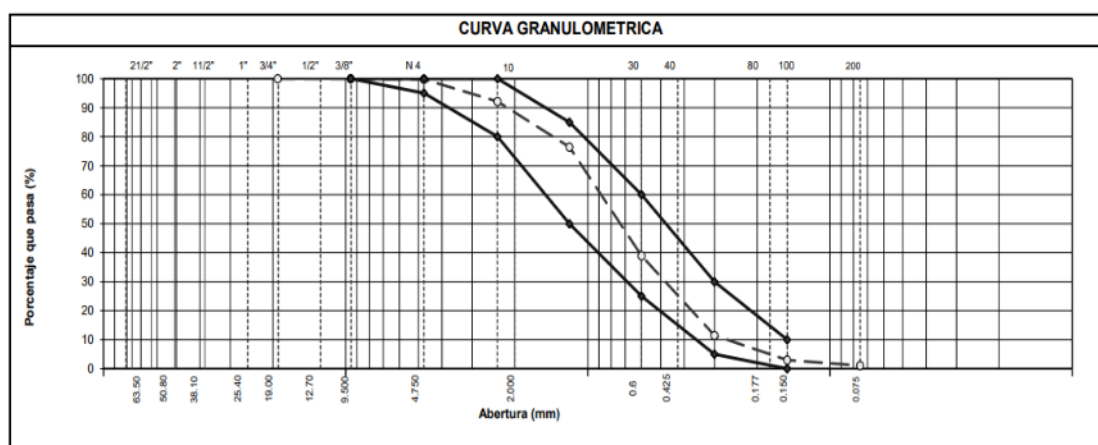


Figura 47. Curva granulométrica del caucho.

a.3 Análisis granulométrico del agregado fino + caucho

Tabla 25.

Análisis granulométrico del agregado fino + caucho

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/4"	19.050	--	--	--	100
3/8"	9.525	--	--	--	100
N.º 4	4.750	8.30	1.77	1.77	98.23
N.º 8	2.360	98.30	21.00	22.77	77.23
N.º 16	1.190	123.65	26.41	49.18	50.82
N.º 30	0.600	105.20	22.47	71.65	28.35
N.º 50	0.300	53.20	11.36	83.01	16.99
N.º 100	0.150	42.10	8.99	92.00	8.00

N.º 200	0.075	22.10	4.72	96.72	3.28
<N.º 200	fondo	15.30	3.27	99.98	0.0

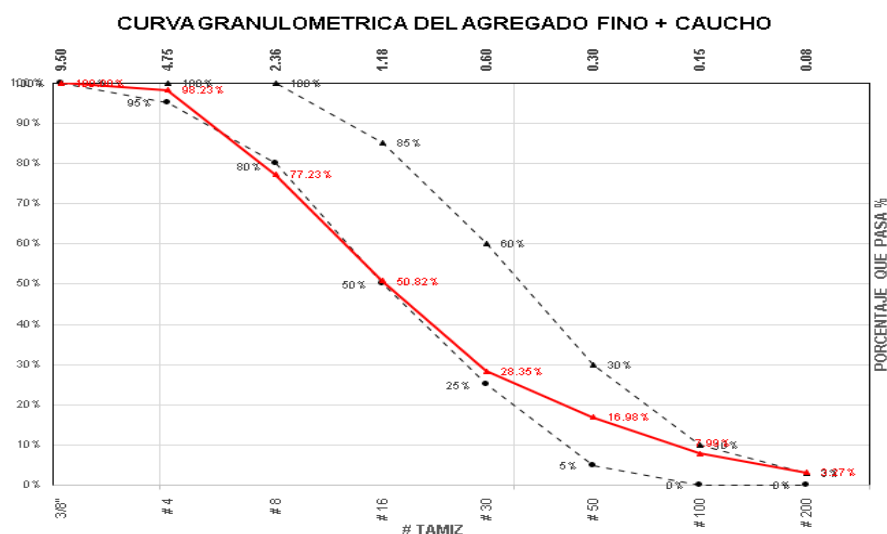


Figura 48. Curva granulométrica del agregado fino + caucho

b. Peso Unitario suelto y compactado

Equipos y materiales

- Balanza: con una exactitud de 0,1% en relación con el peso del material usado.
- Varilla de acero liso con un diámetro de 5/8" y una longitud de 60 cm.
- Recipiente cilíndrico de material Metálico, según normativa.
- Regla metálica para nivelar los recipientes.
- Moldes de 4" para agregado fino
- Molde de 6" para Agregado Grueso.
- Cucharón.

Desarrollo del ensayo según lo establecido en la NTP 400.017 y ASTM C29.

Con la finalidad de definir el peso unitario suelto, se pesaron los moldes y luego se procedió a soltar el material en el recipiente metálico a una altura de 20cm, una vez repleto el recipiente (molde) se enraza con la ayuda de la regla metálica. Por otra parte, para definir el peso unitario compactado, se llenó el molde en tres capas, cada una de las cuales se compacto utilizando una varilla lisa de acero, aplicando 25 golpes por capa hasta culminar el llenado del recipiente y nivelarlo con la regla metálica. Este procedimiento tiene por finalidad calcular la masa por unidad de volumen o densidad, y los resultados se recogerán y posteriormente se procesarán.

b.1 Peso unitario suelto y compactado del agregado fino



Figura 49. Peso unitario suelto y compacto del agregado fino.

Tabla 26.

Datos del molde empleado en el ensayo del peso unitario del agregado fino

DATOS DEL MOLDE	
Diámetro (cm)	15.22
Altura (cm)	11.67
Masa (gr.)	6548.0
Volumen (cm3)	2123.2

Tabla 27.

Peso unitario del agregado fino (suelto)

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO				
DESCRIPCIÓN	UND	SUELTO		
Masa de molde + muestra	gr	9808.0	9800.0	9851.0
Masa de molde	gr	6548.0	6548.0	6548.0
Volumen de molde	cm3	2123.2	2123.2	2123.2
Peso unitario	gr/ cm3	1535.4	1531.7	1555.7
Promedio del peso unitario	gr/ cm3	1540.9		

Tabla 28.

Peso unitario del agregado fino (compactado)

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO				
DESCRIPCIÓN	UND	COMPACTADO		
Masa de molde + muestra	gr.	10190.0	10204.0	10196.0
Masa de molde	gr.	6548.0	6548.0	6548.0
Volumen de molde	cm3	2123.2	2123.2	2123.2
Peso unitario	gr/cm3	1715.3	1721.9	1718.2
Promedio del peso unitario	gr/cm3	1718.5		

b.2 Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

Tabla 29.

Datos del molde empleado en el ensayo del peso unitario del agregado grueso

DATOS DEL MOLDE	
Diámetro (cm)	15.22
Altura (cm)	17.82
Masa (gr.)	8527.0
Volumen (cm ³)	3242.1

Tabla 30.

Peso unitario del agregado grueso (suelto)

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCIÓN	UND	SUELTO		
Masa del molde + muestra	gr.	12859.0	12896.0	12807.0
Masa del molde	gr.	8527.0	8527.0	8527.0
Volumen del molde	cm ³	3242.1	3242.1	3242.1
Peso unitario	gr/cm ³	1336.2	1347.6	1320.1
Promedio del peso unitario	gr/cm³	1334.6		

Tabla 31.

Peso unitario del agregado grueso (compactado)

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCIÓN	UND	COMPACTADO		
Masa del molde + muestra	gr.	13400.0	13406.0	13393.0
Masa del molde	gr.	8527.0	8527.0	8527.0
Volumen del molde	cm ³	3242.1	3242.1	3242.1
Peso unitario	gr/cm ³	1503.0	1504.9	1500.9
Promedio del peso unitario	gr/cm³	1502.9		

b.3 Peso unitario suelto y compactado del caucho



Figura 50. Peso unitario suelto y compacto del Caucho.



Figura 51. Procedimiento del análisis suelto y compacto del Caucho.

Tabla 32.

Datos del molde empleado en el ensayo del peso unitario del caucho

DATOS DEL MOLDE	
Diámetro (cm)	10.13
Altura (cm)	11.57
Masa (gr.)	4146
Volumen (cm ³)	940.55

Tabla 33.

Peso unitario del caucho (suelto)

PESO UNITARIO DEL CAUCHO				
DESCRIPCIÓN	UND	SUELTO		
Masa de molde + muestra	gr.	4530.0	4527.0	4528.0
Masa de molde	gr.	4146.0	4146.0	4146.0
Volumen de molde	cm ³	940.5	940.5	940.5
Peso unitario	gr/cm ³	408.3	405.1	406.1
Promedio del peso unitario	gr/cm³	406.5		

Tabla 34.

Peso unitario del caucho (compactado)

PESO UNITARIO DEL CAUCHO				
DESCRIPCIÓN	UND	COMPACTADO		
Masa de molde + muestra	gr.	4708.0	4715.0	4714.0
Masa de molde	gr.	4146.0	4146.0	4146.0

Volumen de molde	cm3	940.5	940.5	940.5
Peso unitario	gr/cm3	597.5	605.0	603.0
Promedio del peso unitario	gr/cm3		602.1	

b.4 Peso unitario suelto y compactado del agregado fino + caucho

Tabla 35.

Datos del molde empleado en el ensayo del peso unitario del agregado fino + caucho

DATOS DEL MOLDE	
Diámetro (cm)	15.22
Altura (cm)	11.67
Masa (gr.)	6548.0
Volumen (cm3)	2123.2

Tabla 36.

Peso unitario del agregado fino + caucho (suelto)

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO + CAUCHO				
DESCRIPCIÓN	UND	SUELTO		
Masa de molde + muestra	gr.	9663.0	9656.0	9704.0
Masa de molde	gr.	6548.0	6548.0	6548.0
Volumen de molde	cm3	2123.2	2123.2	2123.2
Peso unitario	gr/cm3	1.47	1.46	1.49
Promedio del peso unitario	gr/cm3		1.472	

Tabla 37.

Peso unitario del agregado fino + caucho (compactado)

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO				
DESCRIPCIÓN	UND	COMPACTADO		
Masa de molde + muestra	gr.	10028.0	10042.0	10034.0
Masa de molde	gr.	6548.0	6548.0	6548.0
Volumen de molde	cm3	2123.2	2123.2	2123.2
Peso unitario	gr/cm3	1.64	1.65	1.64
Promedio del peso unitario	gr/cm3		1.642	

c. Contenido de humedad

Equipos y materiales

- Balanza
- Horno
- Recipientes metálicos
- Cucharon

Desarrollo del ensayo según lo establecido en la NTP 339.185 y ASTM C566.

Con el objetivo de establecer el porcentaje de humedad de los agregados se tomó una muestra representativa de estos, para luego ser colocados en un recipiente metálico previamente pesado y posteriormente se llevó la muestra al horno y la colocó con una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante aproximadamente 24 horas y una vez transcurrido ese tiempo, se procedió a sacar la muestra y dejarla enfriar, para luego ser pesada en la balanza y con los cálculos posteriores determinar el porcentaje de humedad de los agregados.

c.1 Contenido de humedad del agregado fino



Figura 52. Contenido de humedad del agregado fino.

Tabla 38.

Contenido de humedad del agregado fino

CONTENIDO DE HUMEDAD		
DESCRIPCIÓN	UND	AGREGADO FINO
Masa del tarro + muestra húmeda	gr	638.40
Masa del tarro + muestra seca	gr	625.70
Masa del tarro	gr	113.00
Masa del agua	gr.	12.70
Masa de la muestra seca	gr.	512.70
Humedad	%	2.48

c.2 Contenido de humedad del agregado grueso



Figura 53. Contenido de humedad del agregado grueso.

Tabla 39.

Contenido de humedad del agregado grueso

CONTENIDO DE HUMEDAD		
DESCRIPCIÓN	UND	AGREGADO GRUESO
Masa de tarro + muestra húmeda	gr.	1059.60
Masa del tarro + muestra seca	gr.	1050.70
Masa del tarro	gr.	112.50
Masa del agua	gr.	8.90
Masa de la muestra seca	gr.	938.20
Humedad	%	0.95

c.3 Contenido de humedad del caucho



Figura 54. Contenido de humedad del Caucho.

Tabla 40.*Contenido de humedad del caucho*

CONTENIDO DE HUMEDAD		
DESCRIPCIÓN	UND	CAUCHO
Masa del tarro + muestra húmeda	gr	129.15
Masa del tarro + muestra seca	gr	128.98
Masa del tarro	gr	105.71
Masa del agua	gr.	0.17
Masa de la muestra seca	gr.	23.27
Humedad	%	0.73

c.4 Contenido de humedad del agregado fino + caucho**Tabla 41.***Contenido de humedad del agregado fino + caucho*

CONTENIDO DE HUMEDAD		
DESCRIPCIÓN	UND	AGREGADO FINO + CAUCHO
Masa del tarro + muestra húmeda	gr.	615.41
Masa del tarro + muestra seca	gr.	603.60
Masa del tarro	gr.	113.63
Masa del agua	gr.	11.81
Masa de la muestra seca	gr.	489.97
Humedad	%	2.41

d. Peso específico y absorción

Desarrollo del ensayo de acuerdo con lo estipulado en la (NTP 400.022 y ASTM C128).

Para esta prueba, se seleccionó una porción de árido fino, el cual se lavó y se dejó en remojo en agua durante 24 horas. Transcurrido este tiempo, se realizó la prueba del cono de absorción. A continuación, se introdujo un porcentaje de la muestra en una fiola y se agregó agua destilada, agitándose para eliminar posibles vacíos de aire que pudiese tener. A continuación, se pesó la muestra y, por último, se colocó el total de la muestra en un recipiente tarado para ser colocada en el horno durante 24 horas a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

d.1 peso específico y absorción del agregado fino

Tabla 42.

Peso específico y absorción del agregado fino

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (FIOLA)		
DESCRIPCIÓN	UND	AGREGADO FINO
Masa de muestra secada al horno	gr	486.9
Masa de muestra saturada seca (SSS)	gr.	500
Masa del picnómetro con agua	gr.	689.6
Masa del pic. + muestra + agua	gr.	996.2
Peso específico	gr/cm3	2.585
Absorción	%	2.69

d.2 Peso específico y absorción del caucho

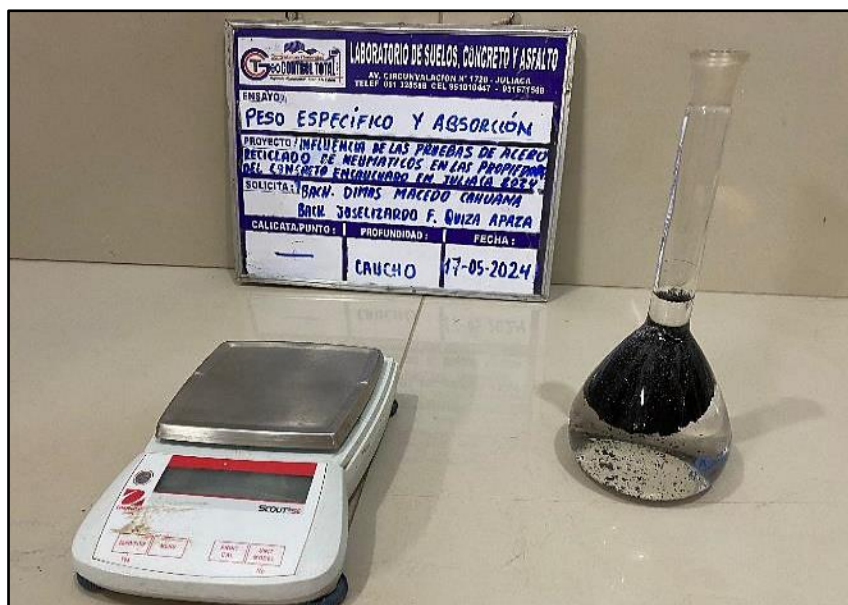


Figura 55. Peso específico y absorción del Caucho.

Tabla 43.

Peso específico y absorción del caucho

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (FIOLA)		
DESCRIPCIÓN	UND	AGREGADO FINO
Masa de muestra secada al horno	gr	100
Masa de muestra saturada seca (SSS)	gr.	103.4
Masa del picnómetro con agua	gr.	689.6
Masa del pic. + muestra + agua	gr.	703.3
Peso específico	gr/cm3	1.153
Absorción	%	3.40

d.3 Peso específico y absorción del agregado fino + caucho

Tabla 44.

Peso específico y absorción del agregado fino + caucho

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (FIOLA)		
DESCRIPCIÓN	UND	AGREGADO FINO + CAUCHO
Masa de muestra secada al horno	gr	471.21
Masa de muestra saturada seca (SSS)	gr.	500
Masa del picnómetro con agua	gr.	1475.53
Masa del pic. + muestra + agua	gr.	1742.36
Peso específico	gr/cm³	2.14
Absorción	%	6.11

d.4 Peso específico y absorción del agregado grueso

Se aplicó el procedimiento detallado en la NTP 400.021. Se seleccionó una porción del árido grueso con el propósito de efectuar el cuarteo de la muestra. A continuación, se lavó la muestra para remover el polvo que pudiera tener seguidamente se dejó saturar la muestra durante un periodo de 24 horas. Transcurrido el tiempo especificado y con la ayuda de un pañuelo se secó la muestra para posteriormente ser colocada en una cesta metálica y ser sumergirla en agua, con el fin de determinar el peso de la muestra saturada junto con el de la cesta. Por último, la muestra se introdujo en un horno durante 24 horas a una temperatura de 110 ± 5 °C.



Figura 56. Peso específico y absorción del agregado grueso.

Tabla 45.*Peso específico y absorción del agregado grueso*

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (CANASTILLA)		
DESCRIPCIÓN	UND	AGREGADO GRUESO
Masa de muestra secada al horno	gr.	1522
Masa de muestra seca (SSS)	gr.	1555
Masa de la muestra SSS en agua	gr.	958
Volumen de masa	cm3	564
Peso específico bulk (base saturada)	gr/cm3	2.605
Absorción	%	2.17

3.4.3.6 Diseño de mezclas.**Diseño de mezcla estándar**

Se llevo a cabo el diseño de mezcla para una resistencia de 210 kg/cm2 sin uso de aditivos y con la metodología del comité ACI 211.1.

Tabla 46.*Resumen de las características de los agregados*

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AG. GRUESO	AG. FINO
Peso específico de masa	2.605	2.585
Peso unitario varillado	1502.9	1718.5
Peso unitario suelto	1334.6	1540.9
% de absorción	2.17	2.69
Contenido de humedad	0.95	2.48
Módulo de fineza	---	3.06
Tamaño máximo nominal	3/4"	---

Procedimiento:**1. Cálculo de la resistencia promedio**

Esfuerzo promedio requerido F'_{cr}

Tabla 47.*Esfuerzo promedio requerido*

F'_c	F'_{cr}
Menos de 210	$F'_{cr} + 70$
210 a 350	$F'_{cr} + 84$

Sobre 350	$F'_{cr} + 98$
-----------	----------------

Fuente: Comité ACI 211

Como se trabajará con una resistencia de $F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, la resistencia promedio será:

$$F'_{cr} = F'_c + 84$$

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

2. Selección del tamaño máximo nominal

Para la presente investigación, y con el resultado del análisis granulométrico del agregado grueso se determinó el tamaño máximo nominal (TMN), de $\frac{3}{4}$ ".

3. Selección del asentamiento

La elección del asentamiento está relacionada con el uso de la mezcla de concreto.

Tabla 48.

Selección del asentamiento

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0mm) a 2" (50mm)
Plástica	3" (75mm) a 4" (100mm)
Fluida	>5" (125mm)

Fuente: Comité ACI 211

En este trabajo de investigación, se considerará una consistencia plástica:

SLUMP: 3" a 4"

4. Volumen de agua

La cantidad del recurso hídrico útil por metro cubico de concreto se determina, con el asentamiento del concreto y le TMN del agregado grueso.

Tabla 49.

Selección del agua para el diseño

Asentamiento	Agua (Lt/m3)							
	Tamaño máximo nominal del agregado grueso							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
	Concreto sin incorporación de aire							
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124

6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concreto con incorporación de aire								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Fuente: Comité ACI 211

Teniendo en consideración los cálculos anteriores, asentamiento 3" a 4" para un concreto sin aire incorporado, con un TMN del agregado grueso de $\frac{3}{4}$ ":

El agua a utilizar será de 205 lt/m³.

5. Selección de la relación agua/cemento

La relación agua/cemento está en función a la resistencia promedio y a la (si / no) incorporación de aire en el concreto.

Tabla 50.

Selección de la relación a/c

(F'cr) - (kg/cm ²)	Relación agua/cemento de diseño el peso	
	concreto sin aire incorporado	concreto sin aire incorporado
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: Comité ACI 211

Para la obtención del dato deseado es necesario realizar una interpolación con la ayuda de la tabla N°

$$\frac{300 - 250}{300 - 294} = \frac{0.55 - 0.62}{0.55 - X}$$

$$X = 0.54$$

De esa manera, la relación agua cemento será: **a/c = 0.54**

6. Contenido de cemento

Con la ayuda de la siguiente formula procederemos a calcular el dato deseado:

$$\text{Contenido de cemento (C)} = \frac{\text{Volumen unitario de agua}}{\text{Relación a/c}}$$

$$\text{Contenido de cemento} = \frac{205}{0.54}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 379.63$$

Entonces:

$$\text{Factor cemento} = \frac{379.63}{42.5} = 8.93 \text{ bolsas/m}^3$$

7. Cálculo del aire atrapado

Para determinar el siguiente dato se tomará en consideración el TMN del agregado grueso y la tabla N.º 51.

Tabla 51.

Selección del aire atrapado en la mezcla

TMN	Aire atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Fuente: Comité ACI 211

Como el TMN del agregado grueso es de ¾", la mezcla tendrá un 2.0% de aire atrapado.

8. volumen del agregado grueso

Se procederá con la selección del dato con la ayuda de la tabla N° 52.

Tabla 52.

Selección del volumen del agregado grueso

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO	Volumen del agregado grueso, seco y compactado (*) por unidades de volumen de concreto, para diferentes módulos de finura del agregado fino			
	MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6

1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Comité ACI 211

Como se posee un TMN de 3/4" y un módulo de fineza de 3.06 es necesario extrapolar el dato deseado.

$$\frac{x - 0.6}{3.06 - 3} = \frac{0.6 - 0.62}{3 - 2.8}$$

$$x = 0.594$$

Entonces el peso del agregado grueso será de:

$$\text{peso del A.G} = 0.594 * P_e$$

$$\text{peso del A.G} = 0.594 * 1502.9$$

$$\text{peso del A.G} = 892.74 \text{ kg/m}^3$$

9. Cálculo del volumen del agregado fino

Para determinar el volumen del agregado fino, primero procederemos a calcular el volumen absoluto de los insumos.

$$\text{Volumen absoluto} = \frac{\text{Peso seco}}{P.e. * 1000}$$

$$\text{Cemento} = \frac{379.63}{2.85 * 1000} = 0.1332 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$\text{Agr. Grueso} = \frac{892.74}{2.605 * 1000} = 0.3427 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{205}{1 * 1000} = 0.205 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$\text{Aire} = \frac{2.0\%}{100} = 0.02 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$\Sigma = 0.7009 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Por lo tanto, el volumen del agregado fino será de:

$$\text{Vol. A.F.} = 1 - 0.7009 = 0.2991 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Entonces el peso del agregado fino será de:

$$0.2991 = \frac{\text{Peso del agregado fino}}{2.585 * 1000}$$

$$\text{Peso del agregado fino} = 773.14 \text{ kg/m}^3$$

Cantidad de materiales por m³ en peso:

- Cemento: 379.63 kg/m³
- Agua: 205 kg/m³
- Agregado fino: 773.14 kg/m³
- Agregado grueso: 892.74 kg/m³

10. Corrección por humedad

El cálculo se realizará para ambos agregados (AG - AF); con la ayuda de la siguiente formula.

$$\text{Correccion por humedad} = \text{peso} * \left(\frac{\% \text{ humedad}}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Ag. fino} = 773.14 * \left(\frac{2.48}{100} + 1 \right) = 792.29 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Ag. Grueso} = 892.74 * \left(\frac{0.95}{100} + 1 \right) = 901.21 \text{ kg/m}^3$$

11. Corrección por absorción

El cálculo se realizará para ambos agregados (AG - AF); con la ayuda de la siguiente fórmula.

$$\text{Correccion por absorción} = \text{peso} * \left(\frac{\% \text{ Humedad} - \% \text{ absorción}}{100} \right)$$

$$\text{Ag. fino} = 773.14 * \left(\frac{2.48 - 2.69}{100} \right) = -1.650 \text{ lt.}$$

$$\text{Ag. Grueso} = 892.74 * \left(\frac{0.95 - 2.17}{100} \right) = -10.887 \text{ lt.}$$

La sumatoria de ambos resultados nos proporción el agua libre

$$\text{Agua libre} = -1.650 + (-10.887)$$

$$\text{Agua libre} = -12.537$$

12. Agua efectiva

Se procederá con la corrección del agua para la mezcla con la siguiente formula.

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua de diseño} + \text{Agua libre}$$

$$\text{Agua efectiva} = 205 - (-12.537)$$

$$\text{Agua efectiva} = 217.537 \text{ lt/m}^3$$

13. Cantidad de materiales corregidos por m³ de concreto

- Cemento: 379.63 kg/m³
- Agua: 217.54 lt/m³
- Agregado fino: 792.30 kg/m³

- Agregado grueso: 901.21 kg/m³

14. Proporciones de los insumos en peso

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua
379.63	792.30	901.21	217.54
379.63	379.63	379.63	379.63
1.00	2.1	2.4	0.57

La dosificación para producir un m³ de concreto estándar para una resistencia de $f'c = 210$ kg/cm² se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 53.

Dosificación de materiales para el concreto estándar $f'c = 210$ kg/cm²

INSUMOS	CANTIDAD
Cemento	379.63 kg.
Agregado Fino	792.30 kg.
Agregado Grueso	901.21 kg.
Agua	217.54 litros

Tabla 54.

Dosificación de materiales para el concreto encauchado (patrón)

INSUMOS	CANTIDAD
Cemento	379.63 kg
Agregado Fino	728.96 kg
Agregado Grueso	901.21 kg
Agua	217.54 litros
Caucho	27.52 kg

Tabla 55.

Dosificación de materiales para el concreto encauchado + 0.5% de FAR

INSUMOS	CANTIDAD
Cemento	379.63 kg
Agregado Fino	728.96 kg
Agregado Grueso	901.21 kg
Agua	217.54 litros
Caucho	27.52 kg
FAR 0.5%	11.47 kg

Tabla 56.

Dosificación de materiales para el concreto encauchado + 1.0% de FAR

INSUMOS	CANTIDAD
Cemento	379.63 kg
Agregado Fino	728.96 kg
Agregado Grueso	901.21 kg
Agua	217.54 litros

Caucho	27.52 kg
FAR 1.0%	22.94 kg

Tabla 57.

Dosificación de materiales para el concreto encauchado + 1.5% de FAR

INSUMOS	CANTIDAD
Cemento	379.63 kg
Agregado Fino	728.96 kg
Agregado Grueso	901.21 kg
Agua	217.54 litros
Caucho	27.52 kg
FAR 1.5%	34.41 kg

3.4.3.7 Ensayos de concreto en estado fresco.

Tabla 58.

Resumen de los ensayos al concreto en estado fresco

ENSAYOS	NORMATIVA	
Asentamiento	NTP 399.035	ASTM C 143
Contenido de aire	NTP 339.081	ASTM C 231
Temperatura	NTP 339.184	ASTM C 1064
Peso unitario	NTP 339.046	ASTM C 138

Procedimiento para incorporar la fibra en la mezcla en estado fresco

Para mezclar las distintas dosificaciones de las mezclas se empleó un mezclador tipo tambor: en primer lugar, se pesaron los materiales mencionados en las distintas dosificaciones, el cemento, los áridos y el caucho se mezclaron en seco durante 1 minuto posteriormente se añadió el agua y se continuó con el mezclado durante 3 minutos más, seguidamente se añadieron gradualmente las distintas dosificaciones de fibras de acero reciclado (FAR) a la mezcla y se continuó mezclando durante 3 minutos adicionales con la finalidad de generar una distribución homogénea de las FAR.



Figura 57. Dosificación de los insumos del concreto

a. Asentamiento del concreto

El ensayo se realizó con el objetivo de determinar la trabajabilidad de las mezclas de concreto con diferentes cantidades de fibras de acero reciclado.

El procedimiento del ensayo se realizó con la ayuda del cono de Abrams, el cual se colocó sobre una lámina de metal. Posteriormente, se vertió el concreto en tres capas hasta alcanzar el borde del molde, cada una de las capas fue compactada con una varilla lisa de acero. luego se procede a levantar el molde para luego colocarlo de manera invertida al costado de la mezcla con la finalidad de medir el espacio generado a partir del borde superior del cono hasta la mezcla ya asentada.



Figura 58. Medida del asentamiento del Concreto.

Tabla 59.*Datos del ensayo de consistencia del concreto*

CÓDIGO	MUESTRA	SLUMP (Cm)	SLUMP PROMEDIO (Cm)	CONSISTENCIA
M-1	Concreto estándar	10.48	10.20	Plástica
		10.16		Plástica
		9.84		Plástica
M-2	Concreto encauchado (patrón)	8.26	7.90	Plástica
		7.62		Plástica
		7.94		Plástica
M-3	Concreto encauchado + 0.5% FAR	7.62	7.60	Plástica
		7.30		Plástica
		7.94		Plástica
M-4	Concreto encauchado + 1% FAR	5.08	5.70	Semiseca
		6.35		Semiseca
		5.72		Semiseca
M-5	Concreto encauchado + 1.5% FAR	3.81	4.80	Seca
		5.08		Seca
		5.40		Seca

b. Peso unitario del concreto

para controlar el peso unitario del concreto se procedió a rellenar un molde con cada una de las distintas combinaciones de las mezclas, el molde fue rellenado en tres capas cada una de estas fueron compactadas, posteriormente se procedió con el pesado. Se calculó el volumen del recipiente y con la fórmula siguiente se obtuvo la densidad (peso unitario) del concreto.

$$P_u = \frac{(W_{m+r} - W_r)}{V}$$

Donde:

- P_u = Densidad del concreto (Kg/m³)
- W_{m+r} = Peso de concreto más recipiente (Kg)
- W_r = Peso de recipiente (Kg)
- V = Volumen del recipiente (m³)

Tabla 60.

Peso unitario de los diferentes tipos de concreto elaborados

CÓDIGO	MUESTRA	PESO UNITARIO (Kg/m3)
M-1	Concreto estándar	2372.31
M-2	Concreto encauchado (patrón)	2294.24
M-3	Concreto encauchado + 0.5% FAR	2300.10
M-4	Concreto encauchado + 1% FAR	2308.56
M-5	Concreto encauchado + 1.5% FAR	2309.97

c. Temperatura del concreto fresco



Figura 59. Temperatura del concreto encauchado (Patrón)

Con la finalidad de elaborar un concreto adecuado, se midió la temperatura con la ayuda de un termómetro digital. El ensayo inicia colocando el dispositivo de medición a una profundidad de 75 mm (3 pulgadas) en el interior del concreto fresco, asegurándose de que se encuentre recubierto en todas las direcciones. Posteriormente, se permite un lapso de dos minutos para que la lectura alcance su estabilidad y se obtenga una variación estable en la temperatura.

Tabla 61.

Temperatura de los diferentes tipos de concreto elaborados

CÓDIGO	MUESTRA	Temperatura del concreto (°C)
M-1	Concreto estándar	13.1
M-2	Concreto encauchado (patrón)	12.8
M-3	Concreto encauchado + 0.5% FAR	12.3
M-4	Concreto encauchado + 1% FAR	12.5
M-5	Concreto encauchado + 1.5% FAR	12.6

d. Contenido de aire

Refiere que en el momento que el concreto está sujeto a ciclos de deshielo y congelación, es imperativo incluir aire, ya que este aire atrapado en el concreto generará pequeños espacios microscópicos que proporcionan alivio de presiones. No obstante, en concretos con resistencias que oscilan entre 200 y 350 kg/cm², si es excedido el contenido de aire sobrepasando el 5%, se producirá una reducción en la resistencia, y esta reducción será de un 3% a un 5% de la resistividad por cada 1% adicional de la tasa porcentual de aire sobre el valor de diseño.



Figura 60. Contenido de aire del concreto

Para efectuar esta prueba, se utilizó la olla de “Washington”, el cual es un dispositivo utilizado para medir el porcentaje de aire que estuvo atrapado en una mezcla de concreto fresco, para lo cual, se procedió a llenar el equipo en tres capas, cada una de ellas compactada con 25 golpes utilizando una varilla lisa de acero para luego sellarla herméticamente y sometiéndolo a presión. Luego, se introduce agua a través de la válvula correspondiente y se procede a bombear aire hasta efectuar la lectura final del contenido de aire presente, determinando así el aire atrapado para cada combinación de mezcla.

Tabla 62.

Contenido de aire de los distintos tipos de concreto elaborados

CODIGO	MUESTRA	Contenido de aire (%)
M-1	Concreto estándar	2.1
M-2	Concreto encauchado (patrón)	2.6
M-3	Concreto encauchado + 0.5% FAR	2.7
M-4	Concreto encauchado + 1% FAR	2.7
M-5	Concreto encauchado + 1.5% FAR	2.9



Figura 61. Medición del contenido de aire del concreto.

e. Moldeo de los testigos de concreto



Figura 62. Moldeo de los testigos del concreto encauchado (Patrón).



Figura 63. Moldeo de los testigos del concreto encauchado + 1.0% de FAR.



Figura 64. Moldeo de los testigos del concreto estándar.

3.4.3.6 Ensayos de concreto en estado endurecido.

Tabla 63.

Resumen de los ensayos realizados al concreto en estado fresco

ENSAYOS	NORMATIVA	
Resistencia a la compresión	NTP 399.034	ASTM C 39
Resistencia a la tracción	NTP 400.084	ASTM C 496
Resistencia a la flexión	NTP 339.078	ASTM C 78
Permeabilidad		

a. Resistencia a la compresión

Se siguió lo establecido por las normas (NTP 339.034) y (ASTM C39). Se moldearon testigos cilíndricos con medidas de 10 x 20 cm de diámetro y altura respectivamente. Se determinó la

máxima fuerza compresiva que soportaba cada muestra de concreto al realizar pruebas de rotura con la prensa hidráulica, en donde las muestras se colocaron verticalmente. Las pruebas de rotura se llevaron a cabo al termino de los 7, 14 y 28 días de curado, con el objetivo de identificar las resistencias correspondientes para cada día de curado.



Figura 65. Rotura de los testigos de concreto, para la resistencia a Compresión.

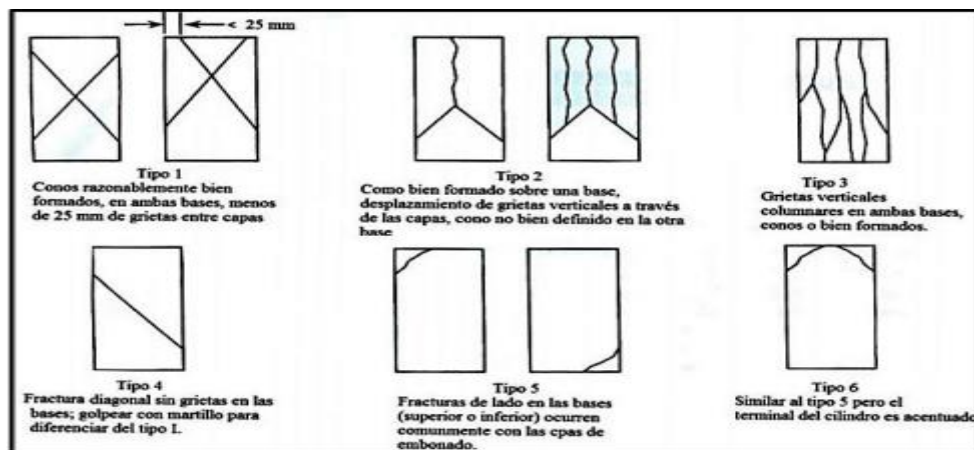


Figura 66. Tipos de fracturas. Tomado de NTP 339.034, 2015.

Tabla 64.*Datos de la resistencia a la compresión del concreto a distintas edades*

CÓDIGO	MUESTRA	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (KG/ CM2)			PROMEDIO (KG/ CM2)
M-1	Concreto estándar	7	139.51	141.84	135.19	138.85
		14	197.40	187.50	192.56	192.49
		28	209.68	217.81	213.24	213.58
M-2	Concreto encauchado (patrón)	7	110.56	105.89	107.21	107.89
		14	168.34	170.23	163.54	167.37
		28	191.96	193.47	187.16	190.86
M-3	Concreto encauchado + 0.5% FAR	7	129.64	123.01	127.40	126.68
		14	186.89	188.19	183.72	186.27
		28	206.67	209.13	203.08	206.29
M-4	Concreto encauchado + 1% FAR	7	140.68	131.38	138.77	136.94
		14	198.84	195.83	198.94	197.87
		28	219.86	218.79	221.11	219.92
M-5	Concreto encauchado + 1.5% FAR	7	141.82	144.15	147.80	144.59
		14	203.46	208.43	193.10	201.66
		28	226.27	229.09	216.21	223.86

b. Resistencia a la tracción

Se tomaron en cuenta las normas (NTP 400.084) (ASTM C496), en esta prueba en la cual se ejerce una fuerza basada en la compresión diametral que abarca la longitud total del testigo de concreto. Dicha carga ejercerá un esfuerzo de tracción sobre la muestra. Para llevar a cabo este procedimiento, debe colocarse un listón de apoyo que se ubique dentro del soporte y, continuamente, se posiciona cada probeta de manera que queden centradas. A continuación, se añade otro listón de apoyo y se coloca de soporte la tapa, asegurando un alineamiento apropiado para garantizar que se distribuya uniformemente la fuerza de tracción a lo largo de toda la muestra.

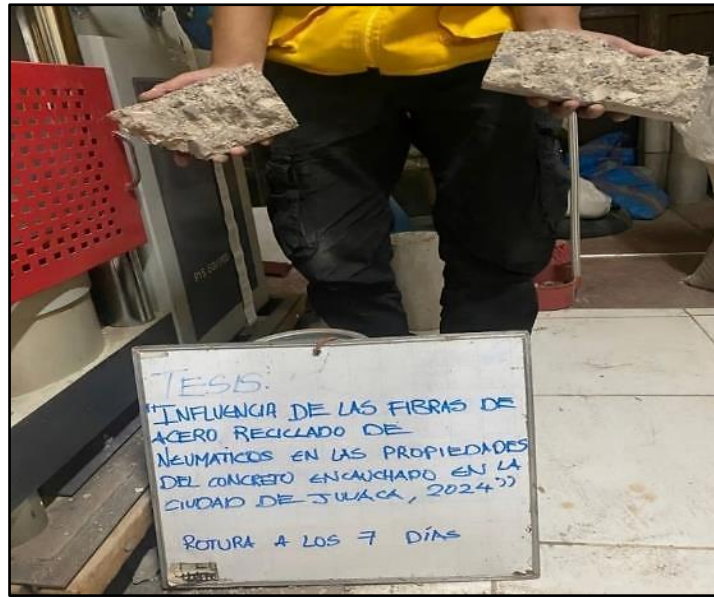


Figura 67. Rotura de los testigos de concreto, para la resistencia a la Tracción.

Realizado el montaje, se procede a aplicar una carga que se mantenga constante y no genere impacto. Durante el ensayo, el valor máximo de la carga aplicada es registrado, el cual es indicado por la máquina en uso, y se observa la clase fractura ocurrida en la probeta.

Tabla 65.

Datos de la resistencia a la tracción del concreto a distintas edades

CÓDIGO	MUESTRA	EDAD	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (KG/ CM2)			PROMEDIO (KG/ CM2)
M-1	Concreto estándar	7	17.74	16.58	17.15	17.16
		14	21.33	21.14	20.09	20.85
		28	22.35	20.86	21.03	21.41
M-2	Concreto encauchado (patrón)	7	16.47	15.48	15.98	15.98
		14	20.06	18.46	19.96	19.49
		28	20.81	19.59	21.54	20.65
M-3	Concreto encauchado + 0.5% FAR	7	19.42	18.06	19.13	18.87
		14	22.04	20.44	21.94	21.47
		28	23.38	21.32	23.27	22.66
M-4	Concreto encauchado + 1% FAR	7	20.25	19.37	20.1	19.91
		14	23.18	22.35	22.52	22.68
		28	24.80	23.13	24.09	24.01
M-5	Concreto encauchado + 1.5% FAR	7	20.59	20.37	19.16	20.04
		14	22.51	23.58	24.65	23.58
		28	23.67	24.20	26.00	24.62

c. Resistencia a la flexión

Se tuvieron en consideración las normas (NTP 339.078) (ASTM C 78), para luego proceder ejecutar el proceso para el diagnóstico de la resistencia a la flexión de vigas con apoyos simples.



Figura 68. Concreto de sección tipo viga, para el ensayo de resistencia a la Flexión del concreto encauchado (Patrón) + 0.5% de FAR.

Para llevar a cabo el ensayo, la viga se posiciona sobre una placa y se centraliza cuidadosamente en la máquina que aplica la fuerza y carga. Así mismo se ejerce la carga de manera constante evitando todo tipo de impacto de choque, hasta el momento de que se observe cualquier clase de rotura en la viga. En ese momento, es registrado el valor de rotura correspondiente a la máxima carga aplicada.



Figura 69. Rotura de concreto de sección tipo Viga, para determinar la Resistencia a flexión del concreto.

Tabla 66.

Datos de la resistencia a la flexión del concreto a distintas edades

CÓDIGO	MUESTRA	EDAD	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (KG/ CM2)			PROMEDIO (KG/ CM2)
M-1	Concreto estándar	7	22.48	23.71	23.06	23.08
		14	28.98	28.46	28.12	28.52
		28	34.87	34.51	34.17	34.52
M-2	Concreto encauchado (patrón)	7	19.45	20.13	19.69	19.76
		14	23.68	24.61	24.37	24.22
		28	29.72	30.58	29.96	30.09
M-3	Concreto encauchado + 0.5% FAR	7	23.71	25.11	24.25	24.36
		14	27.33	28.78	27.54	27.88
		28	33.46	34.63	33.54	33.88
M-4	Concreto encauchado + 1% FAR	7	25.09	26.25	25.58	25.64
		14	29.81	30.89	30.41	30.37
		28	35.89	36.91	36.51	36.44
M-5	Concreto encauchado + 1.5% FAR	7	27.60	28.69	28.34	28.21
		14	30.83	32.59	31.71	31.71
		28	36.98	38.82	37.76	37.85

d. Permeabilidad

Para poder determinar la permeabilidad del concreto se utilizó la norma UNE-EN 12390-8 Profundidad de penetración de agua bajo presión, el procedimiento se detalla a continuación: Inmediatamente después de sacar la probeta del molde, se procedió a desbastar la superficie de la cara del testigo que estará en contacto con la presión del agua utilizando un cepillo con cerdas metálicas.



Figura 70. Secado de los testigos de concreto, designados para el ensayo de permeabilidad.

El ensayo se realizó después de que los testigos de concreto alcanzaran una edad de 28 días. No debe aplicarse presión de agua a la cara lisa del testigo. El testigo se colocó en el equipo de ensayo, en donde fue sometido a una presión de agua de (500 ± 50) kPa en un periodo de (72 ± 2) horas. A lo largo del ensayo, se comprobaron periódicamente las superficies del testigo que no están expuestas a la presión del agua para detectar cualquier signo de presencia de agua. Si se detectan fugas, se reevaluará la validez del resultado y se hará constar en el informe.



Figura 71. Aplicación de agua a presión a los testigos de concreto designados para el ensayo de permeabilidad por 72 hrs.

Una vez finalizado el tiempo especificado, se retiró el testigo y se procedió a limpiar la superficie expuesta a la presión de agua para así eliminar el exceso de esta. Posteriormente, con la ayuda de la prensa se partió perpendicularmente a la superficie donde se aplicó la presión de agua al testigo.

Luego de partir el testigo, la cara expuesta a la presión del agua se colocará hacia abajo. Una vez que esta cara esté completamente seca y el frente de penetración del agua sea claramente visible, se marcará en el testigo dicho frente. Se procedió a medir la máxima profundidad de penetración por debajo de la superficie de la probeta y se redondeará al milímetro más cercano.

Tabla 67

. Datos de la profundidad de penetración de agua bajo presión del concreto

CÓDIGO	MUESTRA	PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN MEDIA (mm)	PROMEDIO (mm)	PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN MÁXIMA (mm)	PROMEDIO (mm)
M-1	Concreto estándar	23.76	23.23	47.52	46.45
		22.86		45.71	
		23.06		46.12	
M-2	Concreto encauchado (patrón)	31.12	31.58	62.23	63.15
		32.22		64.43	
		31.39		62.78	
M-3	Concreto encauchado + 0.5% FAR	30.05	30.99	60.09	61.98
		31.97		63.93	
		30.96		61.92	
M-4	Concreto encauchado + 1% FAR	30.71	29.96	61.42	59.92
		29.96		59.92	
		29.21		58.42	
M-5	Concreto encauchado + 1.5% FAR	29.71	29.72	59.42	59.44
		29.38		58.75	
		30.08		60.16	

Por último: Con la ayuda del siguiente cuadro se procedió a determinar el coeficiente de permeabilidad del concreto.

Tabla 68.

Correlación entre el coeficiente de permeabilidad y la profundidad de penetración.

DETERMINACIÓN	UNIDADES	PERMEABILIDAD		
		BAJA	MEDIA	ALTA
Coeficiente de permeabilidad	m/s	$<10^{-12}$	10^{-12} a 10^{-10}	$> 10^{-10}$
Profundidad de penetración	mm	< 30	30 a 60	> 60

Nota: tomado de Norma Técnica Colombiana NTC 4483

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación de resultados

4.1.1. Resultados del asentamiento del concreto encauchado con adición de (0%, 0.5%, 1% y 1.5%) de FAR.

Tabla 69.

Resultados del asentamiento del concreto encauchado con adición de (0%, 0.5%, 1% y 1.5%) de FAR.

CÓDIGO	MUESTRA	SLUMP (Pulg)	SLUMP (Cm)	CONSISTENCIA
M-1	Concreto estándar	4.02"	10.20	plástica
M-2	Concreto encauchado (patrón)	3.11"	7.90	plástica
M-3	Concreto encauchado + 0.5% FAR	2.99"	7.60	plástica
M-4	Concreto encauchado + 1% FAR	2.24"	5.70	Semiseca
M-5	Concreto encauchado + 1.5% FAR	1.89"	4.80	seca

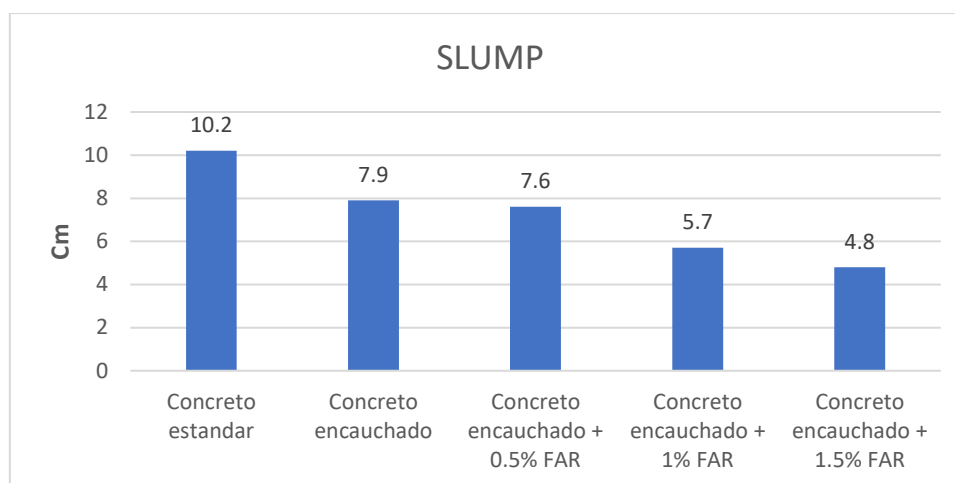


Figura 72. Diagrama de barras de los resultados del asentamiento.

Los resultados indicaron que el concreto encauchado tiene un slump promedio de 3.11". La muestra de concreto encauchado con un 0.5% de fibras de acero reciclado (FAR) tiene un slump promedio de 2.99", con una adición de 1.0% de FAR tiene un slump promedio de 2.24, y con una adición de 1.5% de FAR tiene un slump promedio de 1.89". Estos resultados sugieren que conforme va aumentando el porcentaje de FAR en el concreto encauchado, se observa una reducción en la consistencia del concreto en relación con el concreto encauchado (patrón), con disminuciones en el slump del 3.8%, 27.85% y 39.24%, respectivamente.

4.1.2. Resultados de la permeabilidad del concreto encauchado con adición de (0%, 0.5%, 1% y 1.5%) de FAR.

Tabla 70.

Resultados de la permeabilidad del concreto encauchado con adición de (0%, 0.5%, 1% y 1.5%) de FAR.

CÓDIGO	MUESTRA	PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN MÁXIMA (mm)	permeabilidad
M-1	Concreto estándar	46.45	Media
M-2	Concreto encauchado (patrón)	63.15	Alta
M-3	Concreto encauchado + 0.5% FAR	61.98	Alta
M-4	Concreto encauchado + 1% FAR	59.92	Media
M-5	Concreto encauchado + 1.5% FAR	59.44	Media

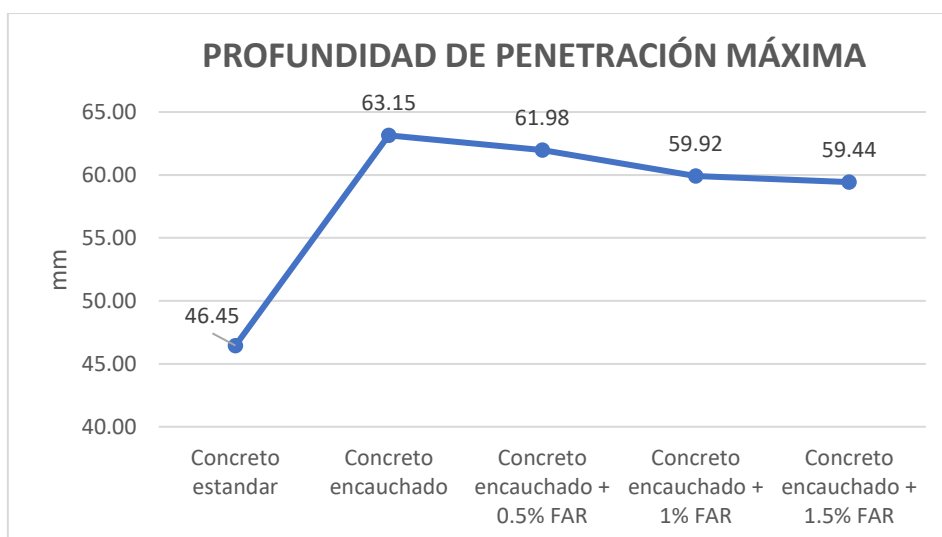


Figura 73. Diagrama lineal de los resultados de la profundidad de penetración del agua a presión.

Los resultados de la tabla 70 y la figura 73, indican que el concreto encauchado alcanzo una profundidad promedio de penetración de 63.15mm por lo que se puede decir que posee una permeabilidad alta, con un 0.5% de adición de fibras de acero reciclado (FAR) alcanzo una profundidad promedio de penetración de 61.98 mm la cual se cataloga como una permeabilidad alta, con una adición de 1.0% de FAR alcanzo una profundidad promedio de penetración de 59.92 mm la cual se cataloga como una permeabilidad media, y con una adición de 1.5% de FAR alcanzo una profundidad promedio de penetración de 59.44 mm la cual se cataloga como una permeabilidad media.

4.1.3. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto encauchado con adición de (0%, 0.5%, 1% y 1.5%) de FAR.

Tabla 71.

Resultados de la resistencia a la compresión del concreto encauchado con adición de (0%, 0.5%, 1% y 1.5%) de FAR.

CÓDIGO	MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (KG/CM2)					
		7 días	%	14	%	28	%
M-1	Concreto estándar	138.85	--	192.49	--	213.58	--
M-2	Concreto encauchado	107.89	100	167.37	100	190.86	100

M-3	Concreto encauchado + 0.5% FAR	126.68	117.42	186.27	111.29	206.29	108.08
M-4	Concreto encauchado + 1% FAR	136.94	126.93	197.87	118.22	219.92	115.23
M-5	Concreto encauchado + 1.5% FAR	144.59	134.02	201.66	120.49	223.86	117.29

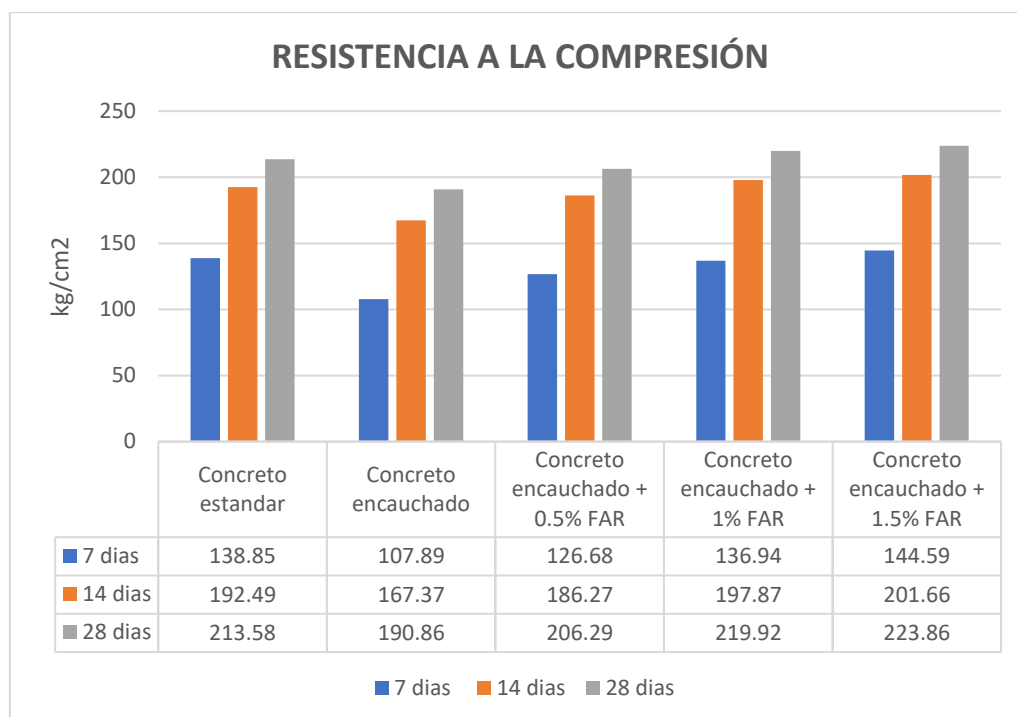


Figura 74. Diagrama de barras de los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días.

En la tabla 71 y el gráfico 74, se determinó que, tras 7 días, se produce un aumento en la resistencia a la compresión del concreto encauchado, la adición de 0,5% de FAR la aumentó en un 17%, la incorporación de 1,0% la aumentó en un 27%, y la adición de 1,5% la aumentó en un 34%. Del mismo modo, a los 14 días de curado, se observó un incremento en dicha propiedad, la adición de 0,5% de FAR la aumentó en un 11%, la adición de 1,0% la aumentó en un 18%, y la adición de 1,5% la aumentó en un 20% y, finalmente, a los 28 días se continuo con el aumento de la resistencia a la compresión, la incorporación de 0,5% de FAR la aumentó en un 8%, la adición de 1,0% la aumentó en un 15%, y la adición de 1,5% la aumentó en un 17%.

4.1.4. Resultados de la resistencia a la tracción del concreto encauchado con adición de (0 %, 0.5 %, 1 % y 1.5 %) de FAR.

Tabla 72.

Resultados de la resistencia a la tracción del concreto encauchado con adición de (0%, 0.5%, 1% y 1.5%) de FAR.

CÓDIGO	MUESTRA	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (KG/CM2)					
		7 días	%	14	%	28	%
M-1	Concreto estándar	17.16	--	20.85	--		--
M-2	Concreto encauchado	15.98	100	19.49	100	20.65	100
M-3	Concreto encauchado + 0.5% FAR	18.87	118.09	21.47	110.16	22.66	109.73
M-4	Concreto encauchado + 1% FAR	19.91	124.59	22.68	116.37	24.01	116.27
M-5	Concreto encauchado + 1.5% FAR	20.04	125.41	23.58	120.99	24.62	119.23

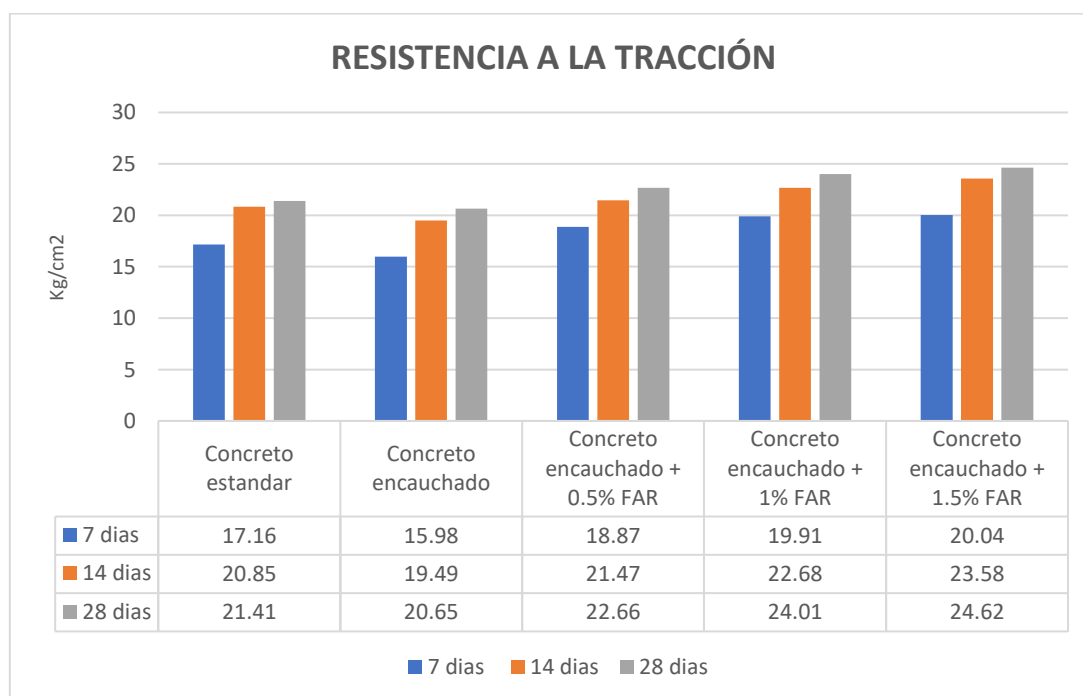


Figura 75. Diagrama de barras de los resultados obtenidos de la resistencia a la tracción a los 7,14 y 28 días.

En la tabla 72 y el gráfico 75, se observó que, a los 7 días se produce un incremento de la resistencia a la tracción del concreto encauchado, la incorporación de 0,5% de FAR aumentó en un 18% la resistencia a la tracción, la adición de 1,0% la aumentó en un 24%, y la adición de 1,5% la aumentó en un 25%. Del mismo modo, a los 14 días de curado, se observó un incremento de la resistencia a la tracción, la adición de 0,5% de FAR la aumentó en un 10%, la adición de 1,0% la aumentó en un 16%, y la adición de 1,5% la aumentó en un 20% y por último a los 28 días se continuo con el aumento en la resistencia a la tracción, la adición de 0,5% de FAR la aumentó en un 9%, la adición de 1,0% la aumentó en un 16%, y la adición de 1,5% la aumentó en un 19%.

4.1.5. Resultados de la resistencia a la flexión del concreto encauchado con adición de (0%, 0.5%, 1% y 1.5%) de FAR.

Tabla 73.

Resultados de la resistencia a la flexión del concreto encauchado con adición de (0%, 0.5%, 1% y 1.5%) de FAR.

CÓDIGO	MUESTRA	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (KG/CM2)					
		7 días	%	14	%	28	%
M-1	Concreto estándar	23.08	--	28.52	--	34.52	
M-2	Concreto encauchado	19.76	100	24.22	100	30.09	100
M-3	Concreto encauchado + 0.5 % FAR	24.36	123.28	27.88	115.11	33.88	112.6
M-4	Concreto encauchado + 1 % FAR	25.64	129.76	30.37	125.39	36.44	121.1
M-5	Concreto encauchado + 1.5 % FAR	28.21	142.76	31.71	130.92	37.85	125.79

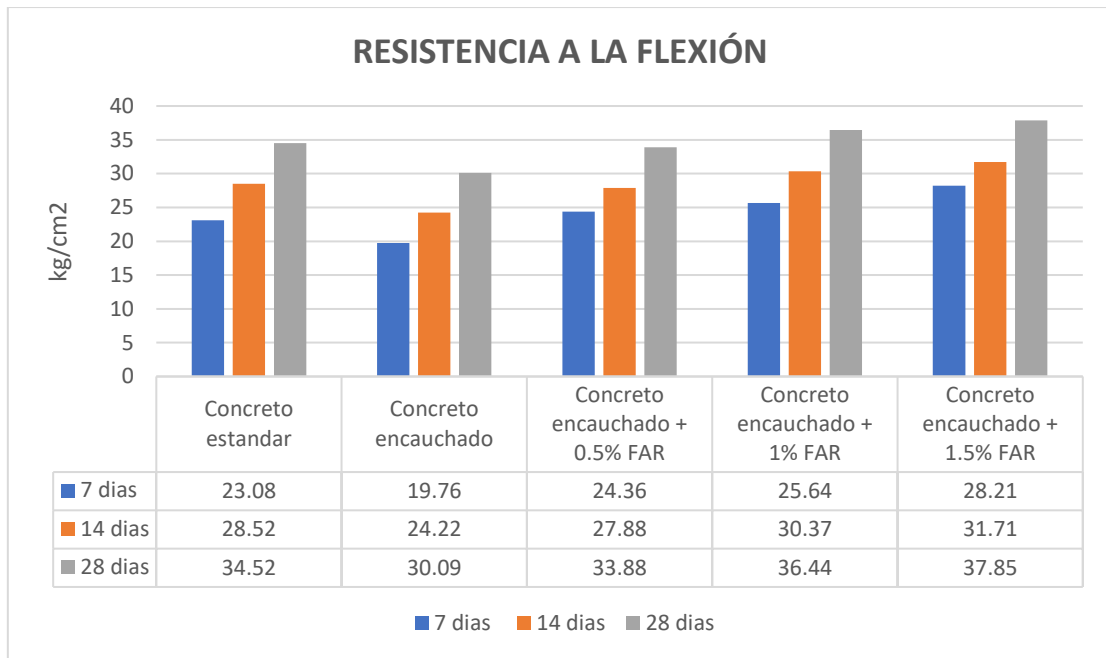


Figura 76. Diagrama de barras de los resultados obtenidos de la resistencia a la flexión a los 7,14 y 28 días.

En la tabla 73 y el gráfico 76, se observó que, a los 7 días se produce un aumento de la resistencia a la flexión del concreto encauchado, la adición de 0,5% de FAR aumentó en un 23% la resistencia a la flexión, la adición de 1,0% la aumentó en un 29%, y la adición de 1,5% la aumentó en un 42%. Del mismo modo, a los 14 días de curado, se observó un aumento de la resistencia a la flexión, la adición de 0,5 % de FAR la aumentó en un 15%, la adición de 1,0 % la aumentó en un 25%, y la adición de 1,5% la aumentó en un 30% y por último a los 28 días se continuo con el aumento en la resistencia a la flexión, la adición de 0,5 % de FAR la aumentó en un 12%, agregarle 1,0% la aumentó en un 21%, y la adición de 1,5% la aumentó en un 25%.

4.2 Prueba de hipótesis

4.2.1 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

Antes de llevar a cabo la prueba de hipótesis, se realizó la prueba de Shapiro-Wilk, el cual es recomendada para muestras inferiores a 50 datos, esto con la finalidad de evaluar si los datos proceden de una distribución normal.

Se llevo a cabo la prueba de Shapiro-Wilk utilizando las siguientes expresiones.

$$b = \sum a_i * (y_{n-i+1} - y_i)$$

$$S^2 = \sum y_i^2 - n\bar{y}^2$$

$$Wc = \frac{b^2}{S^2}$$

Donde:

- ai: coeficiente de shapiro – wilk
- S²: varianza.
- Wc: estadístico de prueba de shapiro – wilk calculado.
- Wt: valor critico de shapiro – wilk.

4.2.1.1 Test de normalidad para los datos provenientes del ensayo de asentamiento del concreto.

El nivel de significancia designado para el desarrollo de la prueba de normalidad será de 5%, proporcionando un nivel de confiabilidad del 95%.

Planteamiento de la hipótesis

- Ho: los datos proceden de una distribución normal.
- H1: los datos no proceden de una distribución normal.

Toma de decisión

- Si $Wc > Wt$, se acepta la hipótesis nula Ho.
- Si $Wc < Wt$, se rechaza la hipótesis nula Ho.

Tabla 74.

Test de normalidad de Shapiro-Wilk para los datos provenientes del ensayo de asentamiento del concreto

MUESTRA	Cm.	MEDIA	ai	b	S ²	Wc	Wt	Ho
Concreto estándar	10.48	10.20	0.7071	0.453	0.205	0.998	0.767	Se acepta
	10.16							
	9.84							
Concreto encauchado	8.26	7.90	0.7071	0.453	0.205	0.998	0.767	Se acepta
	7.94							
	7.62							
Concreto encauchado + 0.5% FAR	7.94	7.60	0.7071	0.453	0.205	1.000	0.767	Se acepta
	7.62							
	7.3							
Concreto encauchado + 1% FAR	6.35	5.70	0.7071	0.898	0.806	1.000	0.767	Se acepta
	5.72							
	5.08							
Concreto encauchado + 1.5% FAR	5.4	4.80	0.7071	1.124	0.362	3.492	0.767	Se acepta
	5.08							
	3.81							

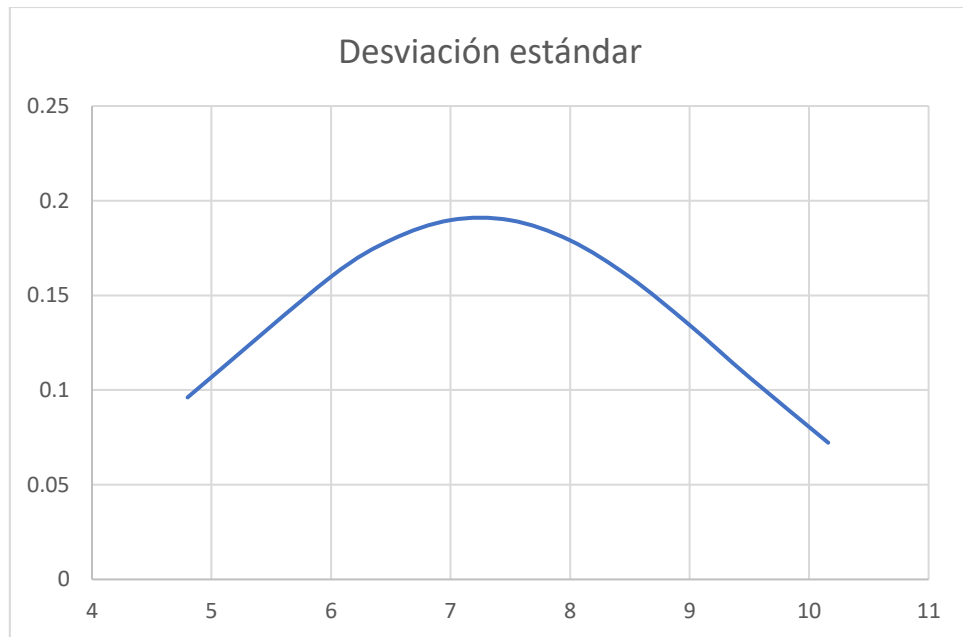


Figura 77. Diagrama lineal de la desviación estándar sobre la base de los resultados obtenidos en el asentamiento del concreto

Por lo que se observar en la tabla 74, esta indica que el valor de (W_c) es superior al valor de (W_t), por lo tanto, se acepta la hipótesis nula H_0 y se evidencia que todos los grupos evaluados presentan una distribución normal.

4.2.1.2 Test de normalidad para los datos provenientes del ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión.

El nivel de significancia designado para el desarrollo de la prueba de normalidad será de 5%, proporcionando un nivel de confiabilidad del 95%.

Planteamiento de la hipótesis

- H_0 : los datos proceden de una distribución normal.
- H_1 : los datos no proceden de una distribución normal.

Toma de decisión

- Si $W_c > W_t$, se acepta la hipótesis nula H_0 .
- Si $W_c < W_t$, se rechaza la hipótesis nula H_0 .

Tabla 75.

Test de normalidad de Shapiro-Wilk para los datos provenientes del ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión del concreto

MUESTRA	mm	MEDIA	ai	b	S ²	Wc	Wt	Ho
Concreto estándar	47.52	46.45	0.7071	1.280	1.801	0.910	0.767	Se acepta
	46.12							
	45.71							
Concreto encauchado	64.43	63.15	0.7071	1.556	2.621	0.923	0.767	Se acepta
	62.78							
	62.23							
Concreto encauchado + 0.5% FAR	63.93	61.98	0.7071	2.715	7.378	0.999	0.767	Se acepta
	61.92							
	60.09							
Concreto encauchado + 1% FAR	61.42	59.92	0.7071	2.121	4.499	1.000	0.767	Se acepta
	59.92							
	58.42							
Concreto encauchado + 1.5% FAR	60.16	59.44	0.7071	0.997	0.995	0.999	0.767	Se acepta
	59.42							
	58.75							



Figura 78. Diagrama lineal de la desviación estándar en base a los resultados obtenidos del ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión del concreto

Por lo que se observar en la tabla 75, esta indica que el valor de (Wc) es superior al valor de (Wt), es así que se da aceptación a la hipótesis nula Ho y se evidencia que todos los grupos evaluados presentan una distribución normal.

4.2.1.3 Test de normalidad para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la compresión del concreto.

El nivel de significancia designado para el desarrollo de la prueba de normalidad será de 5%, proporcionando un nivel de confiabilidad del 95%.

Planteamiento de la hipótesis

- H_0 : los datos proceden de una distribución normal.
- H_1 : los datos no proceden de una distribución normal.

Toma de decisión

- Si $W_c > W_t$, se acepta la hipótesis nula H_0 .
- Si $W_c < W_t$, se rechaza la hipótesis nula H_0 .

Tabla 76.

Test de normalidad de Shapiro-Wilk para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días del concreto

MUESTRA	(kg/cm ²)	MEDIA	ai	b	S ²	Wc	Wt	Ho
Concreto estándar	141.84	138.85	0.7071	4.702	22.771	0.971	0.767	Se acepta
	139.51							
	135.19							
Concreto encauchado	110.56	108.11	0.7071	3.302	10.979	0.993	0.767	Se acepta
	107.89							
	105.89							
Concreto encauchado + 0.5% FAR	129.64	126.68	0.7071	4.688	22.749	0.966	0.767	Se acepta
	127.4							
	123.01							
Concreto encauchado + 1% FAR	140.68	136.94	0.7071	6.576	48.249	0.896	0.767	Se acepta
	138.77							
	131.38							
Concreto encauchado + 1.5% FAR	147.8	144.59	0.7071	4.228	18.171	0.984	0.767	Se acepta
	144.15							
	141.82							

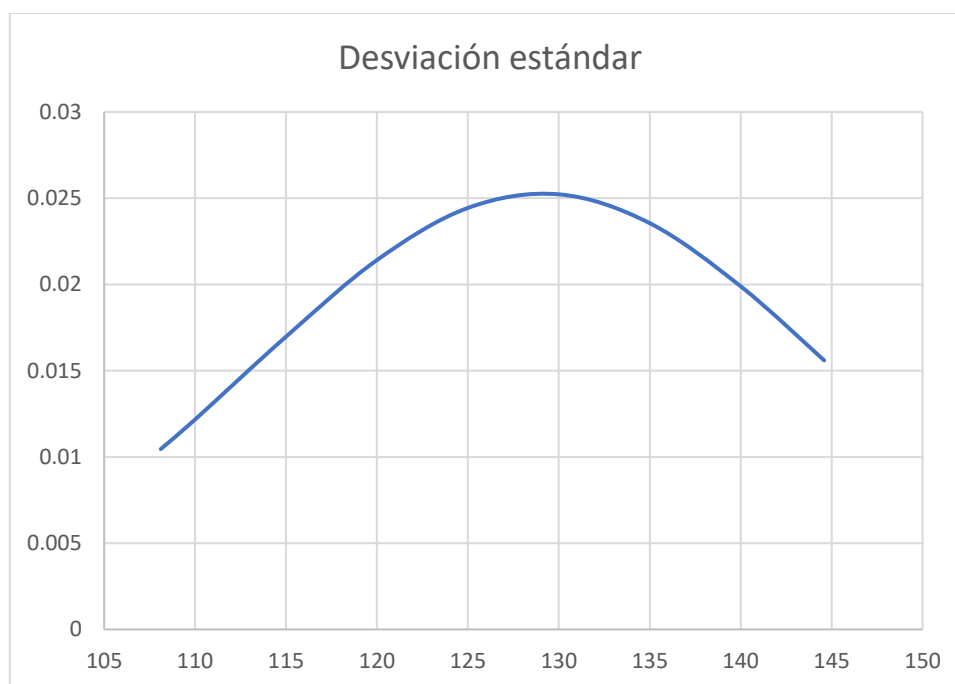


Figura 79. Diagrama lineal de la desviación estándar en base a los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días del concreto

Tabla 77.

Test de normalidad de Shapiro-Wilk para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días del concreto

MUESTRA	(kg/cm2)	MEDIA	ai	b	S ²	Wc	Wt	Ho
Concreto estándar	197.4							
	192.56	192.49	0.7071	7.000	49.013	1.000	0.767	Se acepta
	187.5							
Concreto encauchado	170.23							
	168.34	167.37	0.7071	4.730	23.790	0.941	0.767	Se acepta
	163.54							
Concreto encauchado + 0.5% FAR	188.19							
	186.89	186.27	0.7071	3.161	10.573	0.945	0.767	Se acepta
	183.72							
Concreto encauchado + 1% FAR	198.94							
	198.84	197.87	0.7071	2.199	6.248	0.774	0.767	Se acepta
	195.83							
Concreto encauchado + 1.5% FAR	208.43							
	203.46	201.66	0.7071	10.840	122.347	0.960	0.767	Se acepta
	193.10							



Figura 80. Diagrama lineal de la desviación estándar en base a los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días del concreto

Tabla 78.

Test de normalidad de Shapiro-Wilk para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días del concreto

MUESTRA	(kg/cm2)	MEDIA	ai	b	S ²	Wc	Wt	Ho
Concreto estándar	217.81			5.749				
	213.24	213.58	0.7071		33.218	0.995	0.767	Se acepta
	209.68							
Concreto encauchado	193.47			4.462				
	191.96	190.86	0.7071		21.713	0.917	0.767	Se acepta
	187.16							
Concreto encauchado + 0.5% FAR	209.13			4.278				
	206.67	206.29	0.7071		18.514	0.988	0.767	Se acepta
	203.08							
Concreto encauchado + 1% FAR	221.11			1.640				
	219.86	219.92	0.7071		2.697	0.998	0.767	Se acepta
	218.79							
Concreto encauchado + 1.5% FAR	229.09			9.107				
	226.27	223.86	0.7071		91.683	0.905	0.767	Se acepta
	216.21							



Figura 81. Diagrama lineal de la desviación estándar en base a los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días del concreto

Por lo que se obtuvo en las tablas (76,77 y 78); estas indican que el valor de (W_c) es superior al valor de (W_t), es así que se da aceptación a la hipótesis nula H_0 se evidencia que todos los grupos evaluados presentan una distribución normal.

4.2.1.4 Test de normalidad para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la tracción del concreto.

El nivel de significancia designado para el desarrollo de la prueba de normalidad será de 5%, proporcionando un nivel de confiabilidad del 95%.

Planteamiento de la hipótesis

- H_0 : los datos proceden de una distribución normal.
- H_1 : los datos no proceden de una distribución normal.

Toma de decisión

- Si $W_c > W_t$, se acepta la hipótesis nula H_0 .
- Si $W_c < W_t$, se rechaza la hipótesis nula H_0 .

Tabla 79.

Test de normalidad de Shapiro-Wilk para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la tracción a los 7 días del concreto

MUESTRA	(kg/cm2)	MEDIA	ai	b	S ²	Wc	Wt	Ho
Concreto estándar	17.74	17.16	0.7071	0.820	0.673	0.999	0.767	Se acepta
	17.15							
	16.58							
Concreto encauchado	16.47	15.98	0.7071	0.700	0.489	1.001	0.767	Se acepta
	15.98							
	15.48							
Concreto encauchado + 0.5% FAR	19.42	18.87	0.7071	0.962	1.026	0.901	0.767	Se acepta
	19.13							
	18.06							
Concreto encauchado + 1% FAR	20.25	19.91	0.7071	0.622	0.444	0.872	0.767	Se acepta
	20.1							
	19.37							
Concreto encauchado + 1.5% FAR	20.59	20.04	0.7071	1.011	1.186	0.862	0.767	Se acepta
	20.37							
	19.16							



Figura 82. Diagrama lineal de la desviación estándar en base a los resultados obtenidos del ensayo de la resistencia a la tracción a los 7 días del concreto

Tabla 80.

Test de normalidad de Shapiro-Wilk para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la tracción a los 14 días del concreto

MUESTRA	(kg/cm2)	MEDIA	ai	b	S ²	Wc	Wt	Ho
Concreto estándar	21.33	20.85	0.7071	0.877	0.892	0.861	0.767	Se acepta
	21.14							
	20.09							
Concreto encauchado	20.06	19.49	0.7071	1.131	1.608	0.796	0.767	Se acepta
	19.96							
	18.46							
Concreto encauchado + 0.5% FAR	22.04	21.47	0.7071	1.131	1.608	0.796	0.767	Se acepta
	21.94							
	20.44							
Concreto encauchado + 1% FAR	23.18	22.68	0.7071	0.587	0.384	0.897	0.767	Se acepta
	22.52							
	22.35							
Concreto encauchado + 1.5% FAR	24.65	23.58	0.7071	1.513	2.290	1.000	0.767	Se acepta
	23.58							
	22.51							



Figura 83. Diagrama lineal de la desviación estándar en base a los resultados obtenidos del ensayo de la resistencia a la tracción a los 14 días del concreto

Tabla 81.

Test de normalidad de Shapiro-Wilk para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la tracción a los 28 días del concreto

MUESTRA	(kg/cm2)	MEDIA	ai	b	S ²	Wc	Wt	Ho
Concreto estándar	22.35							
	21.03	21.41	0.7071	1.054	1.331	0.834	0.767	Se acepta
	20.86							
Concreto encauchado	21.54							
	20.81	20.65	0.7071	1.379	1.941	0.979	0.767	Se acepta
	19.59							
Concreto encauchado + 0.5% FAR	23.38							
	23.27	22.66	0.7071	1.457	2.685	0.790	0.767	Se acepta
	21.32							
Concreto encauchado + 1% FAR	24.8							
	24.09	24.01	0.7071	1.181	1.405	0.993	0.767	Se acepta
	23.13							
Concreto encauchado + 1.5% FAR	26.00							
	24.20	24.62	0.7071	1.648	2.983	0.910	0.767	Se acepta
	23.67							



Figura 84. Diagrama lineal de la desviación estándar en base a los resultados obtenidos del ensayo de la resistencia a la tracción a los 28 días del concreto

Por lo que se observar en las tablas (79,80 y 81); estas indican que el valor de (W_c) es superior al valor de (W_t), es así que se da aceptación a la hipótesis nula H_0 y se evidencia que todos los grupos evaluados presentan una distribución normal.

4.2.1.5 Test de normalidad para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la flexión del concreto.

El nivel de significancia designado para el desarrollo de la prueba de normalidad será de 5%, proporcionando un nivel de confiabilidad del 95%.

Planteamiento de la hipótesis

- H_0 : los datos proceden de una distribución normal.
- H_1 : los datos no proceden de una distribución normal.

Toma de decisión

- Si $W_c > W_t$, se acepta la hipótesis nula H_0 .
- Si $W_c < W_t$, se rechaza la hipótesis nula H_0 .

Tabla 82.

Test de normalidad de Shapiro-Wilk para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la flexión a los 7 días del concreto

MUESTRA	(kg/cm ²)	MEDIA	ai	b	S ²	Wc	Wt	Ho
Concreto estándar	23.71	23.08	0.7071	0.870	0.757	0.999	0.767	Se acepta
	23.06							
	22.48							
Concreto encauchado	20.13	19.76	0.7071	0.481	0.238	0.970	0.767	Se acepta
	19.69							
	19.45							
Concreto encauchado + 0.5% FAR	25.11	24.36	0.7071	0.990	0.997	0.983	0.767	Se acepta
	24.25							
	23.71							
Concreto encauchado + 1% FAR	26.25	25.64	0.7071	0.820	0.678	0.992	0.767	Se acepta
	25.58							
	25.09							
Concreto encauchado + 1.5% FAR	28.69	28.21	0.7071	0.771	0.620	0.959	0.767	Se acepta
	28.34							
	27.6							



Figura 85. Diagrama lineal de la desviación estándar en base a los resultados obtenidos del ensayo de la resistencia a la flexión a los 7 días del concreto

Tabla 83.

Test de normalidad de Shapiro-Wilk para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la flexión a los 14 días del concreto

MUESTRA	(kg/cm2)	MEDIA	ai	b	S ²	Wc	Wt	Ho
Concreto estándar	28.98							Se acepta
	28.46	28.52	0.7071	0.608	0.375	0.987	0.767	
	28.12							
Concreto encauchado	24.61							Se acepta
	24.37	24.22	0.7071	0.658	0.466	0.928	0.767	
	23.68							
Concreto encauchado + 0.5% FAR	28.78							Se acepta
	27.54	27.88	0.7071	1.025	1.228	0.856	0.767	
	27.33							
Concreto encauchado + 1% FAR	30.78							Se acepta
	30.41	30.17	0.7071	1.039	1.169	0.924	0.767	
	29.31							
Concreto encauchado + 1.5% FAR	32.59							Se acepta
	31.71	31.71	0.7071	1.244	1.549	1.000	0.767	
	30.83							



Figura 86. Diagrama lineal de la desviación estándar en base a los resultados obtenidos del ensayo de la resistencia a la flexión a los 14 días del concreto

Tabla 84.

Test de normalidad de Shapiro-Wilk para los datos provenientes del ensayo de resistencia a la flexión a los 28 días del concreto

MUESTRA	(kg/cm2)	MEDIA	ai	b	S ²	Wc	Wt	Ho
Concreto estándar	34.87							Se acepta
	34.51	34.52	0.7071	0.495	0.245	0.999	0.767	
	34.17							
Concreto encauchado	30.58							Se acepta
	29.96	30.09	0.7071	0.608	0.393	0.940	0.767	
	29.72							
Concreto encauchado + 0.5% FAR	34.63							Se acepta
	33.54	33.88	0.7071	0.827	0.855	0.800	0.767	
	33.46							
Concreto encauchado + 1% FAR	36.91							Se acepta
	36.51	36.44	0.7071	0.721	0.528	0.985	0.767	
	35.89							
Concreto encauchado + 1.5% FAR	38.82							Se acepta
	37.76	37.85	0.7071	1.301	1.705	0.993	0.767	
	36.98							



Figura 87. Diagrama lineal de la desviación estándar en base a los resultados obtenidos del ensayo de la resistencia a la flexión a los 28 días del concreto

Por lo que se observar en las tablas (82, 83 y 84); estas indican que el valor de (Wc) es superior al valor de (Wt), es así que se da aceptación a la hipótesis nula H_0 y se evidencia que todos los grupos evaluados presentan una distribución normal.

4.2.2 Prueba ANOVA.

4.2.2.1 Contraste de hipótesis 1.

Hipótesis 1: La incorporación de 0.5 %, 1 % y 1.5 % de fibras de acero reciclado influye de manera negativa en la consistencia del concreto encauchado con relación $a/c=0.54$ ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).

Planteamiento de la hipótesis

- H_0 = La incorporación de 0.5 %, 1 % y 1.5 % de fibras de acero reciclado no influye de manera negativa en la consistencia del concreto encauchado con relación $a/c=0.54$ ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).
- H_1 = La incorporación de 0.5 %, 1% y 1.5% de fibras de acero reciclado influye de manera negativa en la consistencia del concreto encauchado con relación $a/c=0.54$ ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).

Regla de decisión

- Si, $F < F_{\text{crítico}}$ entonces, se acepta la hipótesis nula.

- Si, $F > F_{\text{crítico}}$ entonces, se desestima la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

Tabla 85.

Test de la prueba de ANOVA para el ensayo de asentamiento

FAR (%)	Asentamiento (pulg)			$\bar{x}_t$	n_i	$n_i(\bar{x}_t - \bar{x}_{..})^2$	$\sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2$
	1°	2°	3°				
Concreto Encauchado (CE)	8.26	7.62	7.94	7.90	3	6.13470	6.33950
CE+0.5% FAR	7.62	7.3	7.94	7.60	3	3.69630	3.90110
CE+1.0% FAR	5.08	6.35	5.72	5.70	3	1.88813	2.69460
CE + 1.5% FAR	3.81	5.08	5.4	4.80	3	9.15253	10.56700
				Σ	12	20.87167	23.50220

$$SC_{trat} = \sum_{i=1}^k n_i * (\bar{x}_t - \bar{x}_{..})^2 = 20.87167$$

$$SC_{Total} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_{..})^2 = 23.50220$$

$$SC_{Error} = SC_{Total} - SC_{trat} = 2.63053$$

Tabla 86.

Resumen de test ANOVA en asentamiento

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	20.87167	3	6.9572222	21.158
Dentro de las muestras	2.63053	8	0.3288167	
Total	23.50220	11		

El F-crítico para un $\alpha=0.05$, es:

$$F_{\alpha, k-1, N-k} = 4.06618$$

- P – valor = 0.000368511

$$- F > F_{\text{crítico}} = 21.158 > 4.06618$$

Según los resultados mostrados en las tablas (85 y 86), la hipótesis nula es rechazada y se valida la hipótesis alternativa H1. Este resultado demuestra que la incorporación de FAR influye de manera negativa en la consistencia del concreto encauchado.

Método TUKEY:

Para evaluar si las diferencias entre los tratamientos son importantes, se empleó el método de Tukey.

$$\begin{aligned} k &= 4 \\ N-k &= 8 \\ CM_E &= 0.3 \\ n_i &= 3 \\ q_{\alpha}(k, N-k) &= 4.53 \end{aligned}$$

$$T_{\alpha} = 1.50$$

Tabla 87.

Test de TUKEY para el ensayo de asentamiento

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
$\mu_A - \mu_B$	0.320	No significativa
$\mu_A - \mu_C$	2.223	Significativa
$\mu_A - \mu_D$	3.177	Significativa
$\mu_B - \mu_C$	1.903	Significativa
$\mu_B - \mu_D$	2.857	Significativa
$\mu_C - \mu_D$	0.953	No significativa

Por lo que se muestra en la tabla 87, se puede determinar que no se evidencian diferencias importantes entre los tratamientos ($\mu_A - \mu_B$) y ($\mu_C - \mu_D$), por otro lado, sí se notaron diferencias importantes entre los tratamientos ($\mu_A - \mu_C$, $\mu_A - \mu_D$, $\mu_B - \mu_C$, $\mu_B - \mu_D$).

4.2.2.2 Contraste de hipótesis 2.

Hipótesis 2: La incorporación de 0.5%, 1% y 1.5% de fibras de acero reciclado tiene efectos positivos en la permeabilidad del concreto encauchado con relación $a/c=0.54$ ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).

Planteamiento de la hipótesis

- H_0 = La incorporación de 0.5 %, 1 % y 1.5 % de fibras de acero reciclado no tiene efectos negativos en la permeabilidad del concreto encauchado con relación $a/c=0.54$ ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).

- H_1 = La incorporación de 0.5 %, 1% y 1.5% de fibras de acero reciclado tiene efectos negativos en la permeabilidad del concreto encauchado con relación $a/c=0.54$ ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).

Regla de decisión

- Si, $F < F_{\text{crítico}}$ entonces, se acepta la hipótesis nula.
- Si, $F > F_{\text{crítico}}$ entonces, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

Tabla 88.

Test de la prueba de ANOVA para el ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión del concreto

FAR (%)	PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN MÁXIMA (mm)			$\bar{x}_t$	n_i	$n_i(\bar{x}_t - \bar{x}_{..})^2$	$\sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2$
	1°	2°	3°				
Concreto Encauchado (CE)	64.43	62.78	62.23	63.14	3	12.2918	14.9134
CE+0.5% FAR	63.93	61.92	60.09	61.98	3	2.2059	9.5841
CE+1.0% FAR	61.42	59.92	58.42	59.92	3	4.338	8.838
CE + 1.5% FAR	60.16	59.42	58.75	59.44	3	8.4588	9.4537
	Σ			12		27.294	42.789

$$SC_{trat} = \sum_{i=1}^k n_i * (\bar{x}_t - \bar{x}_{..})^2 = 27.294$$

$$SC_{Total} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_{..})^2 = 42.789$$

$$SC_{Error} = SC_{Total} - SC_{trat} = 15.495$$

Tabla 89.

Resumen de test ANOVA del ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión del concreto

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	27.294	3	9.0982	4.6974
Dentro de las muestras	15.495	8	1.9368	
Total	42.789	11		

El F-crítico para un $\alpha=0.05$, es:

$$F_{\alpha, k-1, N-k} = 4.06618$$

- P – valor = 0.00036412
- $F > F_{\text{crítico}} = 4.6974 > 4.06618$

Según los resultados mostrados en las tablas (88 y 89), la hipótesis nula es rechazada y se valida la hipótesis alternativa H1. Este resultado demuestra que la incorporación de FAR tiene influencia negativa en la permeabilidad del concreto encauchado.

Método TUKEY:

Para evaluar si las diferencias entre los tratamientos son importantes, se empleó el método de Tukey.

k=	4
N-k=	8
CM _E =	1.9
n _i =	3
q _{α} (k, N-k)=	4.53

$$T\alpha = 3.64$$

Tabla 90.

Test de TUKEY para el ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión del concreto

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
$\mu_A - \mu_B$	3.227	No significativa
$\mu_A - \mu_C$	1.167	No significativa
$\mu_A - \mu_D$	3.703	Significativa
$\mu_B - \mu_C$	2.060	No significativa
$\mu_B - \mu_D$	0.477	No significativa
$\mu_C - \mu_D$	2.537	No significativa

Por lo que se muestra en la tabla 90, se puede determinar que no se evidencian diferencias importantes entre los tratamientos ($\mu_A - \mu_B$, $\mu_A - \mu_C$, $\mu_B - \mu_C$, $\mu_B - \mu_D$, $\mu_C - \mu_D$); por otro lado, se notaron diferencias importantes entre los tratamientos ($\mu_A - \mu_D$).

4.2.2.3 Contraste de hipótesis 3.

Hipótesis 3: La incorporación de 0.5%, 1% y 1.5% de fibras de acero reciclado influye positivamente en la resistencia a la compresión del concreto encauchado con relación a/c=0.54 ($f^c=210\text{kg/cm}^2$).

Planteamiento de la hipótesis

- H_0 = La incorporación de 0.5%, 1% y 1.5% de fibras de acero reciclado influye negativamente en la resistencia a la compresión del concreto encauchado con relación a/c=0.54 ($f^c=210\text{kg/cm}^2$).
- H_1 = La incorporación de 0.5%, 1% y 1.5% de fibras de acero reciclado influye positivamente en la resistencia a la compresión del concreto encauchado con relación a/c=0.54 ($f^c=210\text{kg/cm}^2$).

Regla de decisión

- Si, $F < F_{\text{crítico}}$ entonces, se acepta la hipótesis nula.
- Si, $F > F_{\text{crítico}}$ entonces, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

Tabla 91.

Test de la prueba de ANOVA para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 7 días.

FAR (%)	Resistencia a la compresión a los 7 días (kg/cm2)			$\bar{x}_t$	n _i	$n_t(\bar{x}_t - \bar{x}_{..})^2$	$\sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2$
	1°	2°	3°				
Concreto							
Encauchado (CE)	110.56	105.89	107.21	107.89	3	1340.59	1352.18
CE+0.5% FAR	129.64	123.01	127.4	126.68	3	16.46	39.21
CE+1.0% FAR	140.68	131.38	138.77	136.94	3	188.06	236.31
CE + 1.5% FAR	141.82	144.15	147.8	144.59	3	726.73	744.90
	Σ			12	2271.845	2372.606	

$$SC_{trat} = \sum_{i=1}^k n_i * (\bar{x}_t - \bar{x}_{..})^2 = 2271.845$$

$$SC_{Total} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2 = 2372.606$$

$$SC_{Error} = SC_{Total} - SC_{trat} = 100.761$$

Tabla 92.

Resumen del test ANOVA para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 7 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	2271.845	3	757.2818	60.1251
Dentro de las muestras	100.761	8	12.5951	
Total	2372.601	11		

El F-crítico para un $\alpha=0.05$, es:

$$F_{\alpha, k-1, N-k} = 4.06618$$

- P – valor = 0.000007868
- $F > F_{\text{crítico}} = 60.1251 > 4.06618$

Método TUKEY:

Para evaluar si las diferencias entre los tratamientos son importantes, se empleó el método de Tukey.

k=	4
N-k=	8
CM _E =	12.6
n _i =	3
q _α (k,N-k)=	4.53

$$T\alpha = 9.28$$

Tabla 93.

Test de TUKEY para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 7 días.

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
$\mu_A - \mu_B$	18.797	Significativa
$\mu_A - \mu_C$	29.057	Significativa
$\mu_A - \mu_D$	36.703	Significativa
$\mu_B - \mu_C$	10.260	Significativa
$\mu_B - \mu_D$	17.907	Significativa
$\mu_C - \mu_D$	7.647	No significativa

Por lo que se muestra en la tabla 93, se pudo determinar que no se evidencian diferencias importantes entre los tratamientos ($\mu_C - \mu_D$); por otro lado, se notaron diferencias importantes entre los tratamientos ($\mu_A - \mu_B$, $\mu_A - \mu_C$, $\mu_A - \mu_D$, $\mu_B - \mu_C$, $\mu_B - \mu_D$).

Tabla 94.

Test de la prueba de ANOVA para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 14 días.

FAR (%)	Resistencia a la compresión a los 14 días (kg/cm ²)			$\bar{x}_t$	n _i	$n_i(\bar{x}_t - \bar{x}_{..})^2$	$\sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2$
	1°	2°	3°				
Concreto Encauchado (CE)	168.34	170.23	163.54	167.37	3	1313.25	1337.04

CE+0.5% FAR	186.89	188.19	183.72	186.27	3	12.31	22.89
CE+1.0% FAR	198.84	195.83	198.94	197.87	3	275.19	281.43
CE + 1.5% FAR	203.46	208.43	193.1	201.66	3	536.34	658.68
					Σ	12	2137.088
							2300.045

$$SC_{trat} = \sum_{i=1}^k n_i * (\bar{x}_t - \bar{x}_{..})^2 = 2137.088$$

$$SC_{Total} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_{..})^2 = 2300.045$$

$$SC_{Error} = SC_{Total} - SC_{trat} = 162.957$$

Tabla 95.

Resumen del test ANOVA para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 14 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	2137.088	3	712.3627	34.9719
Dentro de las muestras	162.957	8	20.3696	
Total	2300.045	11		

El F-crítico para un $\alpha=0.05$, es:

$$F_{\alpha, k-1, N-k} = 4.06618$$

- P – valor = 0.00006022
- $F > F_{crítico} = 34.9719 > 4.06618$

Método de TUKEY:

Para evaluar si las diferencias entre los tratamientos son importantes, se empleó el método de Tukey.

$$\begin{aligned} k &= 4 \\ N-k &= 8 \\ CM_E &= 20.4 \\ n_i &= 3 \\ q_{\alpha}(k, N-k) &= 4.53 \\ T_{\alpha} &= 11.80 \end{aligned}$$

Tabla 96.

Test de TUKEY para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 14 días.

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
$\mu_A - \mu_B$	18.897	Significativa
$\mu_A - \mu_C$	30.500	Significativa
$\mu_A - \mu_D$	34.293	Significativa
$\mu_B - \mu_C$	11.603	No significativa
$\mu_B - \mu_D$	15.397	Significativa
$\mu_C - \mu_D$	3.793	No significativa

Por lo que se muestra en la tabla 96, se puede determinar que no se evidencian diferencias importantes entre los tratamientos ($\mu_B - \mu_C$, $\mu_C - \mu_D$); por otro lado, se notaron diferencias importantes entre los tratamientos ($\mu_A - \mu_B$, $\mu_A - \mu_C$, $\mu_A - \mu_D$, $\mu_B - \mu_D$).

Tabla 97.

Test de la prueba de ANOVA para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días.

FAR (%)	Resistencia a la compresión a los 28 días (kg/cm ²)			$\bar{x}_t$	n_i	$n_i(\bar{x}_t - \bar{x}_{..})^2$	$\sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2$
	1°	2°	3°				
Concreto Encauchado (CE)	193.47	191.96	187.16	190.86	3	1125.59	1147.30
CE+0.5% FAR	209.13	206.67	203.08	206.29	3	46.57	65.08
CE+1.0% FAR	221.11	219.86	218.79	219.92	3	281.49	284.19
CE + 1.5% FAR	229.09	226.27	216.21	223.86	3	556.79	648.47
	Σ				12	2010.442	2145.048

$$SC_{trat} = \sum_{i=1}^k n_i * (\bar{x}_t - \bar{x}_{..})^2 = 2010.442$$

$$SC_{Total} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2 = 2145.048$$

$$SC_{Error} = SC_{Total} - SC_{trat} = 134.606$$

Tabla 98.

Resumen del test ANOVA para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	2010.4417	3	670.1472	39.8286
Dentro de las muestras	134.6062	8	16.8258	
Total	2145.0479	11		

El F-crítico para un $\alpha=0.05$, es:

$$F_{\alpha, k-1, N-k} = 4.06618$$

- P – valor = 0.00003719
- $F > F_{\text{crítico}} = 39.8286 > 4.06618$

Método de TUKEY:

Para evaluar si las diferencias entre los tratamientos son importantes, se empleó el método de Tukey.

$$\begin{aligned}
 k &= 4 \\
 N-k &= 8 \\
 CM_E &= 16.8 \\
 n_i &= 3 \\
 q_{\alpha}(k, N-k) &= 4.53
 \end{aligned}$$

$$T_{\alpha} = 10.73$$

Tabla 99.

Test de TUKEY para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días.

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
$\mu_A - \mu_B$	15.430	Significativa
$\mu_A - \mu_C$	29.057	Significativa
$\mu_A - \mu_D$	32.993	Significativa
$\mu_B - \mu_C$	13.627	Significativa
$\mu_B - \mu_D$	17.563	Significativa
$\mu_C - \mu_D$	3.937	No significativa

Por lo que se muestra en la tabla 99, se puede determinar que no se evidencian diferencias importantes entre los tratamientos ($\mu_C - \mu_D$); por otro lado, se notaron diferencias importantes entre los tratamientos ($\mu_A - \mu_B$, $\mu_A - \mu_C$, $\mu_A - \mu_D$, $\mu_B - \mu_C$, $\mu_B - \mu_D$).

Según los resultados mostrados en las tablas (91, 92, 94, 95, 97 y 98) la hipótesis nula es rechazada y se valida la hipótesis alternativa H1. Este resultado demuestra que la incorporación de fibras de acero reciclado influye positivamente en la resistencia a la compresión del concreto encauchado.

4.2.2.4 Contraste de hipótesis 4.

Hipótesis 4: La incorporación de 0.5%, 1% y 1.5% de fibras de acero reciclado influye de manera positiva en la resistencia a la tracción del concreto encauchado con relación a/c=0.54 ($f'_c=210\text{kg/cm}^2$).

Planteamiento de la hipótesis

- H_0 = La incorporación de 0.5%, 1% y 1.5% de fibras de acero reciclado influye negativamente en la resistencia a la tracción del concreto encauchado con relación a/c=0.54 ($f'_c=210\text{kg/cm}^2$).
- H_1 = La incorporación de 0.5%, 1% y 1.5% de fibras de acero reciclado influye de manera positiva en la resistencia a la tracción del concreto encauchado con relación a/c=0.54 ($f'_c=210\text{kg/cm}^2$).

Regla de decisión

- Si, $F < F_{\text{crítico}}$ entonces, se acepta la hipótesis nula.
- Si, $F > F_{\text{crítico}}$ entonces, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa (H1).

Tabla 100.

Test de la prueba de ANOVA para el ensayo de resistencia a la tracción del concreto a los 7 días.

FAR (%)	Resistencia a la tracción a los 7 días (kg/cm^2)			$\bar{x}_t$	n_i	$n_i(\bar{x}_t - \bar{x}_{..})^2$	$\sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2$
	1°	2°	3°				
Concreto Encauchado (CE)	16.47	15.48	15.98	15.977	3	22.2224	22.7125
CE+0.5% FAR	19.42	18.06	19.13	18.87	3	0.0884	1.1146
CE+1.0% FAR	20.25	19.37	20.1	19.907	3	4.3802	4.8235

CE + 1.5% FAR	20.59	20.37	19.16	20.04	3	5.4002	6.5860
				Σ	12	32.0912	35.2366

$$SC_{trat} = \sum_{i=1}^k n_i * (\bar{x}_t - \bar{x}_{..})^2 = 32.0912$$

$$SC_{Total} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_{..})^2 = 35.2366$$

$$SC_{Error} = SC_{Total} - SC_{trat} = 3.1453$$

Tabla 101.

Resumen del test ANOVA para el ensayo de resistencia a la tracción del concreto a los 7 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	32.0912	3	10.6971	27.2075
Dentro de las muestras	3.1453	8	0.3932	
Total	35.2366	11		

El F-crítico para un $\alpha=0.05$, es:

$$F_{\alpha,k-1,N-k} = 4.06618$$

- P – valor = 0.0001506
- $F > F_{crítico} = 27.2075 > 4.06618$

Método de TUKEY:

Para evaluar si las diferencias entre los tratamientos son importantes, se empleó el método de Tukey.

k=	4
N-k=	8
CM _E =	0.4
n _i =	3
q _α (k,N-k)=	4.53

$$T\alpha = 1.64$$

Tabla 102.

Test de TUKEY para el ensayo de resistencia a la tracción del concreto a los 7 días.

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
$\mu_A - \mu_B$	2.893	Significativa
$\mu_A - \mu_C$	3.930	Significativa
$\mu_A - \mu_D$	4.063	Significativa
$\mu_B - \mu_C$	1.037	No significativa
$\mu_B - \mu_D$	1.170	No significativa
$\mu_C - \mu_D$	0.133	No significativa

Por lo que se muestra en la tabla 102, se puede determinar que no se evidencian diferencias importantes entre los tratamientos ($\mu_B - \mu_C$, $\mu_B - \mu_D$, $\mu_C - \mu_D$); por otro lado, se notaron diferencias importantes entre los tratamientos ($\mu_A - \mu_B$, $\mu_A - \mu_C$, $\mu_A - \mu_D$).

Tabla 103.

Test de la prueba de ANOVA para el ensayo de resistencia a la tracción del concreto a los 14 días.

FAR (%)	Resistencia a la tracción a los 14 días (kg/cm ²)			$\bar{x}_t$	n_i	$n_i(\bar{x}_t - \bar{x}_{..})^2$	$\sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2$
	1°	2°	3°				
Concreto Encauchado (CE)	20.06	18.46	19.96	19.493	3	16.0661	17.6728
CE+0.5% FAR	22.04	20.44	21.94	21.473	3	0.3350	1.9417
CE+1.0% FAR	23.18	22.35	22.52	22.683	3	2.3013	2.6857
CE + 1.5% FAR	22.51	23.58	24.65	23.58	3	9.4253	11.7151
	Σ				12	28.1276	34.0152

$$SC_{trat} = \sum_{i=1}^k n_i * (\bar{x}_t - \bar{x}_{..})^2 = 28.1276$$

$$SC_{Total} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_{..})^2 = 34.0152$$

$$SC_{Error} = SC_{Total} - SC_{trat} = 5.8876$$

Tabla 104.

Resumen del test ANOVA para el ensayo de resistencia a la tracción del concreto a los 14 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	28.1276	3	9.3759	12.7398
Dentro de las muestras	5.8876	8	0.7359	
Total	34.0152	11		

El F-crítico para un $\alpha=0.05$, es:

$$F_{\alpha, k-1, N-k} = 4.06618$$

- P – valor = 0.002050
- $F > F_{\text{crítico}} = 12.7398 > 4.06618$

Método de TUKEY:

Para evaluar si las diferencias entre los tratamientos son importantes, se empleó el método de Tukey.

$$\begin{aligned}
 k &= 4 \\
 N-k &= 8 \\
 CM_E &= 0.7 \\
 n_i &= 3 \\
 q_{\alpha}(k, N-k) &= 4.53
 \end{aligned}$$

$$T\alpha = 2.24$$

Tabla 105.

Test de TUKEY para el ensayo de resistencia a la tracción del concreto a los 14 días.

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
$\mu_A - \mu_B$	1.980	No significativa
$\mu_A - \mu_C$	3.190	Significativa
$\mu_A - \mu_D$	4.087	Significativa
$\mu_B - \mu_C$	1.210	No significativa
$\mu_B - \mu_D$	2.107	No significativa
$\mu_C - \mu_D$	0.897	No significativa

Por lo que se muestra en la tabla 105, se puede determinar que no se evidencian diferencias importantes entre los tratamientos ($\mu A - \mu B$, $\mu B - \mu C$, $\mu B - \mu D$, $\mu C - \mu D$); por otro lado, se notaron diferencias importantes entre los tratamientos ($\mu A - \mu C$, $\mu A - \mu D$).

Tabla 106.

Test de la prueba de ANOVA para el ensayo de resistencia a la tracción del concreto a los 28 días.

FAR (%)	Resistencia a la tracción a los 28 días (kg/cm ²)			$\bar{x}_t$	n_i	$n_i(\bar{x}_t - \bar{x}_{..})^2$	$\sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2$
	1°	2°	3°				
Concreto Encauchado (CE)	21.54	20.81	19.59	20.647	3	16.3800	18.3213
CE+0.5% FAR	23.38	23.27	21.32	22.657	3	0.3201	3.0062
CE+1.0% FAR	24.8	24.09	23.13	24.007	3	3.1416	4.5465
CE + 1.5% FAR	26	24.2	23.67	24.623	3	8.0688	11.0521
	Σ				12	27.9106	36.9261

$$SC_{trat} = \sum_{i=1}^k n_i * (\bar{x}_t - \bar{x}_{..})^2 = 27.9106$$

$$SC_{Total} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_{..})^2 = 36.9261$$

$$SC_{Error} = SC_{Total} - SC_{trat} = 9.0155$$

Tabla 107.

Resumen del test ANOVA para el ensayo de resistencia a la tracción del concreto a los 28 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	27.9106	3	9.3035	8.2556
Dentro de las muestras	9.0155	8	1.1269	
Total	36.9261	11		

El F-crítico para un $\alpha=0.05$, es:

$$F_{\alpha,k-1,N-k} = 4.06618$$

- $P - \text{valor} = 0.007842$
- $F > F_{\text{crítico}} = 8.2556 > 4.06618$

Método de TUKEY:

Para evaluar si las diferencias entre los tratamientos son importantes, se empleó el método de Tukey.

$k =$	4
$N - k =$	8
$CM_E =$	1.1
$n_i =$	3
$q_{\alpha}(k, N - k) =$	4.53
$T_{\alpha} =$	2.78

Tabla 108.

Test de TUKEY para el ensayo de resistencia a la tracción del concreto a los 28 días.

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
$\mu_A - \mu_B$	2.010	No significativa
$\mu_A - \mu_C$	3.360	Significativa
$\mu_A - \mu_D$	3.977	Significativa
$\mu_B - \mu_C$	1.350	No significativa
$\mu_B - \mu_D$	1.967	No significativa
$\mu_C - \mu_D$	0.617	No significativa

Por lo que se muestra en la tabla 108, se puede determinar que no se evidencian diferencias importantes entre los tratamientos ($\mu_A - \mu_B$, $\mu_B - \mu_C$, $\mu_B - \mu_D$, $\mu_C - \mu_D$); por otro lado, se notaron diferencias importantes entre los tratamientos ($\mu_A - \mu_C$, $\mu_A - \mu_D$).

Según los resultados mostrados en las tablas (100, 101, 103, 104, 106 y 107) la hipótesis nula es rechazada y se valida la hipótesis alternativa H1. Este resultado demuestra que la incorporación de fibras de acero reciclado influye positivamente en la resistencia a la tracción del concreto encauchado.

4.2.2.5 Contraste de hipótesis 5.

Hipótesis 5: La incorporación de 0.5%, 1% y 1.5% de fibras de acero reciclado tiene efectos positivos en la resistencia a la flexión del concreto encauchado con relación $a/c=0.54$ ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).

Planteamiento de la hipótesis

- H_0 = La incorporación de 0.5%, 1% y 1.5% de fibras de acero reciclado tiene efectos negativos en la resistencia a la flexión del concreto encauchado con relación $a/c=0.54$ ($f_c=210\text{kg/cm}^2$).
- H_1 = La incorporación de 0.5%, 1% y 1.5% de fibras de acero reciclado tiene efectos positivos en la resistencia a la flexión del concreto encauchado con relación $a/c=0.54$ ($f_c=210\text{kg/cm}^2$).

Regla de decisión

- Si, $F < F_{\text{crítico}}$ entonces, se acepta la hipótesis nula.
- Si, $F > F_{\text{crítico}}$ entonces, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

Tabla 109.

Test de la prueba de ANOVA para el ensayo de resistencia a la flexión del concreto a los 7 días.

FAR (%)	Resistencia a la flexión a los 7 días (kg/cm2)			$\bar{x}_t$	n_i	$n_i(\bar{x}_t - \bar{x}_{..})^2$	$\sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2$
	1°	2°	3°				
Concreto Encauchado (CE)	19.45	20.13	19.69	19.757	3	67.2370	67.4749
CE+0.5% FAR	23.71	25.11	24.25	24.357	3	0.0540	1.0511
CE+1.0% FAR	25.09	26.25	25.58	25.64	3	3.9618	4.6400
CE + 1.5% FAR	27.6	28.69	28.34	28.21	3	41.4966	42.1160
	Σ			12		112.7494	115.2819

$$SC_{trat} = \sum_{i=1}^k n_i * (\bar{x}_t - \bar{x}_{..})^2 = 112.7494$$

$$SC_{Total} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2 = 115.2819$$

$$SC_{Error} = SC_{Total} - SC_{trat} = 2.5325$$

Tabla 110.

Resumen del test ANOVA para el ensayo de resistencia a la flexión del concreto a los 7 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	112.7494	3	37.5831	118.7210
Dentro de las muestras	2.5325	8	0.3166	
Total	115.2819	11		

El F-crítico para un $\alpha=0.05$, es:

$$F_{\alpha, k-1, N-k} = 4.06618$$

- P – valor = 0.0000005681
- $F > F_{\text{crítico}} = 118.7210 > 4.06618$

Método de TUKEY:

Para evaluar si las diferencias entre los tratamientos son importantes, se empleó el método de Tukey.

$$\begin{aligned}
 k &= 4 \\
 N-k &= 8 \\
 CM_E &= 0.3 \\
 n_i &= 3 \\
 q_{\alpha}(k, N-k) &= 4.53
 \end{aligned}$$

$$T\alpha = 1.47$$

Tabla 111.

Test de TUKEY para el ensayo de resistencia a la flexión del concreto a los 7 días.

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
$\mu_A - \mu_B$	4.600	Significativa
$\mu_A - \mu_C$	5.883	Significativa
$\mu_A - \mu_D$	8.453	Significativa
$\mu_B - \mu_C$	1.283	No significativa
$\mu_B - \mu_D$	3.853	Significativa
$\mu_C - \mu_D$	2.570	Significativa

Por lo que se muestra en la tabla 111, se puede determinar que no se evidencian diferencias importantes entre los tratamientos ($\mu_B - \mu_C$); por otro lado, se observaron diferencias importantes entre los tratamientos ($\mu_A - \mu_B$, $\mu_A - \mu_C$, $\mu_A - \mu_D$, $\mu_B - \mu_D$, $\mu_C - \mu_D$).

Tabla 112.

Test de la prueba de ANOVA para el ensayo de resistencia a la flexión del concreto a los 14 días.

FAR (%)	Resistencia a la flexión a los 14 días (kg/cm2)			$\bar{x}_t$	n_i	$n_i(\bar{x}_t - \bar{x}_{..})^2$	$\sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2$
	1°	2°	3°				
Concreto Encauchado (CE)	23.68	24.61	24.37	24.22	3	56.1385	56.6047
CE+0.5% FAR	27.33	28.78	27.54	27.883	3	1.3167	2.5448
CE+1.0% FAR	29.81	30.89	30.41	30.37	3	9.9828	10.5684
CE + 1.5% FAR	30.83	32.59	31.71	31.71	3	30.0359	31.5847
	Σ			12		97.4738	101.3025

$$SC_{trat} = \sum_{i=1}^k n_i * (\bar{x}_t - \bar{x}_{..})^2 = 97.4738$$

$$SC_{Total} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2 = 101.3025$$

$$SC_{Error} = SC_{Total} - SC_{trat} = 3.8287$$

Tabla 113.

Resumen del test ANOVA para el ensayo de resistencia a la flexión del concreto a los 14 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	97.4738	3	32.4913	67.8905
Dentro de las muestras	3.8287	8	0.4786	
Total	101.3025	11		

El F-crítico para un $\alpha=0.05$, es:

$$F_{\alpha, k-1, N-k} = 4.06618$$

- P – valor = 0.000004945
- $F > F_{crítico} = 67.8905 > 4.06618$

Método de TUKEY:

Para evaluar si las diferencias entre los tratamientos son importantes, se empleó el método de Tukey.

k=	4
N-k=	8
CM _E =	0.5
n _i =	3
q _α (k,N-k)=	4.53
T _α =	1.81

Tabla 114.

Test de TUKEY para el ensayo de resistencia a la flexión del concreto a los 14 días.

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
$\mu_A - \mu_B$	3.663	Significativa
$\mu_A - \mu_C$	6.150	Significativa
$\mu_A - \mu_D$	7.490	Significativa
$\mu_B - \mu_C$	2.487	Significativa
$\mu_B - \mu_D$	3.827	Significativa
$\mu_C - \mu_D$	1.340	No significativa

Por lo que se muestra en la tabla 114, se puede determinar que no se evidencian diferencias importantes entre los tratamientos ($\mu_C - \mu_D$); por otro lado, se observaron diferencias importantes entre los tratamientos ($\mu_A - \mu_B$, $\mu_A - \mu_C$, $\mu_A - \mu_D$, $\mu_B - \mu_C$, $\mu_B - \mu_D$).

Tabla 115.

Test de la prueba de ANOVA para el ensayo de resistencia a la flexión del concreto a los 28 días.

FAR (%)	Resistencia a la flexión a los 28 días (kg/cm ²)			$\bar{x}_t$	n _i	$n_i(\bar{x}_t - \bar{x}_{..})^2$	$\sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2$
	1°	2°	3°				
Concreto Encauchado (CE)	30.58	29.96	29.72	30.087	3	60.1216	60.5155
CE+0.5% FAR	34.63	33.54	33.46	33.877	3	1.4145	2.2690
CE+1.0% FAR	36.91	36.51	35.89	36.437	3	10.5281	11.0564
CE + 1.5% FAR	38.82	37.76	36.98	37.853	3	32.4723	34.1782
	Σ				12	104.537	108.019

$$SC_{trat} = \sum_{i=1}^k n_i * (\bar{x}_t - \bar{x}_{..})^2 = 104.537$$

$$SC_{Total} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_{..})^2 = 108.019$$

$$SC_{Error} = SC_{Total} - SC_{trat} = 3.482$$

Tabla 116.

Resumen del test ANOVA para el ensayo de resistencia a la flexión del concreto a los 28 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	104.537	3	34.8455	80.0479
Dentro de las muestras	3.482	8	0.4353	
Total	108.019	11		

El F-crítico para un $\alpha=0.05$, es:

$$F_{\alpha, k-1, N-k} = 4.06618$$

- P – valor = 0.000002624
- $F > F_{crítico} = 80.0479 > 4.06618$
-

Método de TUKEY:

Para evaluar si las diferencias entre los tratamientos son importantes, se empleó el método de Tukey.

-
- k= 4
- N-k= 8
- CM_E= 0.4
- n_i= 3
- q _{α} (k, N-k)= 4.53
- T _{α} = 1.73

Tabla 117.*Test de TUKEY para el ensayo de resistencia a la flexión del concreto a los 28 días.*

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
$\mu_A - \mu_B$	3.790	Significativa
$\mu_A - \mu_C$	6.350	Significativa
$\mu_A - \mu_D$	7.767	Significativa
$\mu_B - \mu_C$	2.560	Significativa
$\mu_B - \mu_D$	3.977	Significativa
$\mu_C - \mu_D$	1.417	No significativa

Por lo que se muestra en la tabla 117, se puede determinar que no se evidencian diferencias importantes entre los tratamientos ($\mu_C - \mu_D$); por otro lado, se observaron diferencias importantes entre los tratamientos ($\mu_A - \mu_B$, $\mu_A - \mu_C$, $\mu_A - \mu_D$, $\mu_B - \mu_C$, $\mu_B - \mu_D$).

Según los resultados mostrados en las tablas (109, 110, 112, 113, 115 y 116); la hipótesis nula es rechazada y se valida la hipótesis alternativa H1. Este resultado demuestra que la incorporación de fibras de acero reciclado influye positivamente en la resistencia a la flexión del concreto encauchado.

4.3 Discusión de resultados

En el presente estudio, al sustituir el 8% del agregado fino por caucho, se notó una disminución en el asentamiento en relación al concreto convencional, así como disminuciones en las resistencias a la compresión, tracción y flexión. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Fernández, Aquino y Cayo, quienes investigaron el uso del caucho de neumático como sustituto parcial del agregado fino en el hormigón. En su estudio, propusieron incorporar caucho en porcentajes de 5%, 10% y 20%, obteniendo reducciones en el asentamiento de 37.58%, 76.40% y 91.93%, respectivamente. Asimismo, observaron disminuciones en la resistencia a la compresión de 6.41%, 8.89% y 14.23%, en la resistencia a la tracción de 0%, 3.55% y 9.22%, y en la resistencia a la flexión de 10%, 10% y 17.20%, respectivamente. concluyeron que el caucho puede ser empleado en la fabricación de concreto en una proporción de hasta un 5% sin comprometer significativamente sus propiedades físicas y mecánicas.

4.3.1 Discusión de resultados de la consistencia del concreto encauchado con adición de fibras de acero reciclado.

En el presente estudio sobre el impacto de las fibras de acero reciclado (FAR) en el asentamiento del concreto encauchado, se encontró que el concreto encauchado sin adición de

FAR tiene un slump de 3.11". Sin embargo, al agregar un 0.5% de FAR, el slump disminuye a 2.99". Con una adición del 1.0% de FAR, el slump se reduce a 2.24, y con un 1.5% de FAR, el slump es de 1.89". Por lo obtenido, se puede decir que cuando se incrementa el porcentaje de FAR, la consistencia del concreto encauchado disminuye, observándose reducciones en el slump del 3.8%, 27.85% y 39.24%, respectivamente. Mediante el uso de pruebas estadísticas como ANOVA y TUKEY, y considerando un nivel de significancia de 0.05, permitieron rechazar la hipótesis nula y confirmar la validez de la hipótesis de investigación, que sugiere que la inclusión de FAR, tiene un efecto negativo en la consistencia del concreto encauchado. Este hallazgo es respaldado por (Collanqui y Gamarra), quienes en su investigación titulada "Influencia de la adición de fibra de acero reciclado producto de residuos de neumáticos en las propiedades físico mecánicas del concreto con relación A/C=0.45 y en el fisuramiento por contracción plástica en losas en la ciudad de Juliaca - 2022", donde plantean la incorporación de (0.5%,1%,1.5% y 2% de FAR), obteniendo como resultado una reducción de 0%, 22%, 33% y 44% respectivamente en el slump del concreto. Llegando a concluir que la adición de FAR disminuye el asentamiento del concreto. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y al analizar estos resultados, confirmamos que la incorporación de FAR disminuye el asentamiento del concreto encauchado.

4.3.2 Discusión de resultados de la permeabilidad del concreto encauchado con adición de fibras de acero reciclado.

En el presente estudio sobre cómo impactan las fibras de acero reciclado (FAR) en la permeabilidad del concreto encauchado, se encontró que el concreto encauchado tiene una penetración máxima de agua a presión de 63.15 mm lo que indica una permeabilidad alta. Por otro lado, al agregar un 0.5% de FAR, la penetración de agua se reduce a 61.98 mm indicando una permeabilidad alta. Con una adición del 1.0% de FAR, la penetración de agua es de 59.92mm indicando una permeabilidad media, y con un 1.5% de FAR, la penetración de agua alcanza 59.44 indicando una permeabilidad media. Por lo que podemos decir que las FAR reducen la permeabilidad del concreto encauchado. Mediante el uso de pruebas estadísticas como ANOVA y TUKEY, y considerando un nivel de significancia de 0.05, permitieron rechazar la hipótesis nula y confirmar la validez de la hipótesis de investigación, la cual señala que la incorporación de FAR, tiene un efecto negativo en la permeabilidad del concreto encauchado. Este hallazgo es respaldado por (Cuya) quien en su investigación titulada " Fibras de Acero Reciclado de Neumáticos y Microsílice en las Propiedades del Concreto $f'c=210$ Kg/Cm², Para el uso en Pavimento Rígido, Av. La Victoria, Distrito San Juan Bautista - Ayacucho - 2022", planteo la adición de FAR y microsílice en distintos porcentajes, obteniendo como resultado una disminución en la permeabilidad de 22.06%. En tal sentido, bajo lo referido

anteriormente y al analizar estos resultados, se puede decir que la adición de FAR disminuya la permeabilidad del concreto encauchado.

4.3.3 Discusión de resultados de la resistencia a la compresión del concreto encauchado con adición de fibras de acero reciclado.

En el presente estudio sobre el efecto de las fibras de acero reciclado (FAR) en la resistencia a la compresión del concreto encauchado a los 28 días, se encontró que el concreto encauchado tiene una resistencia a la compresión de $f'_c = 190.86 \text{ kg/cm}^2$. Por otro lado, al agregar un 0.5% de FAR, la resistencia a la compresión aumenta a $f'_c = 206.29 \text{ kg/cm}^2$. Con una inclusión del 1.0% de FAR, la resistencia es de $f'_c = 219.92 \text{ kg/cm}^2$, y con un 1.5% de FAR, la resistencia alcanza $f'_c = 223.86 \text{ kg/cm}^2$. Esto indica que conforme se incrementa la presencia de FAR aumenta la resistencia a la compresión del concreto encauchado. Mediante el uso de pruebas estadísticas como ANOVA y TUKEY, y considerando un nivel de significancia de 0.05, permitieron rechazar la hipótesis nula y confirmar la validez de la hipótesis de investigación, la cual señala que la inclusión de fibras de acero reciclado tiene un efecto positivo en la resistencia a la compresión del concreto encauchado. Este hallazgo es respaldado por (Toribio y Ugaz) quienes en su investigación titulada "Evaluación del concreto reforzado con fibras de acero recicladas para mejorar las propiedades de un pavimento rígido", Ellos plantearon añadir fibras de acero reciclado en porcentajes de 1%, 1.5% y 2%, lo que resultó en un aumento de la resistencia a la compresión del concreto en un 5.03%, 6.00% y 8.51%, respectivamente. Por lo que concluyeron que la presencia de fibras de acero reciclado incrementó la resistencia a la compresión del concreto. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y al analizar estos resultados, se puede decir que la adición de FAR incrementa la resistencia a la compresión del concreto encauchado.

4.3.4 Discusión de resultados de la resistencia a la tracción del concreto encauchado con adición de fibras de acero reciclado.

En el presente estudio sobre el efecto de las fibras de acero reciclado (FAR) en la resistencia a la tracción del concreto encauchado a los 28 días, se encontró que el concreto encauchado tiene una resistencia a la tracción de 20.65 kg/cm^2 . Por otro lado, al agregar un 0.5% de FAR, la resistencia a la tracción crece a 22.66 kg/cm^2 . Con una adición del 1.0% de FAR, la resistencia es de 24.01 kg/cm^2 , y con un 1.5% de FAR, la resistencia alcanza 24.62 kg/cm^2 . Esto indica que conforme se va incrementando el porcentaje de FAR aumenta la resistencia a la tracción del concreto encauchado. Mediante el uso de pruebas estadísticas como ANOVA y TUKEY, y considerando un nivel de significancia de 0.05, permitieron rechazar la hipótesis nula y

confirmar la validez de la hipótesis de investigación, la cual señala que la adición de fibras de acero reciclado tiene una influencia positiva en la resistencia a la tracción del concreto encauchado. Este hallazgo es respaldado por (Collanqui y Gamarrá), quienes en su investigación plantearon añadir fibras de acero reciclado en porcentajes de 0%, 0.5%, 1%, 1.5% y 2%, los resultados que obtuvieron fueron de 25.88 kg/cm², 26.64 kg/cm², 29.77 kg/cm², 29.94 kg/cm² y 27.18 kg/cm² respectivamente para cada dosificación de fibras. Por lo que concluyeron que a medida que aumenta la presencia de (FAR); la resistencia a la tracción aumenta. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y al analizar estos resultados, se puede decir que la adición de FAR aumenta la resistencia a la tracción del concreto encauchado.

4.3.5 Discusión de resultados de la resistencia a la flexión del concreto encauchado con adición de fibras de acero reciclado.

En el presente estudio sobre los efectos de las fibras de acero reciclado (FAR) en la resistencia a la flexión del concreto encauchado a los 28 días, se encontró que el concreto encauchado tiene una resistencia a la flexión de 30.09 kg/cm². Por otro lado, al agregar un 0.5% de FAR, la resistencia a la flexión aumenta a 33.89 kg/cm². Con una adición del 1.0% de FAR, la resistencia es de 36.44 kg/cm², y con un 1.5% de FAR, la resistencia alcanza 37.85 kg/cm². Esto indica que conforme se incrementa el porcentaje de FAR crece la resistencia a la flexión del concreto encauchado. Mediante el uso de pruebas estadísticas como ANOVA y TUKEY, y considerando un nivel de significancia de 0.05, permitieron rechazar la hipótesis nula y confirmar la validez de la hipótesis de investigación. Este hallazgo es respaldado por (Collanqui y Gamarrá), quienes en su investigación plantearon añadir fibras de acero reciclado en porcentajes de 0%, 0.5%, 1%, 1.5% y 2%, los resultados que obtuvieron fueron de 35.45 kg/cm², 38.58 kg/cm², 42.39 kg/cm², 44.43 kg/cm² y 44.52 kg/cm² respectivamente para cada dosificación de fibras. Del mismo modo (Gutierrez y Vizarréta), quienes en su investigación titulada “Incremento del módulo de rotura por flexo tracción de losas de concreto hidráulico empleando fibras de acero provenientes de neumáticos reciclados para uso como losas en pavimentos”, plantearon añadir fibras de acero reciclado en proporciones de 20 kg/m³, 30kg/m³ y 40 kg/m³. En sus resultados obtuvieron que el valor promedio obtenido es de 68.1 kg/cm², logrando así un incremento del 48% en la resistencia a la flexión. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y al analizar estos resultados, se puede decir que la adición de FAR incrementa la resistencia a la flexión del concreto encauchado.

CAPÍTULO V:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El presente trabajo de investigación pretendió analizar la influencia de las fibras de acero reciclado (FAR) en las propiedades del concreto encauchado en la ciudad de Juliaca, para ello se procedió a modificar al concreto estándar, incorporando 8 % de caucho en reemplazo del agregado fino, convirtiéndose así en un concreto encauchado, seguidamente se incorporó las FAR en dosificaciones de 0.5 %, 1 % y 1.5 % en el concreto encauchado.

En este trabajo, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Respecto al objetivo general: Se concluye que las fibras de acero reciclado (FAR) influyen de manera significativa en las propiedades del concreto encauchado, ya que se observó que las diferentes dosificaciones de FAR tenían relación directa con el asentamiento, permeabilidad, resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto encauchado.

Respecto al objetivo específico N.º 1: La influencia de las diferentes proporciones de fibras de acero reciclado (FAR) muestra una tendencia negativa respecto al asentamiento del concreto. cabe indicar que con 0.5 % de FAR, el asentamiento es de 2.99”, con 1 % de FAR el asentamiento es de 2.24”, y con 1.5” de FAR, el asentamiento alcanza 1.89”. Dichos resultados indicaron que la incorporación de FAR, reduce la trabajabilidad del concreto debido a la fricción adicional causada por la forma y la textura de las fibras, lo que disminuye la consistencia y complica el manejo y colocación del material. Por lo que, se concluyó que a medida que aumenta la cantidad de FAR, reduce el asentamiento del concreto.

Respecto al objetivo específico N.º 2: Se determinó que la incorporación de caucho al concreto convencional aumenta considerablemente su permeabilidad. En contraste, la adición de 0.5 % de fibras de acero reciclado (FAR) al concreto encauchado presentó una profundidad máxima de penetración de 61.98mm, con 1 % de FAR, la penetración fue de 59.92mm, y con 1.5 % de FAR, la profundidad de penetración fue de 59.44 mm. Por lo tanto, se concluyó que la presencia

de FAR en el concreto encauchado tiende a reducir su permeabilidad, ya que estas fibras ayudan a mitigar las micro fisuras y evitan filtraciones.

Respecto al objetivo específico N.º 3: La influencia de las distintas dosificaciones de fibras de acero reciclado (FAR) sobre la resistencia a la compresión del concreto encauchado mostró una tendencia positiva, se registró un incremento del 8.08 % en la resistencia a la compresión con la adición de 0.5 % de FAR, asimismo, un aumento del 15.23 % con el 1 % de FAR y un aumento del 17.29 % con el 1.5% de FAR. Por otro lado, se observó que las adiciones de 1 % y 1.5 % de FAR mostraron resultados que, incluso, superan al concreto estándar. Por lo que se concluye que, conforme aumenta la presencia de FAR en el concreto encauchado, este tiende a mejorar la propiedad mecánica de resistencia a compresión.

Respecto al objetivo específico N.º 4: Del mismo modo, los resultados obtenidos en las pruebas de resistencia a tracción del concreto a los 28 días de curado nos detallaron un mejor desempeño, se observó que la incorporación del 0.5 % de FAR obtuvo una mejora del 9.73 %, el concreto encauchado con 1.0 % de FAR, obtuvo una mejora del 16.27 % y, por último, el concreto encauchado con 1.5 % de FAR alcanzó una mejora del 19.23 %. Por esta razón, se concluye que la presencia de fibras de acero recicladas FAR en el concreto encauchado tienen un efecto positivo en la resistencia a la tracción del concreto, donde observamos que se tiene el mejor resultado con el 1.5 % de adición de FAR.

Respecto al objetivo específico N.º 5: La resistencia a la flexión del concreto encauchado a los 28 días de curado mostró resultados con tendencia positiva en relación a las distintas dosificaciones de FAR, donde observamos que, con la adición del 0.5 % de FAR al concreto encauchado, esta muestra una mejora del 12.60 %, con la incorporación del 1 % de FAR alcanza una mejora del 21.1 % y, por último, con la incorporación del 1.5 % de FAR alcanzó el incremento del 25.79 %, todo ello en función al concreto encauchado. Siendo las incorporaciones del 1.0 % y 1.5 % de FAR los incrementos más notables. Por lo tanto, se concluye que, al igual que las anteriores propiedades mecánicas, la presencia de fibra de acero reciclado (FAR) tiene impactos positivos en la resistencia a flexión del concreto.

Los resultados obtenidos demuestran que esta investigación es muy relevante para futuros estudios en el campo de la ingeniería civil, ya que la incorporación de FAR puede optimizar las propiedades mecánicas del concreto encauchado. Además, este enfoque promueve la conservación de recursos y reduce el impacto medioambiental. Por otro lado, se sugiere utilizar una incorporación del 1.5 % de FAR, ya que aumenta significativamente las resistencias a la compresión, tracción y flexión; superando los valores de diseño y reduciendo la formación y propagación de grietas.

Estas características son particularmente ventajosas en elementos estructurales como losas, muros de contención, pavimentos y componentes prefabricados, donde las grietas podrían afectar la integridad y estabilidad estructural de dichos elementos.

Por último, Se evaluó el costo de añadir caucho y FAR al concreto en comparación con el concreto estándar. Se determinó que la opción más relevante, considerando los resultados alcanzados en los ensayos mecánicos a los 28 días, fue el concreto encauchado con 1.5 % de FAR, con un costo de S/ 721.48 soles por metro cúbico. En contraste, el concreto encauchado tuvo un costo de S/ 396.31 soles por metro cúbico. Aunque esta alternativa supone un aumento de S/ 325.17 soles, este incremento se debe al procesamiento manual de las fibras de acero.

Tabla 118.

Resumen de costos de concreto por m³

Comparativa de costos de los distintos tipos de concreto por 1m³	
Tipo de concreto	Costo por 1m³ (S/)
Concreto estándar $f'c=210$ kg/cm ²	390.05
Concreto encauchado	396.31
Concreto encauchado + 0.5% de FAR	504.70
Concreto encauchado + 1.0% de FAR	613.09
Concreto encauchado + 1.5% de FAR	721.48

5.2 Recomendaciones

Esta investigación argumentó que el uso de fibras de acero recicladas tiene un impacto positivo en las propiedades del concreto encauchado, sin embargo, es necesario mencionar algunas recomendaciones a tener en consideración, ya sean para futuras investigaciones y/o para su aplicación en proyectos de construcción.

Para posteriores estudios de investigación, se recomienda realizar variaciones en la forma de fibra de acero reciclado (FAR), ya sea incorporar distintas formas geométricas y/o también formas de doblado, para comparar resultados y determinar la forma óptima de uso de fibras de acero, ya que, en función de otros estudios, existe un comportamiento distinto al adicionar fibras de acero reciclado en otras dimensiones y formas.

Se recomienda seguir ampliando la presencia de caucho reciclado, reemplazando distintos porcentajes de caucho y, a su vez, adicionar caucho en otras características físicas, ya sea en fibras de caucho, caucho granulado o entre otra variación en la forma del caucho para su investigación y el comportamiento con el concreto estándar.

Se recomienda incrementar los porcentajes de adición de fibra de acero reciclado (FAR) para próximas investigaciones.

Se hace la recomendación de que se realice un tratamiento a las fibras de acero recicladas antes de su uso en posteriores investigaciones, ya que al ser un material reciclado estas podrían estar deterioradas en algunas de sus propiedades en general, para ello, es importante el uso de removedor de óxido como tratamiento a las fibras de acero reciclado (FAR).

Finalmente, se hace la recomendación de tener muy en cuenta el estudio para obras de infraestructura vial, edificaciones y/o pisos industriales, ya que esta investigación estará disponible como referencia para su uso en proyectos de construcción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GRAMMELIS, P., MARGARITIS, N., DALLAS, P., RAKOPOULOS, D., & MAVRIAS, G. A Review on Management of End-of-Life Tires (ELTs) and Alternative Uses of Textile Fibers. *Energies*, vol. 14, N.º. 3, 2021. ISSN 1996-1073. DOI 10.3390/en14030571.
2. ABBAS-ABADI, M.S., KUSENBERG, M., SHIRAZI, H.M., GOSHAYESHI, B., & VAN GEEM, K.M. Towards full recyclability of end-of-life tires: Challenges and opportunities. *Journal of Cleaner Production*, vol. 374, 2022. ISSN 0959-6526. DOI 10.1016/j.jclepro.2022.134036.
3. DABIC-MILETIC, S., SIMIC, V., & KARAGOZ, S. End-of-life tire management: a critical review. *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 28, N.º 48, 2021. ISSN 1614-7499. DOI 10.1007/s11356-021-16263-6.
4. NAZER, A., HONORES, A., CHULAK, P., & PAVEZ, O. Hormigón sustentable basado en fibras de neumáticos fuera de uso. *Revista internacional de contaminación ambiental*, vol. 35, N.º 3, 2019. ISSN 0188-4999. DOI 10.20937/rica.2019.35.03.17.
5. MANOHARAN, P., RAVICHANDRAN, P.T., ANNADURAI, R., & KANNAN RAJKUMAR, P.R. Studies on Properties of Concrete Using Crumb Rubber as Fine Aggregate. En: M.A. BHASKAR, S.S. DASH, S. DAS, & B.K. PANIGRAHI (eds.), *International Conference on Intelligent Computing and Applications*. Singapore: Springer, pp. 197-203, 2019. ISBN 9789811321825. DOI 10.1007/978-981-13-2182-5_20.
6. YOUSSEF, O., MILLS, J.E., & HASSANLI, R. Assessment of the mechanical performance of crumb rubber concrete. *Construction and Building Materials*, vol. 125, 2016. ISSN 0950-0618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2016.08.040.
7. FERNANDEZ TORREZ, L.A., AQUINO-ROCHA, J.H., & CAYO CHILENO, N.G. Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del residuo de caucho de neumático como reemplazo parcial del agregado fino en el hormigón. *Revista hábitat sustentable*, vol. 12, N.º 2, 2022. ISSN 0719-0700. DOI 10.22320/07190700.2022.12.02.04.
8. MINAM. Régimen Especial de Neumáticos Fuera de Uso (NFU), 2024. [en línea]. [consulta: 30 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/2452205-regimen-especial-de-neumaticos-fuera-de-uso-nfu>.

9. RAMIREZ GUERRERO, A.B., FABIÁN HUAMÁN, C.A., QUISPE PEREZ, R.C., MORENO ESTACIO, R.M., & ESPINOZA GUERRA, V.M. Modelo prolab: propuesta de reutilización de neumáticos usados para fabricación de gránulos de caucho de la ciudad de Cajamarca, 2024. En: 2024-03-19T14:43:04Z [en línea], [consulta: 12 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/27348>.
10. CABANILLAS HUACHUA, E.R. Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado, 2017. En: 2017-10-11T15:45:37Z, Universidad Nacional de Cajamarca [en línea], [consulta: 4 de marzo de 2025]. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1029>.
11. CENTONZE, G., LEONE, M., & AIELLO, M.A. Steel fibers from waste tires as reinforcement in concrete: A mechanical characterization. *Construction and Building Materials*, vol. 36, ISSN 0950-0618, 2012. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2012.04.088.
12. OIKONOMOU, N., & MAVRIDOU, S. 9 - The use of waste tyre rubber in civil engineering works, 2009. En: J.M. KHATIB (ed.), *Sustainability of Construction Materials* [en línea]. S.l.: Woodhead Publishing, pp. 213-238. [consulta: 30 de julio de 2024]. Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering, ISBN 978-1-84569-349-7. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781845693497500096>.
13. ROBAYO SARMIENTO, M.C. Hormigón con fibra de acero y caucho reciclado para mitigación ambiental en el sector de la construcción de Guayaquil [en línea]. Tesis de Bachiller. S.l.: Guayaquil: ULVR, 2023. [consulta: 30 de julio de 2024]. Disponible en: <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/8221579>.
14. ANGARITA ESTUPIÑAN, D., & ARIZA, O.L. Análisis del comportamiento mecánico de adoquines de concreto con adición de fibra de acero de llantas recicladas, 2018. [en línea]. Colombia: Universidad de La Salle. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/390.
15. COLLANQUI CARLOSVIZA, L.R., & GAMARRA CALSIN, M.M. Influencia de la adición de fibra de acero reciclado producto de residuos de neumáticos en las propiedades físico mecánicas del concreto con relación A/C=0.45 y en el fisuramiento por contracción plástica en losas en la ciudad de Juliaca - 2022, 2023. [en línea]. S.l.: Universidad Continental. [consulta: 30 de julio de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13101>.

16. CUYA PILLACA, E.T. Fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilíce en las propiedades del concreto $f'_c=210$ Kg/Cm², para el uso en pavimento rígido, Av. La Victoria, distrito San Juan Bautista - Ayacucho - 2022 [en línea], 2022. Ayacucho: Universidad César Vallejo. [consulta: 31 de julio de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/96032>.
17. EFFIO SALAZAR, F.J., & GRANDA SAMPÉN, L.I. Estudio de las propiedades físico mecánicas del concreto empleando partículas de caucho reciclado como material suplementario del agregado grueso [en línea], 2022. S.l.: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. [consulta: 30 de julio de 2024]. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/11057>.
18. TORIBIO HUAMANI, D.R., & UGAZ ARENAS, J.A. Evaluación del concreto reforzado con fibras de acero recicladas para mejorar las propiedades de un pavimento rígido [en línea], 2021. S.l.: Universidad de San Martín de Porres. [consulta: 31 de julio de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/8860>.
19. AGUILAR GOMEZ, D.A., & DIPAZ GAMBOA, Y. J. Efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilíce en el concreto para el uso en pavimento rígido en la av. Javier Pérez de Cuéllar, Ayacucho, 2021 [en línea], 2021. S.l.: Universidad Continental. [consulta: 30 de julio de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11468>.
20. NAWY, E.G. Concrete Construction Engineering Handbook. 2. Boca Raton: CRC Press, 2008. ISBN 978-0-429-12724-3.
21. MATA LLANA RODRÍGUEZ, R. El concreto: fundamentos y nuevas tecnologías, 2019. S.l.: Constructora conconcreto. ISBN 978-958-57497-3-3. 620.
22. MAMLOUK, M.S., & ZANIEWSKI, J.P. Materials for Civil and Construction Engineers, 2016. S.l.: Pearson Education, Incorporated. ISBN 978-0-13-432053-3.
23. LI, Z. Advanced Concrete Technology, 2011. S.l.: John Wiley & Sons. ISBN 978-0-470-90243-1.
24. KOSMATKA, S.H.A., KERKHOFF, B.A., PANARESE, W.C.A., & TANESI, J.A. Diseño y control de mezclas de concreto, 2004. S.l.: PCA. ISBN 978-0-89312-233-1.
25. NEVILLE, A.M., & BROOKS, J.J. Concrete Technology, 2010. S.l.: Prentice Hall. ISBN 978-0-273-73219-8.
26. SHETTY, M.S. Concrete Technology: Theory and Practice, 2008. S.l.: S. Chand. ISBN 978-81-219-0003-4.
27. NEVILLE, A.M. Tecnología del concreto, [sin fecha]. uDocz [en línea]. [consulta: 30 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.udocz.com/apuntes/66641/tecnologia-del-concreto-neville>.

28. RIVVA LOPEZ, E. Naturaleza y materiales del concreto. 1.^a ed., 2000. Lima: ACI. 691.3.
29. SANCHEZ DE GUZMÁN, D., & NIÑO HERNÁNDEZ, J.R. Tecnología del concreto: materiales, propiedades y diseño de mezclas. Tercera edición, 2010. Bogotá: Asocreto. colección del concreto, ISBN 978-958-8564-03-6. 691.3.
30. SÁNCHEZ DE G., D. Tecnología del concreto y del mortero. 5, 2001. Bogotá: Bhandar. ISBN 978-958-9247-04-4. 624.1834.
31. ZABALETA GARCÍA, H. Compendio de tecnología del hormigón. Santiago: Instituto Chileno del Cemento y del Hormigón. Instituto Chileno del Cemento y del Hormigón. Serie manuales, 1988. C 691.3.
32. ZHANG, H. Building Materials in Civil Engineering [en línea], 2011. S.l.: s.n. [consulta: 30 de julio de 2024]. ISBN 978-1-84569-955-0. Disponible en: <https://shop.elsevier.com/books/building-materials-in-civil-engineering/zhang/978-1-84569-955-0>.
33. MARTÍN GONZÁLEZ, Á. Aplicación del caucho reciclado como solución constructiva ecológica [en línea]. Proyecto/Trabajo fin de carrera/grado, 2015. S.l.: Universitat Politècnica de València. [consulta: 30 de julio de 2024]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/55735>.
34. LAPKOVSKIS, V., MIRONOV, V., KASPEROVICH, A., MYADELETS, V., & GOLJANDIN, D. Crumb Rubber as a Secondary Raw Material from Waste Rubber: A Short Review of End-Of-Life Mechanical Processing Methods. Recycling, vol. 5, N.º 4, 2020. ISSN 2313-4321. DOI 10.3390/recycling5040032.
35. SITEPU, M.H., ARMAYANI, MATONDANG, A.R., & SEMBIRING, M.T. Used tires recycle management and processing: a review. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 801, N.º 1, 2020. ISSN 1757-899X. DOI 10.1088/1757-899X/801/1/012116.
36. DYER, T. Concrete Durability, 2014. London: CRC Press. ISBN 978-0-429-20657-3.
37. NAAMAN, A. E. Engineered Steel Fibers with Optimal Properties for Reinforcement of Cement Composites. Journal of Advanced Concrete Technology, vol. 1, N.º 3, 2003. DOI 10.3151/jact.1.241.
38. LIEW, K.M., & AKBAR, A. The recent progress of recycled steel fiber reinforced concrete. Construction and Building Materials, vol. 232, 2020. ISSN 0950-0618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2019.117232.
39. AIELLO, M.A., LEUZZI, F., CENTONZE, G., & MAFFEZZOLI, A. Use of steel fibres recovered from waste tyres as reinforcement in concrete: Pull-out behaviour, compressive and flexural strength. Waste Management, vol. 29, N.º 6, 2009. ISSN 0956-053X. DOI 10.1016/j.wasman.2008.12.002.

40. SINGH, H. Steel Fiber Reinforced Concrete: Behavior, Modelling and Design, 2016. S.l.: s.n. ISBN 978-981-10-2506-8.
41. HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C., & BAPTISTA LUCIO, M. del P. Metodología de la investigación, 2010. En: 2019-09-02T20:27:05Z [en línea]. S.l.: s.n., [consulta: 30 de julio de 2024]. Disponible en: <http://148.202.167.116:8080/xmlui/handle/123456789/2707>.
42. ARIAS, F.G. El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. 6.ª Edición, 2012. S.l.: Fideas G. Arias Odón. ISBN 978-980-07-8529-4.
43. LÓPEZ, P.L. Población muestra y muestreo. Punto Cero, vol. 09, N.º 8, 2004. ISSN 1815-0276.
44. CORTÉS, M.E. Generalidades sobre metodología de la investigación, 2005. S.l.: Universidad Autónoma del Carmen, Colección material didáctico. ISBN 978-968-6624-87-8.
45. MAYA, E. Métodos y técnicas de investigación [en línea], 2014. S.l.: Universidad Nacional Autónoma de México. [consulta: 30 de julio de 2024]. ISBN 978-970-32-5432-3. Disponible en: <https://librosoa.unam.mx/handle/123456789/2418>.
46. MEDINA, M., ROJAS, R., BUSTAMANTE, W., LOAIZA, R., MARTEL, C., & CASTILLO, R. Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación [en línea], 2023. S.l.: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. [consulta: 30 de julio de 2024]. Disponible en: <https://editorial.inudi.edu.pe/index.php/editorialinudi/catalog/book/90>.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de consistencia

TÍTULO: INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE			Tipo de investigación: - Aplicada Nivel de investigación: -Explicativo - correlacional Enfoque de investigación: - Cuantitativo Diseño de investigación: - Experimental
¿Cómo influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos en las propiedades del concreto encauchado en la ciudad de Juliaca, 2024?	Determinar la influencia que tiene la integración de fibras de acero reciclado de neumáticos en las propiedades del concreto encauchado en la ciudad de Juliaca, 2024.	La integración de fibras de acero reciclado de neumáticos tiene efectos positivos en las propiedades del concreto encauchado en la ciudad de Juliaca, 2024.	Fibras de acero reciclado de neumáticos	Dosificación de las fibras de acero reciclado	Porcentaje de adición: 0%, 0.5%, 1.0% y 1.5%	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE			Población: Concreto encauchado (concreto modificado con 8% de caucho en remplazo parcial del agregado fino), con adición de fibras
¿Cómo influye la incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FAR en la consistencia del concreto encauchado con $a/c = 0.54$ ($f'c=210\text{kg/cm}^2$)?	Analizar la influencia de la incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% FAR en la consistencia del concreto encauchado con relación $a/c = 0.54$ ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).	La incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FAR influye de manera negativa en la consistencia del concreto encauchado con relación $a/c = 0.54$ ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).	Propiedades del concreto encauchado	Propiedades Físicas	-Consistencia -Permeabilidad	

¿Cuál es el efecto que tiene la incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FAR en la permeabilidad del concreto encauchado con relación a/c = 0.54 ($f'c=210\text{kg/cm}^2$)?	Determinar el efecto que tiene la incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FAR en la permeabilidad del concreto encauchado con relación a/c = 0.54 ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).	La incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FAR tiene efectos negativos en la permeabilidad del concreto encauchado con relación a/c = 0.54 ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).			recicladas en proporciones de 0%; 0.5%; 1.0% y 1.5%, en función al volumen del concreto.
¿De qué manera influye la incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FAR en la resistencia a compresión del concreto encauchado con relación a/c = 0.54 ($f'c=210\text{kg/cm}^2$)?	Analizar cómo influye la incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FAR en la resistencia a compresión del concreto encauchado con relación a/c = 0.54 ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).	La incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FAR influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto encauchado con relación a/c = 0.54 ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).			Muestra: Se moldearán probetas de concreto de 100mm x 200mm acorde a la normativa NTP 339,035:2022, a su vez se elaborarán muestras para el ensayo de flexión según detalla la norma ASTM C78 - Resistencia a la compresión ASTM C39, INTE06-02-01. - Resistencia a la tracción C496/C496M-11. - Resistencia a la flexión ASTM C78
¿De qué manera influye la incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FAR en la resistencia a tracción del concreto encauchado con relación a/c = 0.54 ($f'c=210\text{kg/cm}^2$)?	Detallar de qué manera influye la incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FAR en la resistencia a tracción del concreto encauchado con relación a/c = 0.54 ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).	La incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FAR influye de manera positiva en la resistencia a tracción del concreto encauchado con relación a/c = 0.54 ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).			
¿De qué manera influye la incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FAR en la resistencia a flexión del concreto encauchado con relación a/c = 0.54 ($f'c=210\text{kg/cm}^2$)?	Explicar el efecto que tiene la incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FAR en la resistencia a flexión del concreto encauchado con relación a/c = 0.54 ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).	La incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FAR influye positivamente en la resistencia a flexión del concreto encauchado con relación a/c = 0.54 ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).			

Propiedades
Mecánicas

ANEXO 2: Cuadro de coeficientes

Coeficientes a_{in} para el contraste de Shapiro-Wilks

n	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2		0.7071										
3		0.7071	0.0000									
4		0.6872	0.1677									
5		0.6646	0.2413	0.0000								
6		0.6431	0.2806	0.0875								
7		0.6233	0.3031	0.1401	0.0000							
8		0.6052	0.3164	0.1743	0.0561							
9		0.5888	0.3244	0.1976	0.0947	0.0000						
10		0.5739	0.3291	0.2141	0.1224	0.0399						
11		0.5601	0.3315	0.2260	0.1429	0.0695	0.0000					
12		0.5475	0.3325	0.2347	0.1586	0.0922	0.0303					
13		0.5359	0.3325	0.2412	0.1707	0.1099	0.0539	0.0000				
14		0.5251	0.3318	0.2495	0.1802	0.1240	0.0727	0.0240				
15		0.5150	0.3306	0.2495	0.1878	0.1353	0.0880	0.0433	0.0000			
16		0.5056	0.3290	0.2521	0.1988	0.1447	0.1005	0.0593	0.0196			
17		0.4968	0.3273	0.2540	0.1988	0.1524	0.1109	0.0725	0.0359	0.0000		
18		0.4886	0.3253	0.2553	0.2027	0.1587	0.1197	0.0837	0.0496	0.0163		
19		0.4808	0.3232	0.2561	0.2059	0.1641	0.1271	0.0932	0.0612	0.0303	0.0000	
20		0.4734	0.3211	0.2565	0.2085	0.1686	0.1334	0.1013	0.0711	0.0422	0.0140	
21		0.4643	0.3185	0.2578	0.2119	0.1736	0.1339	0.1092	0.0804	0.0530	0.0263	0.0000
22		0.4590	0.3156	0.2571	0.2131	0.1764	0.1443	0.1150	0.0878	0.0618	0.0368	0.0122
23		0.4542	0.3126	0.2563	0.2139	0.1787	0.1480	0.1201	0.0941	0.0696	0.0459	0.0228
24		0.4493	0.3098	0.2554	0.2145	0.1807	0.1512	0.1245	0.0997	0.0764	0.0539	0.0321
25		0.4450	0.3069	0.2543	0.2148	0.1822	0.1539	0.1283	0.1046	0.0823	0.0610	0.0403
26		0.4407	0.3043	0.2533	0.2151	0.1836	0.1563	0.1316	0.1089	0.0876	0.0672	0.0476
27		0.4366	0.3018	0.2522	0.2152	0.1848	0.1584	0.1346	0.1128	0.0923	0.0728	0.0540
28		0.4328	0.2992	0.2510	0.2151	0.1857	0.1601	0.1372	0.1162	0.0965	0.0778	0.0598
29		0.4291	0.2968	0.2499	0.2150	0.1864	0.1616	0.1395	0.1192	0.1002	0.0822	0.0650
30		0.4254	0.2944	0.2487	0.2148	0.1870	0.1630	0.1415	0.1219	0.1036	0.0862	0.0697
31		0.4220	0.2921	0.2475	0.2145	0.1874	0.1641	0.1433	0.1243	0.1066	0.0899	0.0739
32		0.4188	0.2898	0.2463	0.2141	0.1878	0.1651	0.1449	0.1265	0.1093	0.0931	0.0777
33		0.4156	0.2876	0.2451	0.2137	0.1880	0.1660	0.1463	0.1284	0.1118	0.0961	0.0812
34		0.4127	0.2854	0.2439	0.2132	0.1882	0.1667	0.1475	0.1301	0.1140	0.0988	0.0844
35		0.4096	0.2834	0.2427	0.2127	0.1883	0.1673	0.1487	0.1317	0.1160	0.1013	0.0873
36		0.4068	0.2813	0.2415	0.2121	0.1883	0.1678	0.1496	0.1331	0.1179	0.1036	0.0900
37		0.4040	0.2794	0.2403	0.2116	0.1883	0.1683	0.1505	0.1344	0.1196	0.1056	0.0924
38		0.4015	0.2774	0.2391	0.2110	0.1881	0.1686	0.1513	0.1356	0.1211	0.1075	0.0947
39		0.3989	0.2755	0.2380	0.2104	0.1880	0.1689	0.1520	0.1366	0.1225	0.1092	0.0967
40		0.3964	0.2737	0.2368	0.2098	0.1878	0.1691	0.1526	0.1376	0.1237	0.1108	0.0986
41		0.3940	0.2719	0.2357	0.2091	0.1876	0.1693	0.1531	0.1384	0.1249	0.1123	0.1004
42		0.3917	0.2701	0.2345	0.2085	0.1874	0.1694	0.1535	0.1392	0.1259	0.1136	0.1020
43		0.3894	0.2684	0.2334	0.2078	0.1871	0.1695	0.1539	0.1398	0.1269	0.1149	0.1035
44		0.3872	0.2667	0.2323	0.2072	0.1868	0.1695	0.1542	0.1405	0.1278	0.1160	0.1049
45		0.3850	0.2651	0.2313	0.2065	0.1865	0.1695	0.1545	0.1410	0.1286	0.1170	0.1062
46		0.3830	0.2635	0.2302	0.2058	0.1862	0.1695	0.1548	0.1415	0.1293	0.1180	0.1073
47		0.3808	0.2620	0.2291	0.2052	0.1859	0.1695	0.1550	0.1420	0.1300	0.1189	0.1085
48		0.3789	0.2604	0.2281	0.2045	0.1855	0.1693	0.1551	0.1423	0.1306	0.1197	0.1095
49		0.3770	0.2589	0.2271	0.2038	0.1851	0.1692	0.1553	0.1427	0.1312	0.1205	0.1105
50		0.3751	0.2574	0.2260	0.2032	0.1847	0.1691	0.1554	0.1430	0.1317	0.1212	0.1113

ANEXO 3: Cuadro de niveles de significación para el contraste de Shapiro-Wilks

Niveles de significación para el contraste de Shapiro-Wilks.

n	0.01	0.02	0.05	0.1	0.5	0.9	0.95	0.98	0.99
3	0.753	0.756	0.767	0.789	0.959	0.998	0.999	1.000	1.000
4	0.687	0.707	0.748	0.792	0.935	0.987	0.992	0.996	0.997
5	0.686	0.715	0.762	0.806	0.927	0.979	0.986	0.991	0.993
6	0.713	0.743	0.788	0.826	0.927	0.974	0.981	0.986	0.989
7	0.730	0.760	0.803	0.838	0.928	0.972	0.979	0.985	0.988
8	0.749	0.778	0.818	0.851	0.932	0.972	0.978	0.984	0.987
9	0.764	0.791	0.829	0.859	0.935	0.972	0.978	0.984	0.986
10	0.781	0.806	0.842	0.869	0.938	0.972	0.978	0.983	0.986
11	0.792	0.817	0.850	0.876	0.940	0.973	0.979	0.984	0.986
12	0.805	0.828	0.859	0.883	0.943	0.973	0.979	0.984	0.986
13	0.814	0.837	0.866	0.889	0.945	0.974	0.979	0.984	0.986
14	0.825	0.846	0.874	0.895	0.947	0.975	0.980	0.984	0.986
15	0.835	0.855	0.881	0.901	0.950	0.975	0.980	0.984	0.987
16	0.844	0.863	0.887	0.906	0.952	0.976	0.981	0.985	0.987
17	0.851	0.869	0.892	0.910	0.954	0.977	0.981	0.985	0.987
18	0.858	0.874	0.897	0.914	0.956	0.978	0.982	0.986	0.988
19	0.863	0.879	0.901	0.917	0.957	0.978	0.982	0.986	0.988
20	0.868	0.884	0.905	0.920	0.959	0.979	0.983	0.986	0.988
21	0.873	0.888	0.908	0.923	0.960	0.980	0.983	0.987	0.989
22	0.878	0.892	0.911	0.926	0.961	0.980	0.984	0.987	0.989
23	0.881	0.895	0.914	0.928	0.962	0.981	0.984	0.987	0.989
24	0.884	0.898	0.916	0.930	0.963	0.981	0.984	0.987	0.989
25	0.888	0.901	0.918	0.931	0.964	0.981	0.985	0.988	0.989
26	0.891	0.904	0.920	0.933	0.965	0.982	0.985	0.988	0.989
27	0.894	0.906	0.923	0.935	0.965	0.982	0.985	0.988	0.990
28	0.896	0.908	0.924	0.936	0.966	0.982	0.985	0.988	0.990
29	0.898	0.910	0.926	0.937	0.966	0.982	0.985	0.988	0.990
30	0.900	0.912	0.927	0.939	0.967	0.983	0.985	0.988	0.990
31	0.902	0.914	0.929	0.940	0.967	0.983	0.986	0.988	0.990
32	0.904	0.915	0.930	0.941	0.968	0.983	0.986	0.988	0.990
33	0.906	0.917	0.931	0.942	0.968	0.983	0.986	0.989	0.990
34	0.908	0.919	0.933	0.943	0.969	0.983	0.986	0.989	0.990
35	0.910	0.920	0.934	0.944	0.969	0.984	0.986	0.989	0.990
36	0.912	0.922	0.935	0.945	0.970	0.984	0.986	0.989	0.990
37	0.914	0.924	0.936	0.946	0.970	0.984	0.987	0.989	0.990
38	0.916	0.925	0.938	0.947	0.971	0.984	0.987	0.989	0.990
39	0.917	0.927	0.939	0.948	0.971	0.984	0.987	0.989	0.991
40	0.919	0.928	0.940	0.949	0.972	0.985	0.987	0.989	0.991
41	0.920	0.929	0.941	0.950	0.972	0.985	0.987	0.989	0.991
42	0.922	0.930	0.942	0.951	0.972	0.985	0.987	0.989	0.991
43	0.923	0.932	0.943	0.951	0.973	0.985	0.987	0.990	0.991
44	0.924	0.933	0.944	0.952	0.973	0.985	0.987	0.990	0.991
45	0.926	0.934	0.945	0.953	0.973	0.985	0.988	0.990	0.991
46	0.927	0.935	0.945	0.953	0.974	0.985	0.988	0.990	0.991
47	0.928	0.936	0.946	0.954	0.974	0.985	0.988	0.990	0.991
48	0.929	0.937	0.947	0.954	0.974	0.985	0.988	0.990	0.991
49	0.929	0.937	0.947	0.955	0.974	0.985	0.988	0.990	0.991
50	0.930	0.938	0.947	0.955	0.974	0.985	0.988	0.990	0.991

ANEXO 4: Fotografías













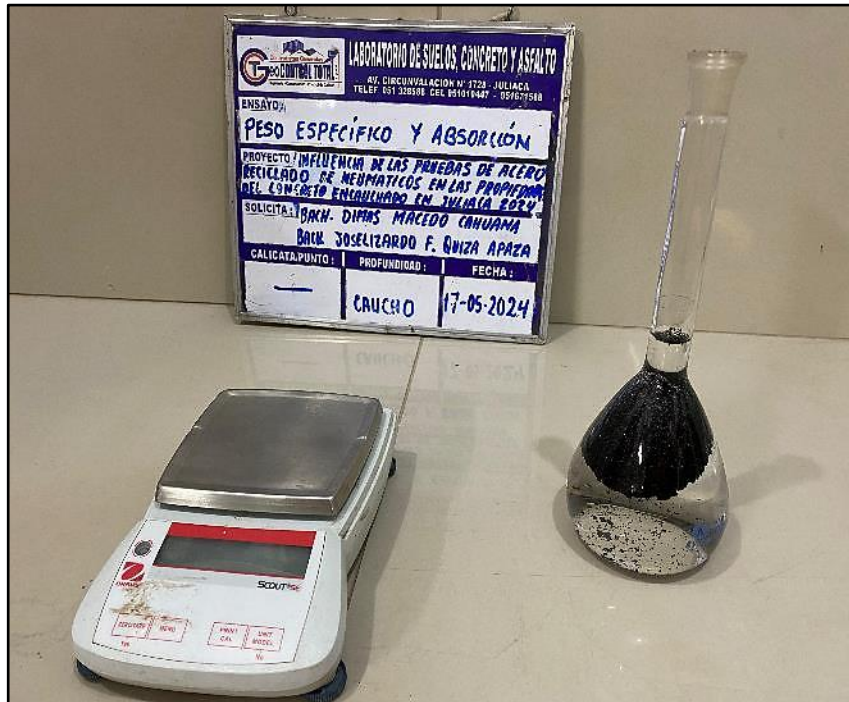




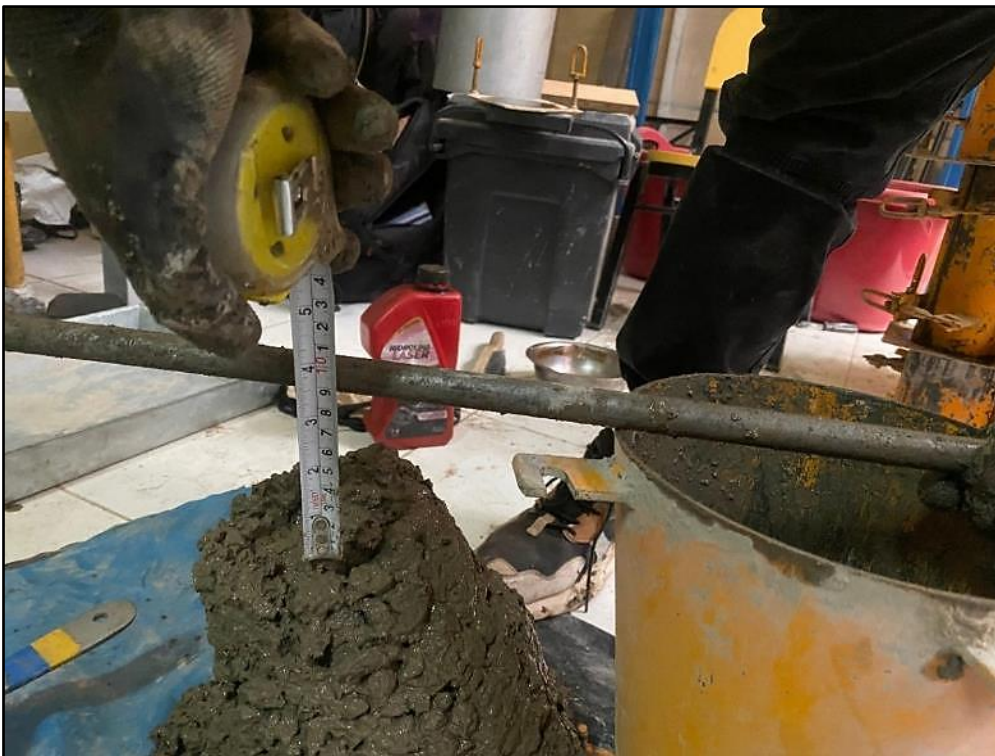
















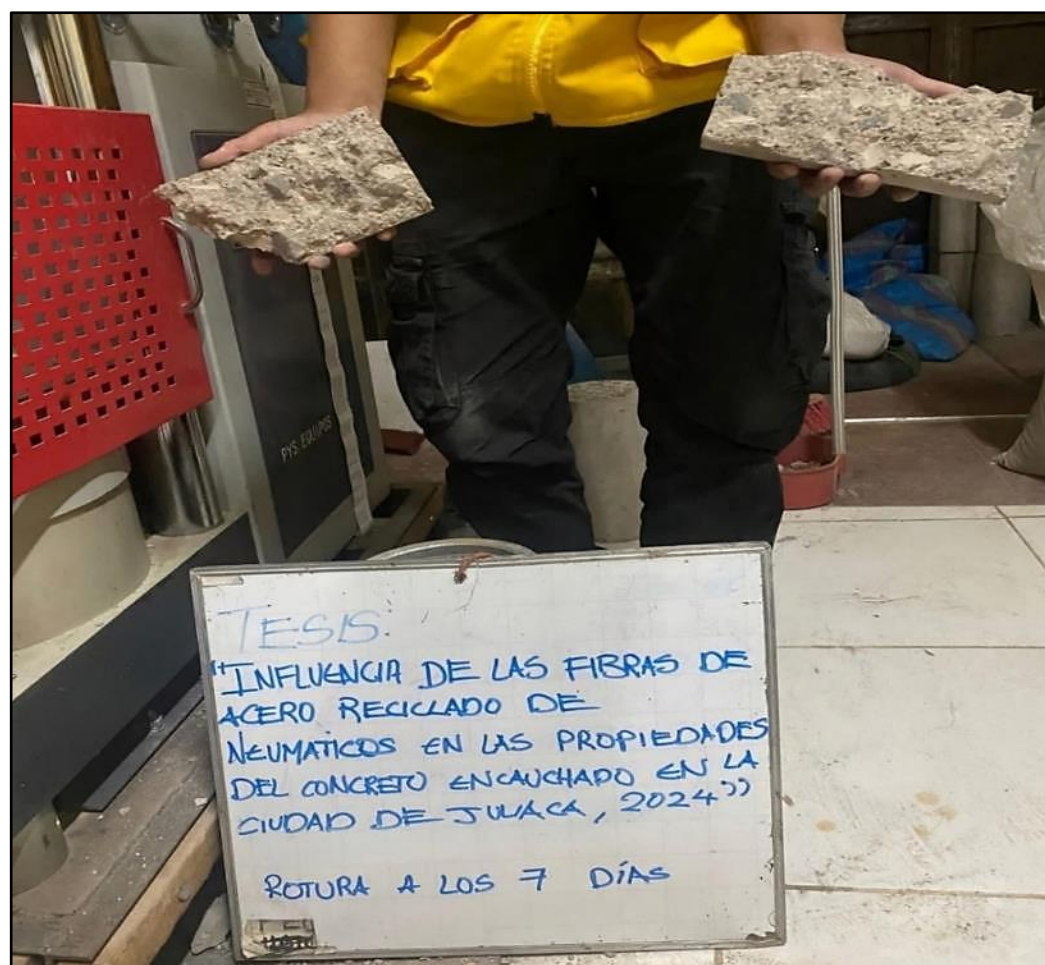




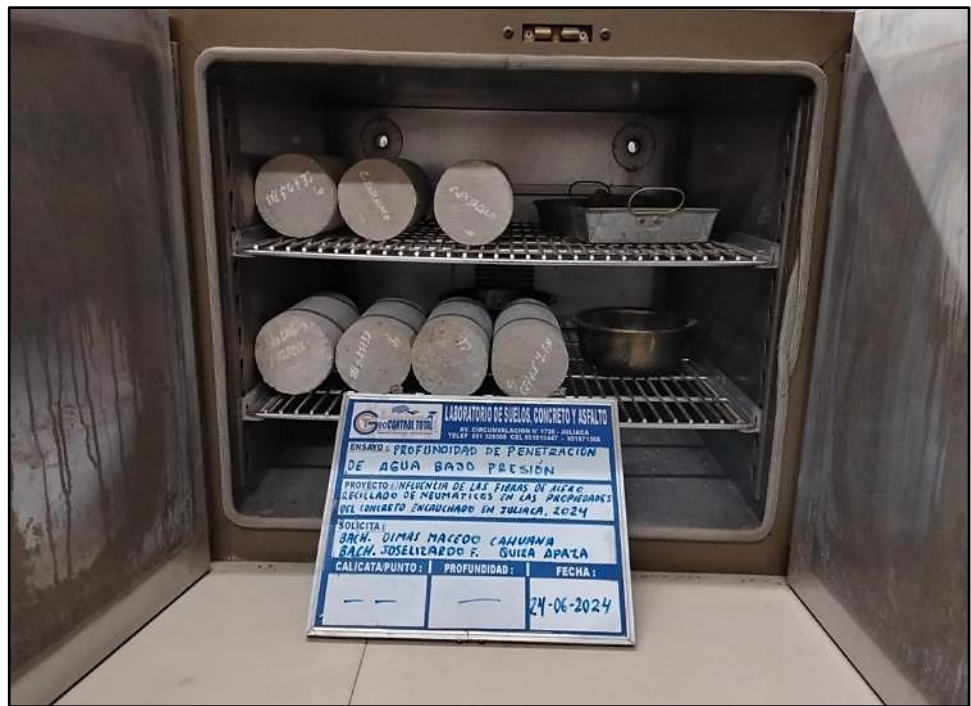
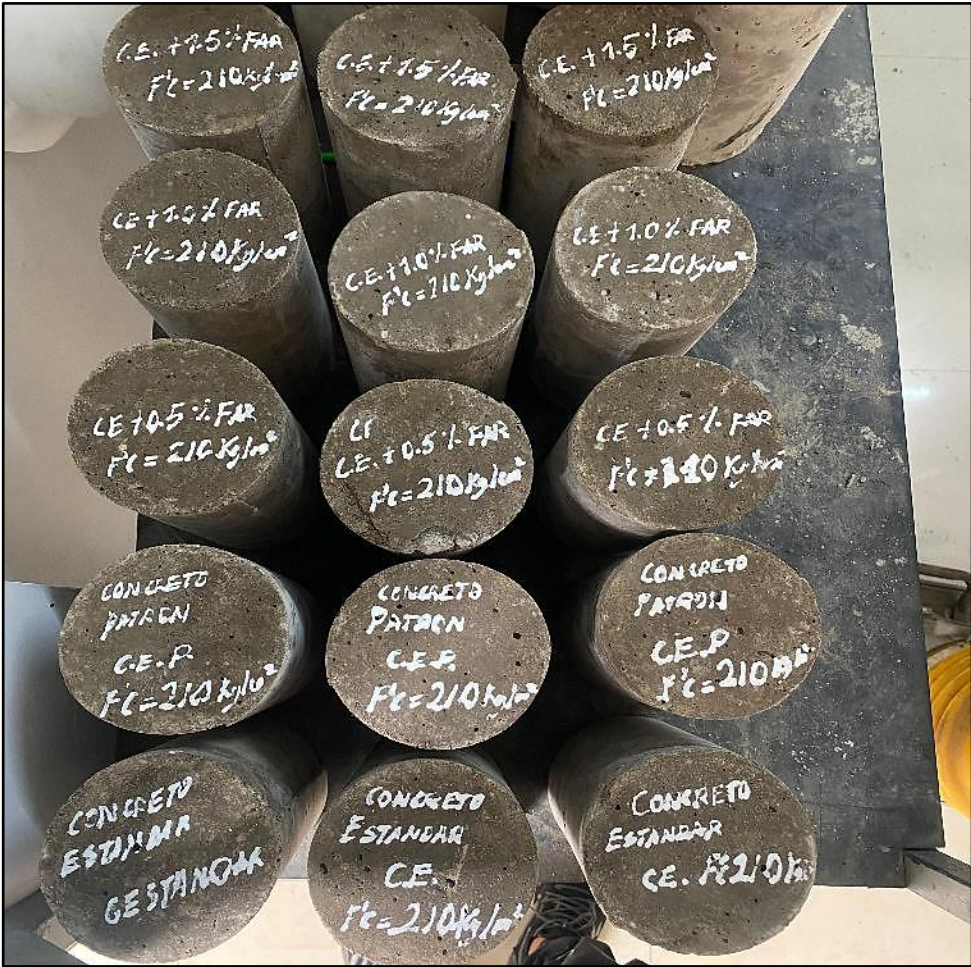












ANEXO 6: Formato de Validación de Juicio de Expertos

- Experto N.º 1: Ing. Victor Palomino Rojo

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	06-05-2024
Validador	Victor Palomino Rojo
Cargo e institución donde labora	Residente de obra - CONSORCIO VIAL MIRAFLORES
Instrumento a validar	Ficha de consistencia de concreto
Objetivo del instrumento	Determinar la consistencia del concreto
Autor(es) del instrumento	Dimas Macado Colviana - José Ricardo Puig Apea

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		Se recomienda una mayor cantidad de M.
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		Se recomienda detallar más
TOTAL					


 CONSORCIO VIAL MIRAFLORES
 Victor Palomino Rojo
 INGENIERO CIVIL CIP 44208
 RESIDENTE DE OBRA
 NOMBRE DE VALIDADOR

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	05-05-2024
Validador	Victor Palomino Rojo
Cargo e institución donde labora	Residente de obra - CONSORCIO VIAL MIRAFLORES
Instrumento a validar	Ficha de permeabilidad del concreto
Objetivo del instrumento	Determinar los factores de permeabilidad
Autor(es) del instrumento	Dimas Macado - Jacobo Quiza

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		Se recomienda hacer más # de muestras
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		Se recomienda detallar más
TOTAL					

CONSORCIO VIAL MIRAFLORES

Victor Palomino Rojo
INGENIERO CIVIL CIP 44208
RESIDENTE DE OBRA

NOMBRE DE VALIDADOR

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	06-05-2024
Validador	Victor Palomino Rojo
Cargo e institución donde labora	Residente de obra - CONSORCIO VIAL MIRAFLORES
Instrumento a validar	FICHA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
Objetivo del instrumento	Determinar la resistencia a compresión del concreto
Autor(es) del instrumento	Dimitri Macado - Iselzardo Quiza

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		Se recomienda una mayor cantidad de m.
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		Se recomienda detallar más
TOTAL					


 CONSORCIO VIAL MIRAFLORES
 Victor Palomino Rojo
 INGENIERO CIVIL CIP 44208
 RESIDENTE DE OBRA

NOMBRE DE VALIDADOR

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	06 - 05 - 2024
Validador	Victor Polomino Rojo
Cargo e institución donde labora	Residente de obra - Consorcio VIAL MIRAFLORES
Instrumento a validar	FICHA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN
Objetivo del instrumento	Determinar la resistencia a la tracción
Autor(es) del instrumento	Dimas Macedo - José Gerardo Quiza

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		Se recomienda hacer 4 muestras por edad.
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL					

CONSORCIO VIAL MIRAFLORES

Victor Polomino Rojo
INGENIERO CIVIL, CIP 44208
RESIDENTE DE OBRA

NOMBRE DE VALIDADOR

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	06-05-2024
Validador	Victor Palomino Rojo
Cargo e institución donde labora	Residente de obra - CONSORCIO VIAL MIRAFLORES
Instrumento a validar	FICHA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
Objetivo del instrumento	Determinar la resistencia a la flexión
Autor(es) del instrumento	Dmas Macado - José Lizardo Quiroga

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		Se recomienda hacer 4 muestras por edad
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL					


 CONSORCIO VIAL MIRAFLORES
 Victor Palomino Rojo
 INGENIERO CIVIL CIP 44208
 RESIDENTE DE OBRA
 NOMBRE DE VALIDADOR

- Experto N.º 2: Ing. Freddy Angel Coila Zea

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	15.05-2024
Validador	Ing. Freddy Angel Coila Zea
Cargo e institución donde labora	Especialista de calidad - Consorcio vial CAHUACHO
Instrumento a validar	FICHA N° 1 consistencia de concreto
Objetivo del instrumento	Determinar la consistencia del concreto
Autor(es) del instrumento	Dimas Macedo - Angelizardo F. Quiza Apaza

II. Criterios de validación del Instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	Si son mas de 3 muestras por edad aplica
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	Considero recomendación del especialista del laboratorio
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL			1	18	



Freddy Angel Coila Zea
Freddy Angel Coila Zea
INGENIERO CIVIL
CIP. 247772

NOMBRE DE VALIDADOR

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	15-05-2024
Validador	Ing. Freddy Angel Colla Zea
Cargo e institución donde labora	Especialista de calidad - CONSORCIO VIAL CAHUACHO
Instrumento a validar	FICHA N°2 - permeabilidad del concreto
Objetivo del instrumento	Determinar la permeabilidad del concreto
Autor(es) del instrumento	Quims Macedo - José Izardo F. Quija Apaza

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	Si son mas de 3 muestra por edad apto
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	Considera recomendación del especialista del laboratorio
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL			1	18	



 Freddy Angel Colla Zea
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 247772

NOMBRE DE VALIDADOR

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	15-05-2024
Validador	Ing Freddy Angel Coila Zea
Cargo e institución donde labora	Especialista de calidad - consorcio VINI CATHACHO
Instrumento a validar	FICHA N°3 - Resistencia a la compresión
Objetivo del instrumento	Determinar la Resistencia a la compresión
Autor(es) del instrumento	Dina Macelo - José Alfredo F. Quija Apaza

II. Criterios de validación del Instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	Si son mas de 3 muestras por edad Apto
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	considera recomendación del especialista del laboratorio
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL			1	18	



Freddy Angel Coila Zea
INGENIERO CIVIL
CIP. 247772

NOMBRE DE VALIDADOR

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	15-05-2024
Validador	Ing. Freddy Angel Colla Zea
Cargo e institución donde labora	Especialista de Calidad - Consorcio Vial CAHUNCHO
Instrumento a validar	FICHA Nº 4 - Resistencia a la tracción
Objetivo del instrumento	Determinar la Resistencia a la tracción
Autor(es) del instrumento	Dinares Macedo - José Izquierdo F. Quiroga Dpeza

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	Si son mas de 3 pruebas por edad apto
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	Considera recomendación del especialista del laboratorio
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL			1	18	



Freddy Angel Colla Zea
INGENIERO CIVIL
CIP. 247772

NOMBRE DE VALIDADOR

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	15-05-2024
Validador	Ing. Freddy Angel Coila Zea
Cargo e institución donde labora	Especialista de calidad - Consorcio Vial CAHUACHO
Instrumento a validar	FICHA Nº 5 - Resistencia a la flexión
Objetivo del instrumento	Determinar la Resistencia a la flexión
Autor(es) del instrumento	Dimas Macedo - Joelgardo F. Quiza Spaza

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	Si son más de 3 huecos por edad apto
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	Considera recomendación del especialista del laboratorio
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL			1	18	



Freddy Angel Coila Zea
INGENIERO CIVIL
CIP. 247772

NOMBRE DE VALIDADOR

- Experto N.º 3: Ing. Leonardo Favio Chavez Urbina

Validador	Ing. Leonardo Favio Chavez Urbina
Cargo e institución donde labora	Ingeniero de Calidad - Particular
Instrumento a validar	FICHA N°03 - Consistencia del concreto
Objetivo del instrumento	Determinar la consistencia del concreto
Autor(es) del instrumento	Dimas Hecado C. - José Izquierdo F. Quiza Apaza.

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		Detallar las dimensiones de la probeta y el IMN de piedras chancadas.
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		Se recomienda buscar artículos y/o tesis para contrastar resultados.
TOTAL			2	16	



Leonardo Favio Chavez Urbina

INGENIERO DE CALIDAD
CIP. 263716

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16-05-2024
Validador	Ing. Leonardo Favio Chavez Urbina
Cargo e institución donde labora	Ingeniero de Calidad - Particular
Instrumento a validar	FICHA N°02 - Permeabilidad del concreto
Objetivo del instrumento	Determinar la permeabilidad del concreto
Autor(es) del instrumento	Dimas Macedo Caluana - Josefizaro F. Quiza Apaza

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		Detallar las dimensiones de la probeta y el T.M.N. de piedra choncado.
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		Se recomienda buscar artículos y/o tesis para contrastar resultados.
TOTAL			2	16	



Leonardo Favio Chavez Urbina
INGENIERO DE CALIDAD
CIP. 263716

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16-05-2024
Validador	Ing. Leonardo Favio Chavez Urbina.
Cargo e institución donde labora	Ingeniero de Calidad - Particular.
Instrumento a validar	FICHA N° 03 - Resistencia a la compresión
Objetivo del instrumento	Determinar la resistencia a la compresión
Autor(es) del instrumento	Dimas Macedo Calvez - Joselizardo F. Quiroz Apaza

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		Detallar las dimensiones de la probeta y el TMM de piedra chancada.
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		Se recomienda buscar artículos y/o tesis para contrastar resultados
TOTAL			2	16	



 Leonardo Favio Chavez Urbina

 INGENIERO DE CALIDAD

 CIP. 263716

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16-05-2024
Validador	Ing. Leonardo Fajio Chavez Urbina
Cargo e institución donde labora	Ingeniero de Calidad - Particular
Instrumento a validar	FICHA N° 04 - Resistencia a la tracción
Objetivo del instrumento	Determinar la resistencia a la tracción
Autor(es) del instrumento	Dimas Huerdo Caluana - José Ricardo F. Quiroz Aroza

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del Instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		Detallar las dimensiones de la probeta y el tipo de prueba que se realiza.
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		Se recomienda buscar artículos y/o tesis para contrastar resultados.
TOTAL			2	16	



 Leonardo Fajio Chavez Urbina

 INGENIERO DE CALIDAD

 CIP. 263716

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16-05-2024
Validador	Ing. Leonardo Favio Chavez Urbina
Cargo e institución donde labora	Ingeniero de Calidad - Particular
Instrumento a validar	FICHA Nº 05 - Resistencia a la flexión
Objetivo del instrumento	Determinar la resistencia a la flexión
Autor(es) del instrumento	Dimas Macedo Celuzens - Jaselizardo F. Quiroz AP22

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		Detallar las dimensiones de la probeta y el tipo de prueba a efectuarse.
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		Se recomienda buscar artículos y/o tesis para contrastar resultados.
TOTAL			2	16	



 Leonardo Favio Chavez Urbina

 INGENIERO DE CALIDAD

 CIP. 263716

ANEXO 7: Análisis de costos unitarios

Análisis de Costos Unitarios						
Proyecto	INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024					
Cliente						
Ubicación	Costo a : Noviembre - 2024					
Partida	01.01	OBTENCION DE FIBRA DE ACERO RECICLADO				Rend: 20.00
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio
		Mano de Obra				Parcial
	47 00009	PEON	HH	1.000	0.4000	9.55
						3.82
		Materiales				
		NEUMATICOS EN DESUSO	UND		3.0000	0.00
		DESONDANTE	Lt		0.2500	22.00
						5.50
		Equipo				
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.82
		CIZALLA	HM	0.500	0.0080	2.00
						0.13
						Costo Unitario por Kg : 9.45
Partida	02.01	CONCRETO PATRON F'C=210 KG/CM2				Rend: 12.0000 m3/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio
		Mano de Obra				
	47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.6667	12.43
	47 00008	OFICIAL	HH	1.000	0.6667	10.35
	47 00009	PEON	HH	6.000	4.0000	9.55
	47 00112	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	0.6667	10.45
						60.36
		Materiales				
	01 07200	GASOLINA DE 90 OCTANOS	GLN		0.2000	22.00
	04 00029	ARENA GRUESA	M3		0.5200	50.00
	05 00002	AGUA	M3		0.2180	5.68
	05 00099	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.5300	60.00
	21 00100	CEMENTO PORTLAND TIPO I (#2.5KG)	BOL		8.9300	27.00
						304.55
		Equipo				
	00 07021	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 18H -11P3	hm	1.000	0.6667	20.00
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	60.36
	49 00122	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.000	0.6667	15.00
						10.00
						Costo Unitario por m3 : 390.05

Análisis de Costos Unitarios

Proyecto	INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024						
Cliente							
Ubicación	Costo a : Noviembre - 2024						
Partida	02.02	CONCRETO ENCAUCHADO F'C=210 KG/CM2			Rend:	12.0000 m3/DIA	
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra						
	47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.6667	12.43	8.29
	47 00008	OFICIAL	HH	1.000	0.6667	10.35	6.90
	47 00009	PEON	HH	6.000	4.0000	9.55	38.20
	47 00112	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	0.6667	10.45	6.97
							60.36
	Materiales						
	01 07200	GASOLINA DE 90 OCTANOS	GLN		0.2000	22.00	4.40
	04 00029	ARENA GRUESA	M3		0.4800	50.00	24.00
	05 00002	AGUA	M3		0.2180	5.68	1.24
	05 00099	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.5300	60.00	31.80
	21 00100	CEMENTO PORTLAND TIPO I (#2.5KG)	BOL		8.9300	27.00	241.11
	29 07201	CAUCHO MOLIDO	KG		27.5200	0.30	8.26
							310.81
	Equipo						
	00 07021	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 18H -11P3	hm	1.000	0.6667	20.00	13.33
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	60.36	1.81
	49 00122	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.000	0.6667	15.00	10.00
							25.14
							Costo Unitario por m3 : 396.31
Partida	02.03	CONCRETO ENCAUCHADO F'C=210 KG/CM2 + 0.5 % FAR			Rend:	12.0000 m3/DIA	
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra						
	47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.6667	12.43	8.29
	47 00008	OFICIAL	HH	1.000	0.6667	10.35	6.90
	47 00009	PEON	HH	6.000	4.0000	9.55	38.20
	47 00112	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	0.6667	10.45	6.97
							60.36
	Materiales						
	01 07200	GASOLINA DE 90 OCTANOS	GLN		0.2000	22.00	4.40
	04 00029	ARENA GRUESA	M3		0.4800	50.00	24.00
	05 00002	AGUA	M3		0.2180	5.68	1.24
	05 00099	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.5300	60.00	31.80
	21 00100	CEMENTO PORTLAND TIPO I (#2.5KG)	BOL		8.9300	27.00	241.11
	29 07201	CAUCHO MOLIDO	KG		27.5200	0.30	8.26
	39 07205	FIBRA DE ACERO RECICLADO	KG		11.4700	9.45	108.39
							419.20
	Equipo						
	00 07021	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 18H -11P3	hm	1.000	0.6667	20.00	13.33
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	60.36	1.81
	49 00122	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.000	0.6667	15.00	10.00
							25.14
							Costo Unitario por m3 : 504.70

Análisis de Costos Unitarios

Proyecto INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024

Cliente

Ubicación

Costo a : Noviembre - 2024

Partida	02.04	CONCRETO ENCAUCHADO F'C=210 KG/CM2 + 1.0 % FAR				Rend:	12.0000 m3/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.6667	12.43	8.29	
47 00008	OFICIAL	HH	1.000	0.6667	10.35	6.90	
47 00009	PEON	HH	6.000	4.0000	9.55	38.20	
47 00112	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	0.6667	10.45	6.97	
						60.36	
Materiales							
01 07200	GASOLINA DE 90 OCTANOS	GLN		0.2000	22.00	4.40	
04 00029	ARENA GRUESA	M3		0.4800	50.00	24.00	
05 00002	AGUA	M3		0.2180	5.68	1.24	
05 00099	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.5300	60.00	31.80	
21 00100	CEMENTO PORTLAND TIPO I (#42.5KG)	BOL		8.9300	27.00	241.11	
29 07201	CAUCHO MOLIDO	KG		27.5200	0.30	8.26	
39 07205	FIBRA DE ACERO RECICLADO	KG		22.9400	9.45	216.78	
						527.59	
Equipo							
00 07021	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 18H -11P3	hm	1.000	0.6667	20.00	13.33	
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	60.36	1.81	
49 00122	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.000	0.6667	15.00	10.00	
						25.14	
Costo Unitario por m3 :						613.09	

Partida	02.05	CONCRETO ENCAUCHADO F'C=210 KG/CM2 + 1.5 % FAR				Rend:	12.0000 m3/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.6667	12.43	8.29	
47 00008	OFICIAL	HH	1.000	0.6667	10.35	6.90	
47 00009	PEON	HH	6.000	4.0000	9.55	38.20	
47 00112	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	0.6667	10.45	6.97	
						60.36	
Materiales							
01 07200	GASOLINA DE 90 OCTANOS	GLN		0.2000	22.00	4.40	
04 00029	ARENA GRUESA	M3		0.4800	50.00	24.00	
05 00002	AGUA	M3		0.2180	5.68	1.24	
05 00099	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.5300	60.00	31.80	
21 00100	CEMENTO PORTLAND TIPO I (#42.5KG)	BOL		8.9300	27.00	241.11	
29 07201	CAUCHO MOLIDO	KG		27.5200	0.30	8.26	
39 07205	FIBRA DE ACERO RECICLADO	KG		34.4100	9.45	325.17	
						635.98	
Equipo							
00 07021	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 18H -11P3	hm	1.000	0.6667	20.00	13.33	
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	60.36	1.81	
49 00122	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.000	0.6667	15.00	10.00	
						25.14	
Costo Unitario por m3 :						721.48	

ANEXO 8: Pruebas de laboratorio



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD
CONCRETO Y MATERIALES - MECÁNICA DE SUELOS - CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Tesis: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"		
Por:	- Bach. Dimas Macedo Cahuana - Bach. Joselizardo Fernando Quiza Apaza	Fecha: 09/11/2024
FICHA TÉCNICA		
Lugar:	Juliaca	Fuente de extracción: Neumáticos fuera de uso
Tipo de muestra:	Filamentos de acero	Denominación del bien: Fibras de acero
PROPIEDADES FÍSICAS	CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
LONGITUD	50 mm	Las fibras de acero, obtenidas de neumáticos fuera de uso (NFU), fueron cortadas a cada 50mm de longitud.
DIÁMETRO	1.45 mm	Las fibras de acero, obtenidas de neumáticos fuera de uso (NFU), tienen un diámetro de
PESO UNITARIO	3.25 g	Las fibras de acero, obtenidas de neumáticos fuera de uso (NFU), de longitud de 50mm y diámetro de , tienen un peso específico de
ASPECTO	Fibra de acero	Las fibras de acero, obtenidas de neumáticos fuera de uso (NFU), son lisas y rectas, y suelen tener forma de alambres o filamentos.
COLOR	Acero	Las fibras de acero, obtenidas de neumáticos fuera de uso (NFU), tienen un color acerado.
Observaciones: Las fibras de acero, en este caso, provenientes de neumáticos fuera de uso (NFU) fueron extraídas de dichos neumáticos, se pudo observar en algunos casos el óxido, procediendo a la remoción de dicho óxido.		

CONSTRUCTORA GEOMID & LAB E.I.R.L.
Bach. Joselizardo F. Quiza Apaza
Técnico de Laboratorio Colección
Suelos y Control de Calidad

CONSTRUCTORA GEOMID & LAB E.I.R.L.
Andrés Ángel Jaque Puma
Exp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP N° 000260

RUC.: 20611258586

anyelo_454@hotmail.com

992429713

MZA. D Lt. 6 Urb. Tres de Agosto Puno
San Roman- Juliaca

DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 kg./cm.²

NORMAS: AD 211.1.74, AD 211.1.81

CODIGO DE INFORME
GCT-EDMS-812

Página 1 de 4

PROYECTO : INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024*

SOLICITA : BACH. MACEDO CAHUANA DIMAS
BACH. QUIZA APAZA JOSELIZARDO FERNANDO

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
CANTERA : PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y ARENA GRUESA DE JESERVI

FECHA INGRESO : 2024-05-17
FECHA EMISIÓN : 2024-05-21
ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

DISEÑO ACI 211 F'c = 210 kg/cm2

RESULTADOS DE LABORATORIO		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e S&S	2.605	2.385
P.U. Vastido	1502.9	1719.5
P.U. Suella	1334.5	1540.9
% de Absorción	2.17	2.59
% de Humedad Natural	0.35	2.48
Modulo de Finiza	6.83	3.05

OTROS MATERIALES Y ADITIVOS		
MATERIAL	PESO ESPECIFICO (Nuev)	P. U. SUELTO (kg/m ³)
Cemento portland TIPO IP	2.850	1500
---	1.000	---
---	1.000	---
---	1.000	---
Agua	1.000	---

1.- VALORES DE DISEÑO (ELEMENTOS DE ENTRADA)		
Asentamiento	3" - 4"	
Tamaño Máximo	1"	
Tamaño Máximo Nominal	3/4"	
Relación Agua Cemento	0.54	
Agua Diseño Reducido(i)	205	
% DE REDUCCIÓN DE AGUA ESTIMADO	0.05%	
AGUA DISEÑO REDUCIDO (i)	205	
TOTAL DE AIRE ATRAPADO DISEÑO	2.0 %	
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.584	
ADITIVO	0.000%	
---	0.000%	
---	0.000%	
TOTAL DE AIRE ATRAPADO OBTENIDO	2.000%	
3.- CANTIDAD DE MATERIALES POR m ³ EN PESO		
CEMENTO	379.63	kg / m ³
AGUA	205.00	kg / m ³
---	0.00	
---	0.00	
AGREGADO FINO	773.14	kg / m ³
AGREGADO GRUESO	892.74	kg / m ³
PESO DE MEZCLA:	2250.52	kg / m³
6.- CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDOS POR m3		
CEMENTO	379.63	kg / m ³
AGUA	217.54	L / m ³
AGREGADO FINO	792.30	kg / m ³
AGREGADO GRUESO	901.21	kg / m ³
---	0.00	L / m ³
---	0.00	kg / m ³
---	0.00	kg / m ³

2.- ANALISIS DE DISEÑO		
FACTOR CEMENTO	379.63	kg/m ³
	8.93	bolsas/m³
Volumen absoluto del cemento	0.1332	m ³ / m ³
Volumen absoluto de agua	0.2390	m ³ / m ³
Volumen absoluto de aire	0.0200	m ³ / m ³
Volumen absoluto de ---	0.0000	
Volumen absoluto de ---	0.0000	
Volumen absoluto de ---	0.0000	
Volumen absoluto de la pasta	0.3582	m ³ / m ³
Volumen absoluto de los Agregados:		
Volumen absoluto del Agregado grueso	0.3427	m ³ / m ³
Volumen absoluto del Agregado fino	0.2991	m ³ / m ³
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS	1.0000	
4.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD		
AGREGADO FINO HUMEDO	792.2901	kg / m ³
AGREGADO GRUESO HUMEDO	901.2114	kg / m ³
5.- CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS		
AGREGADO FINO	-0.2134	%
	-1.6500	Litros
AGREGADO GRUESO	-1.2196	%
	-10.8572	Litros
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA :	217.5376	Litros por m3 de concreto
7.- CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDOS POR BOLSA DE CEMENTO		
CEMENTO	42.5	kg / bolsa
AGUA	24.4	L / bolsa
AGREGADO FINO	89.7	kg / bolsa
AGREGADO GRUESO	100.9	kg / bolsa
---	0.000	ml / bolsa
---	0.000	kg / bolsa
---	0.000	kg / bolsa

	PROPORCIÓN EN PESO	PROPORCIÓN EN VOLUMEN	PROPORCIÓN VOL. UNITARIO (P3)
C	1	0.25	1
A.F	2.1	0.51	2.0
A.G	2.4	0.68	2.7

LEYENDA:	
C:	CEMENTO
A.F:	AGREGADO FINO
A.G:	AGREGADO GRUESO

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem dosificación por M3.
* Se recomienda efectuar ensayos preliminares con los materiales que se utilizan en la obra.
* Se deberá de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.
* El agregado fino se considera marginal pero puede ser utilizado siempre en cuando se realice ensayos previos en laboratorio.

COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES

* Las muestras fueron puestas en el laboratorio por el solicitante.

*---

GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
Ing. Raul Miranda Quintanilla
CIP: 15.480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328568 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com.pe

031943

INFORME DE ENSAYO
PROPIEDADES MECANICAS DE LOS AGREGADOS

COORDINADOR
GCT-EDMS-812
Pag. 2-4

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"
SOLICITA : BACH. MACEDO CAHUANA DIMAS
UBICACION : BACH. QUIZA APAZA JOSELIZARDO FERNANDO
CANTERA : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
F. SOLICITUD : 2024-05-17
F. EJECUCION : 2024-05-21
ENSAYADO EN : LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM C566-19	
DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO
Masa de la tarro + muestra húmeda (g)	638.40
Masa de la tarro + muestra seca (g)	625.70
Masa del tarro (g)	113.00
Masa del agua (g)	12.70
Masa de la muestra seca (g)	512.70
Humedad (%)	2.48

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (FIOLA) - ASTM C128-15	
DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO
Masa de muestra secada al horno (g)	488.9
Masa de muestra saturada seca (SSS) (g)	500.0
Masa del picnómetro con agua (g)	688.8
Masa del Pic. + muestra + agua (g)	996.2
Peso específico (g/cm³)	2.585
Absorción (%)	2.66

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM C566-19	
DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO
Masa de la tarro + muestra húmeda (g)	1099.60
Masa de la tarro + muestra seca (g)	1050.70
Masa del tarro (g)	112.50
Masa del agua (g)	8.90
Masa de la muestra seca (g)	938.20
Humedad (%)	0.95

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (CANASTILLA) - ASTM C127-15	
DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO
Masa de muestra secada al horno (g)	1522
Masa de muestra saturada seca (SSS) (g)	1555
Masa de la muestra SSS en Agua (g)	958
Volumen de la masa (cm³)	594
Peso específico bulk (Base saturada) (g/cm³)	2.605
Absorción (%)	2.17

PESO UNITARIO AGREGADO FINO - ASTM C29/C29M-17a					
	SUELTO			COMPACTADO	
Masa del molde + muestra (g)	9808.0	9800.0	9851.0	10190.0	10196.0
Masa del molde (g)	6548.0	6548.0	6548.0	6548.0	6548.0
Volumen del molde (cm³)	2123.2	2123.2	2123.2	2123.2	2123.2
Peso unitario (g/cm³)	1535.4	1531.7	1555.7	1715.3	1718.2
Promedio del peso unitario (g/cm³)	1540.9			1718.5	

DATOS DEL MOLDE 01	
Diámetro (cm) =	15.22
Altura (cm) =	11.67
Massa (g) =	6548.0
Volumen (cm³) =	2123.20

PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO - ASTM C29/C29M-17a					
	SUELTO			COMPACTADO	
Masa del molde + muestra (g)	12859.0	12896.0	12807.0	13400.0	13406.0
Masa del molde (g)	8527.0	8527.0	8527.0	8527.0	8527.0
Volumen del molde (cm³)	3242.1	3242.1	3242.1	3242.1	3242.1
Peso unitario (g/cm³)	1336.2	1347.6	1320.1	1503.0	1500.9
Promedio del peso unitario (g/cm³)	1334.6			1502.9	

DATOS DEL MOLDE 02	
Diámetro (cm) =	15.22
Altura (cm) =	17.82
Massa (g) =	8527.0
Volumen (cm³) =	3242.10

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES	
1	Las muestras fueron puestas en el laboratorio por el solicitante.
2	El TMR no debe ser mayor que 1/3 del espesor de una losa.
3	El TMR no debe ser mayor que 3/4 del espesor de una losa de refuerzo.
4	El TMR no debe ser mayor que 1/3 del espesor de una losa de refuerzo.
5	El TMR no debe ser mayor que 1/3 del espesor de una losa de refuerzo.
6	El TMR no debe ser mayor que 1/3 del espesor de una losa de refuerzo.
7	El TMR no debe ser mayor que 1/3 del espesor de una losa de refuerzo.
8	El TMR no debe ser mayor que 1/3 del espesor de una losa de refuerzo.

GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
Ing. Rudi Miranda Quintanilla
CIP: 13.480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA
Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-920503 / 951-010447 / 951-671558
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com.pe

031944

INFORME DE ENSAYO
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C33/C33M-18

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"

SOLICITA : BACH. MACEDO CAHUANA DIMAS
BACH. QUIZA APAZA JOSELIZARDO FERNANDO

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

F. SOLICITUD : 2024-05-17
F. EJECUCION : 2024-05-21
ENSAYADO EN : LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL

CODIGO INFORME

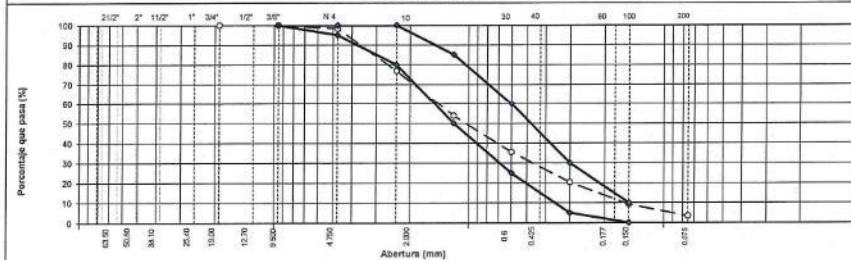
GCT-EDMS - 812

Pag. 3-4

AGREGADO FINO

CANTERA	:	ARENA GRUESA DE JESERV	PESO RUCIAL	:	480.7 g
PROFUNDIDAD	:	— m	FRACCION SECA	:	474.1 g
ENSAYO	:	—	NIVEL FREATICO	:	—
		N° MUESTRA :	M-01		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	ESPECIFICACIONES QUE PASA	RESULTADOS
3/4"	19.050	0.0	0.0	100.0	DESCRIPCION DE LA MUESTRA Tamaño maximo = 3/8" Tamaño M. nominal = N° 4 Módulo de finiza = 3.06
5/8"	9.525	0.0	0.0	100.0	
N° 4	4.750	8.1	1.7	98.3	
N° 8	2.360	105.3	23.1	76.9	
N° 16	1.190	113.10	23.0	46.2	
N° 30	0.600	85.70	18.3	64.4	
N° 50	0.300	74.6	15.2	79.6	
N° 100	0.150	54.7	11.1	90.8	
N° 200	0.075	28.6	5.8	95.6	
< N° 200	FONDO	16.6	3.4	100.0	

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

1	Se recomienda que el módulo de finiza no sea menor a 2.3 ni mayor a 3.1, caso contrario realizar ensayos previos.
2	La granulometría continua se debe encontrar retenido en las mallas N° 4 a N° 100 de la serie de Taylor.
3	El agregado fino que no cumple con los requisitos de granulometría y módulo de finiza podrá ser usado si la fuente tiene registros aceptables.
4	Evitar emplear agregado escaseamiento fino a excepción de la selva baja peruana.
5	---
6	---
7	---
8	---



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
Ing. Raúl Miranda Quintanilla
CIP: 15.7480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCION - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISION - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)

Telefonos: 051-328868 / 951 010447 / 951 671568

Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com

www.geocontroltotal.com.pe

031945

INFORME DE ENSAYO
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA: ASTM C33/C33M-18

CODIGO INFORME
GCT-EDMS-812
Pag. 4-4

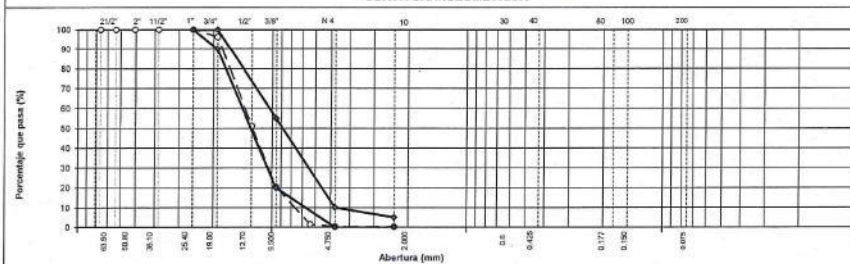
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"
SOLICITA : BACH. MACEDO CAHUANA DIMAS
BACH. QUIZA APAZA JOSELIZARDO FERNANDO
UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
F. SOLICITUD : 2024-05-17
F. EJECUCION : 2024-05-21
ENSAYADO EN : LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL

AGREGADO GRUESO

CANTERA	:	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" DE RESERVA	PESO NOML	:	1154.2 g
PROFUNDIDAD	:	---	FRACCION SECA	:	1152.0 g
ENSAYO	:	---	NIVEL FREATICO	:	---
N° MUESTRA : M - 01					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	ESPECIFICACIONES QUE PASA	RESULTADOS
3"	76.20			100.0	
2 1/2"	63.500		0.0	100.0	
2"	50.800		0.0	100.0	
1 1/2"	38.100		0.0	100.0	
1"	25.400		0.0	100.0	
3/4"	19.050	42.8	3.7	96.3	
1/2"	12.700	520.4	45.1	54.9	
3/8"	9.525	353.9	30.7	24.2	
1/4"	6.350	220.4	19.1	5.9	
N° 4	4.750	13.8	1.2	98.8	
N° 8	2.360	1.6	0.0	99.7	
< N° 200	FONDO	1.3	0.0	99.7	

DESCRIPCION DE LA MUESTRA
Tamaño maximo = 1"
Tamaño M. nominal = 3/4"
Módulo de fineza = 6.83

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

1	El TMN no debe ser mayor que 1/5 de la dimensión menor de la estructura comprendida entre los lados de una tornavita.
2	El TMN no debe ser mayor que 1/3 del espesor de una losa.
3	El TMN no debe ser mayor que 3/45 del espaciamiento libre máximo entre las barras de refuerzo.
4	El TM se define como la abertura del menor tamiz por el cual pasa el 100% de la muestra.
5	---
6	---
7	---
8	---

GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
Ing. Raúl Miranda Cevallos
CIP: 15.7460

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-368988 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com.pe

031910

INFORME DE ENSAYO
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA: ASTM C33/C33M-18

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"

SOLICITA : BACH. MACEDO CAHUANA DIMAS
BACH. QUIZA APAZA JOSELIZARDO FERNANDO

UBICACION : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

F. SOLICITUD : 2024-05-17

F. EJECUCION : 2024-05-21

ENAYADO EN : LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL

CODIGO INFORME

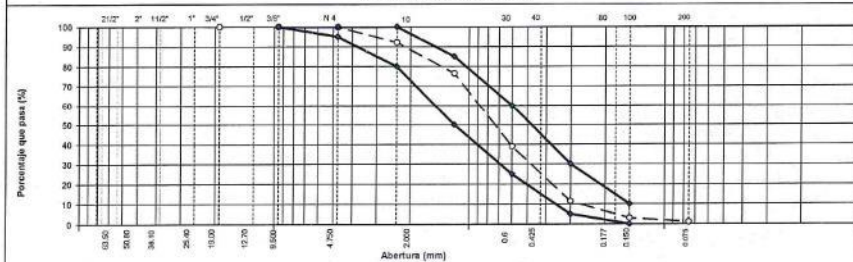
GCT-EDMS-812

Pag. 1 - 2

AGREGADO FINO

CANTERA	:	CAUCHO				PESO INICIAL	:	110.9 g	
PROFUNDIDAD	:	---	m				FRACCION SECA	:	109.7 g
ENSAYO	:	---	N° MUESTRA :			M-01	NIVEL FREATICO		
TAMIZ	ABERTURA	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES			
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	HUSO C			
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
3/8"	9.525	0.0	0.0	0.0	100.0				
N° 4	4.750	0.2	0.2	0.2	99.8				
N° 8	2.360	8.5	7.7	7.8	92.2				
N° 16	1.180	17.40	15.7	23.5	76.5				
N° 30	0.600	41.60	37.5	61.0	38.0				
N° 50	0.300	30.5	27.5	88.5	11.5				
N° 100	0.150	9.4	8.5	97.0	3.0				
N° 200	0.075	2.1	1.9	98.9	1.1				
< N° 200	FONDO	1.2	1.1	100.0	0.0	Tamaño maximo = 3/8"			
						Tamaño M. nominal = N° 4			
						Módulo de fineza = 2.78			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

1	Se recomienda que el módulo de finura no sea menor a 2.3 ni mayor a 3.1, caso contrario realizar ensayos previos.
2	La granulometría correcta se debe encontrar retenido en las mallas N° 4 a N° 100 de la serie de Taylor.
3	El agregado fino que no cumple con los requisitos de granulometría y módulo de finura podrá ser usado si la fuente tiene registros aceptables.
4	Evitar emplear agregado excesivamente fino a excepción de la arena baja permeable.
5	---
6	---
7	---
8	---

INFORME DE ENSAYO
PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS

CODIGO INFORME
GCT-EDMS - 812
Pag. 2-2

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"
SOLICITA : BACH. MACEDO CAHUANA DIMAS
BACH. QUIZA APAZA JOSELIZARDO FERNANDO
UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
CANTERA : CAUCHO
F. SOLICITUD : 2024-05-17
F. EJECUCION : 2024-05-21
ENVIADO EN : LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM C566-19	
DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO
Masa de la tarro + muestra húmeda (g)	129.15
Masa de la tarro + muestra seca (g)	128.98
Masa del tarro (g)	105.71
Masa del agua (g)	0.17
Masa de la muestra seca (g)	23.27
Humedad (%)	0.73

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (FIOLA) - ASTM C128-15	
DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO
Masa de muestra secada al horno (g)	100.0
Masa de muestra saturada seca (SSS) (g)	103.4
Masa del picnómetro con agua (g)	689.6
Masa del Pic + muestra + agua (g)	701.3
Peso específico (g/cm³)	1.153
Absorción (%)	3.40

PESO UNITARIO AGREGADO FINO - ASTM C29/C29M-17a						
	SUELTO			COMPACTADO		
Masa del molde + muestra (g)	4530.0	4527.0	4528.0	4708.0	4715.0	4714.0
Masa del molde (g)	4146.0	4146.0	4146.0	4146.0	4146.0	4146.0
Volumen del molde (cm³)	940.5	940.5	940.5	940.5	940.5	940.5
Peso unitario (g/cm³)	408.3	405.1	405.1	507.5	605.0	603.9
Promedio del peso unitario (g/cm³)	406.5			602.1		

DATOS DEL MOLDE #1	
Diametro (cm) =	10.13
Altura (cm) =	11.87
Masa (g) =	4146.0
Volumen (cm³) =	940.55

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES	
1	Las muestras fueron puestas en el laboratorio por el solicitante.
2	El TMA no debe ser mayor que 1/3 del espesor de una capa.
3	El TMA no debe ser mayor que 3/40 del espesor de la muestra entre las caras de refuerzo.
4	El TMA se define como la abertura del menor tamiz por el cual pasa el 100% de la muestra.
5	---
6	---
7	---
8	---

GeoCONTROL TOTAL E.I.R.L.
Ing. Raúl Miranda Quintanilla
CIP: 121460

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com.pe

031948

TESIS	: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"
SOLICITA	: - BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA - BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA
MUESTRA	: FINO + CAUCHO
FECHA	: sábado, 9 de Noviembre de 2024

PESOS UNITARIOS

(ASTM C-128)

AGREGADO FINO

PESO UNITARIO SUELTO

Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	9,663.00	9,656.00	9,704.00
B. Peso del molde	gr	6,548.00	6,548.00	6,548.00
C. Peso del material	gr	3,115.00	3,108.00	3,156.00
D. Volumen del molde	cm ³	2,123.20	2,123.20	2,123.20
E. Peso unitario	g/cm ³	1.47	1.46	1.49
F. Promedio	g/cm ³	1.472		

PESO UNITARIO VARILLADO

Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	10,028.00	10,042.00	10,034.00
B. Peso del molde	gr	6,548.00	6,548.00	6,548.00
C. Peso del material	gr	3,480.00	3,494.00	3,486.00
D. Volumen del molde	cm ³	2,123.20	2,123.20	2,123.20
E. Peso unitario	g/cm ³	1.64	1.65	1.64
F. Promedio	g/cm ³	1.642		

CONSTRUCTORA GEOMID & LAB E.I.R.L.

Dimas Macedo Cahuana
Técnico de Laboratorio Geotécnica
Suelos y Control de Calidad

CONSTRUCTORA GEOMID & LAB E.I.R.L.

Anyelo Quiza Apaza
Exp. Geotécnica y Control de Calidad
CIP N° 329260



TESIS	: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"
SOLICITA	: - BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA : - BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA
MUESTRA	: FINO + CAUCHO
FECHA	: sábado, 9 de Noviembre de 2024

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION
(ASTM C-128)

AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UND.	N° DE MUESTRA		
		1	2	
A) Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	500.00		
B) Peso frasco + H2O gr.	gr.	1475.53		
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr	1742.36		
D) Peso material + H2O en el frasco gr.	gr	975.53		
E) Volumen de masa + volumen de vacíos =C-D	cm3	766.83		
F) Peso material seco gr.	gr	471.21		
G) Volumen de masa = E-(A-F)	cm3	233.17		
P E. Bulk (base seca) = F/E	g/cm3	0.61		
P E. Bulk (base saturada) = A/E	g/cm3	0.65		
P E. Aparente (base seca) = F/G	g/cm3	2.14		
% de Absorción = ((A-F)/F)X100	%	6.11		
PESO ESPECIFICO gr/cm3		2.144		

CONSTRUCTORA GEOMID & LAB E.I.R.L.

José Apaza Castañeda
Técnico de Laboratorio Geotecnia
Suelos y Control de Calidad

CONSTRUCTORA GEOMID & LAB E.I.R.L.

Andrés Angulo Luque Yuma
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP N° 325266

RUC.: 20611258586

anyelo_454@hotmail.com

992429713

MZA. D Lt. 6 Urb. Tres de Agosto Puno
San Roman- Juliaca

TESIS	: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"
SOLICITA	: - BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA - BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA
MUESTRA	: FINO + CAUCHO
FECHA	: sábado, 9 de Noviembre de 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD %
(ASTM D - 2216)

AGREGADO FINO			
DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		01	
1 PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr	615.41	
2 PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	603.60	
3 PESO DEL AGUA	gr	11.81	
4 PESO DEL RECIPIENTE	gr	113.63	
5 PESO DEL SUELO SECO.	gr	489.97	
6 % DE HUMEDAD	%	2.41	
7 % DE HUMEDAD PROMEDIO	%	2.41	

CONSTRUCTORA GEOMID & LAB E.I.R.L.

Bach. Dimas Macedo Cahuana
Técnico de Laboratorio Geotecnia
Suelos y Control de Calidad

CONSTRUCTORA GEOMID & LAB E.I.R.L.

Andrés Ángel Quique Puma
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP N° 325238

 RUC.: 20611258586

 anyelo_454@hotmail.com

 992429713

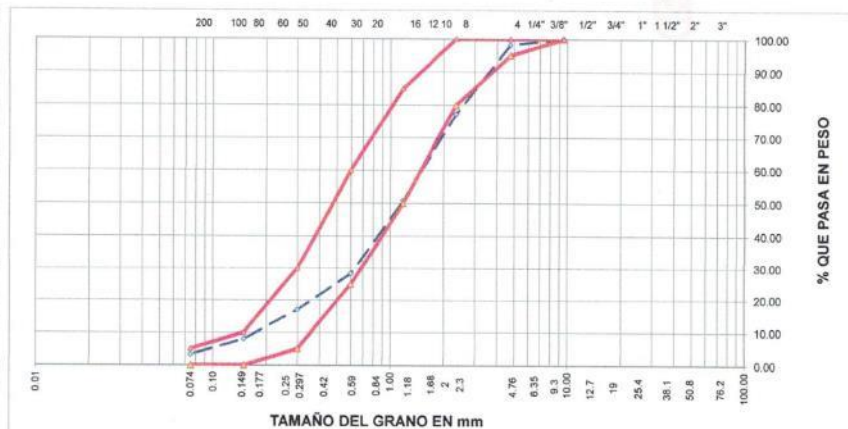
 MZA. D Lt. 6 Urb. Tres de Agosto Puno
San Roman - Juliaca

TESIS : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"
SOLICITA : - BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA
: - BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA
MUESTRA : AGREGADO FINO + CAUCHO
FECHA : sábado, 6 de Noviembre de 2024

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO A.F.
(ASTM D-422)**

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO O PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 468.15 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000						
3/4"	19.000						Módulo de fineza : 3.204
1/2"	12.500	0.00					Peso específico : 2.144 g/cm ³
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	Peso Unit. Suelto : 1.472 tn/m ³
1/4"	6.300	0.00	0.00	0.00			Peso Unit. Varillado : 1.642 tn/m ³
No.04	4.750	8.30	1.77	1.77	98.23	95 - 100	Humedad Natural : 2.410 %
No.08	2.360	98.30	21.00	22.77	77.23	80 - 100	Absorción : 0.000 %
No.16	1.180	123.65	26.41	49.18	50.82	50 - 85	
No.30	0.600	105.20	22.47	71.65	28.35	25 - 60	
No.50	0.300	53.20	11.36	83.01	16.99	05 - 30	
No.100	0.150	42.10	8.99	92.00	8.00	0 - 10	
No.200	0.075	22.10	4.72	96.72	3.28	0 - 05	
<No.200		15.30	3.27	99.98			
TOTAL		468.15					

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



CONSTRUCTORA GEOMID & LAB E.I.R.L.
Dimas Macedo Cahuana
Técnico de Laboratorio Geotecnia
Suelos y Control de Calidad

CONSTRUCTORA GEOMID & LAB E.I.R.L.
Andrés Angel Quique Yuma
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP N° 325268

RUC.: 20611258586

anyelo_454@hotmail.com

992429713

MZA. D Lt. 6 Urb. Tres de Agosto Puno
San Roman- Juliaca

LABORATORIO DE ENSAYOS		
CONTROL		
ENSAYO	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)	
NORMA	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035	
TESIS	"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"	
	TESISTA(S)	BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZÁ APAZA
FECHA DE ENSAYO	23-May-24	

DOSIFICACION	CONCRETO ESTANDAR	PROCESO DEL ENSAYO
		CAPAS
		N° GOLPES
		1
		2
		3

1 Colocar cono de asentamiento o Abrams.

2 Llenar el concreto en 3 capas, 25 varilladas por capa.

3 Retirar el molde.

4 Medir el asentamiento del concreto.

CONSISTENCIA EN CONO	
Consistencia	Asentamiento (cm)
Seca	0 - 2
Plastica	3 - 5
Blanda	6 - 9
Fluida	10 - 15
Líquida	≥16

ASENTAMIENTO DEL C*	
SLUMP (Cm) N°01	10.48
SLUMP (Cm) N°02	10.16
SLUMP (Cm) N°03	9.84
SLUMP (Cm) PROM.	10.20
CONSISTENCIA (PLG)	
PROM.	4.02

[Firma]
M. J. QUIZÁ
SUL S.I.C. CONTROL DE CALIDAD

[Firma]
Andrés Angel Luque Pum
Eto. Geotecnia y Control de Calidad
CIP N° 825268

LABORATORIO DE ENSAYOS	
CONTROL	
ENSAYO	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)
NORMA	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035
TESIS	"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"
TESISTA(S)	BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZÁ APAZA
FECHA DE ENSAYO	23-May-24

DOSIFICACION	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRÓN)
PORCENTAJE DE ADITIVO	0%

1 Colocar cono de asentamiento o Abrams.

2 Llenar el concreto en 3 capas, 25 varilladas por capa.

3 Retirar el molde.

4 Medir el asentamiento del concreto.

PROCESO DEL ENSAYO	
CAPAS	N° GOLPES
1	25
2	25
3	25

CONSISTENCIA EN CONO	
Consistencia	Asentamiento (cm)
Seca	0 - 2
Plástica	3 - 5
Blanda	6 - 9
Fluida	10 - 15
Líquida	≥16

ASENTAMIENTO DEL C°	
SLUMP (Cm) N°01	8.26
SLUMP (Cm) N°02	7.62
SLUMP (Cm) N°03	7.94
SLUMP (Cm) PROM.	7.90
CONSISTENCIA (PLG)	3.11
PROM.	

[Firma]
Bach. J. J. Maco
TECN. O. D. L. M. Apaza Velaquez
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

[Firma]
Andrés Ángel Luque Puma
Eso Geotécnica y Control de Calidad
RIP 1-325260

LABORATORIO DE ENSAYOS	
CONTROL	
ENSAYO	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)
NORMA	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035
TESIS	"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"
TESISTA(S)	BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZÁ APAZA
FECHA DE ENSAYO	23-May-24

DOSIFICACION	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR
PORCENTAJE DE ADITIVO	0.5%

1 Colocar cono de asentamiento e Abrams.

2 Llenar el concreto en 3 capas, 25 varillados por capa.

3 Retirar el molde.

4 Medir el asentamiento del concreto.

PROCESO DEL ENSAYO	
CAPAS	Nº GOLPES
1	25
2	25
3	25

CONSISTENCIA EN CONO	
Consistencia	Asentamiento (cm)
Seca	0 - 2
Plastica	3 - 5
Blanda	6 - 9
Fluida	10 - 15
Líquida	≥16

ASENTAMIENTO DEL C"	
SLUMP (Cm) N°01	7.62
SLUMP (Cm) N°02	7.30
SLUMP (Cm) N°03	7.94
SLUMP (Cm) PROM.	7.60
CONSISTENCIA (PLG) PROM.	2.99

[Firma]
BACH. F. J. CAHUANA
TECN. EN CONTROL DE CALIDAD
S. C. S. CONTROL DE CALIDAD

[Firma]
Andrés Angel Luque Puma
Eso Geotécnica Y Control de Calidad
CIP N° 31.5200

LABORATORIO DE ENSAYOS		
CONTROL		
ENSAYO	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)	
NORMA	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035	
TESIS	"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"	
	TESISTA(S)	BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZÁ APAZA
FECHA DE ENSAYO	23-May-24	

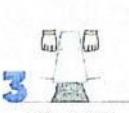
DOSIFICACION	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR
PORCENTAJE DE ADITIVO	1%



1 Colocar cono de asentamiento o Abrams.



2 Llenar el concreto en 3 capas, 25 varillas por capa.



3 Retirar el molde.



4 Medir el asentamiento del concreto.

PROCESO DEL ENSAYO	
CAPAS	Nº GOLPES
1	25
2	25
3	25

CONSISTENCIA EN CONO	
Consistencia	Asentamiento (cm)
Seca	0 - 2
Plastica	3 - 5
Blanda	6 - 9
Fluida	10 - 15
Líquida	≥16

ASENTAMIENTO DEL Cº	
SLUMP (Cm) N°01	5.08
SLUMP (Cm) N°02	6.35
SLUMP (Cm) N°03	5.72
SLUMP (Cm) PROM.	5.70
CONSISTENCIA (PLG) PROM.	2.24

[Firma]
Ing. Dimas Macedo Cahuana
Tecn. en Control de Calidad
Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Control de Calidad

[Firma]
Ing. Andres Angel Luque Puma
Eso. Geotecnia y Control de Calidad
RIP N° 325260

LABORATORIO DE ENSAYOS	
CONTROL	
ENSAYO	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)
NORMA	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035
TESIS	"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"
TESISTA(S)	BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZÁ APAZA
FECHA DE ENSAYO	23-May-24

DOSIFICACION	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5 % FAR
PORCENTAJE DE ADITIVO	1.5%



1
Colocar cono de asentamiento o Abrams.



2
Llenar el concreto en 3 capas, 25 varilladas por capa.



3
Retirar el molde.



4
Medir el asentamiento del concreto.

PROCESO DEL ENSAYO	
CAPAS	Nº GOLPES
1	25
2	25
3	25

CONSISTENCIA EN CONO	
Consistencia	Asentamiento (cm)
Seca	0 - 2
Plastica	3 - 5
Blanda	6 - 9
Fluida	10 - 15
Líquida	≥16

ASENTAMIENTO DEL C°	
SLUMP (Cm) N°01	3.81
SLUMP (Cm) N°02	5.08
SLUMP (Cm) N°03	5.40
SLUMP (Cm) PROM.	4.80
CONSISTENCIA (PLG) PROM.	1.89


 Gabriela M. Apaza Velasquez
 TECNICO
 LABORATORIO GEOTECNIA
 CONTROL DE CALIDAD


 Andres Angel Luque Puma
 Ing. Geotecnico y Control de Calidad
 CIP N° 328260

LABORATORIO DE ENSAYOS		
CONTROL		
ENSAYO	TEMPERATURA DE CONCRETO FRESCO	
NORMA	(ASTM C 1064) / NTP 339.184	
TESIS	"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"	
	TESISTA(S)	- BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA - BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA
FECHA DE ENSAYO	23-May-24	
DOSIFICACION	Concreto Estandar	
PORCENTAJE DE ADITIVO	0%	
MODELO	TERMOMETRO TIPO LAPICERO	



TEMPERATURA DE C°	
C-TEMPERATURA C° N°01	13.10
C-TEMPERATURA PROM.	13.10

OBSERVACIONES:

[Signature]
Ing. Dimas Macedo Cahuana
TECN. CIVIL
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

[Signature]
Ing. Andres Angel Luque Puma
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
RIP N° 325208

LABORATORIO DE ENSAYOS		
CONTROL		
ENSAYO	TEMPERATURA DE CONCRETO FRESCO	
NORMA	(ASTM C 1064) / NTP 839.184	
TESIS	"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"	
	TESISTA(S)	- BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA - BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA
FECHA DE ENSAYO	23-May-24	
DOSIFICACION	Concreto encauchado (patron)	
PORCENTAJE DE ADITIVO	0% PATRON	
MODELO	TERMOMETRO TIPO LAPICERO	



TEMPERATURA DE C°	
C-TEMPERATURA C° N°01	12.80
C-TEMPERATURA PROM.	12.80

OBSERVACIONES:

[Signature]
TECN. J.D. V. P. 2002
SUE. J.S. y C. CONTROL DE CALIDAD

[Signature]
Andres Angel Laguna Puma
San. Geotécnica y Control de Calidad
RIP N° 325266

LABORATORIO DE ENSAYOS	
CONTROL	
ENSAYO	TEMPERATURA DE CONCRETO FRESCO
NORMA	(ASTM C 1064) / NTP 339.184
TESIS	"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"
TESISTA(S)	- BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA - BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA
FEHA DE ENSAYO	23-May-24
DOSIFICACION	Concreto encauchado +0.5% FAR
PORCENTAJE DE ADITIVO	0.5%
MODELO	TERMOMETRO TIPO LAPICERO



TEMPERATURA DE C°	
C-TEMPERATURA C° N°01	12.30
C-TEMPERATURA PROM.	12.30

OBSERVACIONES:

[Signature]
BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA
ING. CIVIL
ING. GEOTECNICA
ING. CONTROL DE CALIDAD

[Signature]
BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA
ING. CIVIL
ING. GEOTECNICA
ING. CONTROL DE CALIDAD

LABORATORIO DE ENSAYOS	
CONTROL	
ENSAYO	TEMPERATURA DE CONCRETO FRESCO
NORMA	(ASTM C 1064) / NTP 339.184
TESIS	"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"
TESISTA(S)	- BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA - BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA
FECHA DE ENSAYO	23-May-24
DOSIFICACION	Concreto encauchado +1% FAR
PORCENTAJE DE ADITIVO	1%
MODELO	TERMOMETRO TIPO LAPICERO



TEMPERATURA DE C°	
C-TEMPERATURA C° N°01	12.50
C-TEMPERATURA PROM.	12.50

OBSERVACIONES:

[Signature]
Ing. Dimas Macedo Cahuana
Técnico en Geotecnia
RUC: 20611258596

[Signature]
Ing. Jose Izardo Fernando Quiza Apaza
Técnico en Control de Calidad
RUC: 20252408

LABORATORIO DE ENSAYOS	
CONTROL	
ENSAYO	TEMPERATURA DE CONCRETO FRESCO
NORMA	(ASTM C 1064) / NTP 339.184
TESIS	"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"
TESISTA(S)	- BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA - BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA
FECHA DE ENSAYO	23-May-24
DOSIFICACION	Concreto encauchado +1.5% FAR
PORCENTAJE DE ADITIVO	1.5%
MODELO	TERMOMETRO TIPO LAPICERO



TEMPERATURA DE C°	
C-TEMPERATURA C° N°01	12.60
C-TEMPERATURA PROM.	12.60

OBSERVACIONES:

[Signature]
Ing. Dimas Macedo Cahuana
Ingeniero Civil
Ingeniero de Control de Calidad

[Signature]
Andrés Angel Loayza Puma
Ingeniero Civil y Control de Calidad
CIP N° 325260

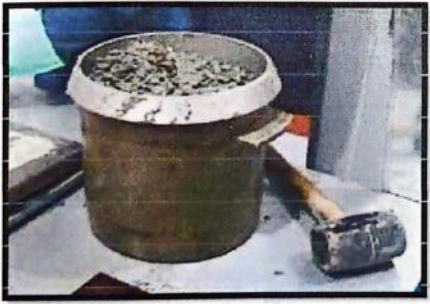
LABORATORIO DE ENSAYOS		
CONTROL		
ENSAYO	DENSIDAD DE CONCRETO FRESCO	
NORMA	(ASTM 1688) / NTP 339.230	
TESIS	"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"	
FECHA DE ENSAYO	23-May-24	
TESISTA(S)	- BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA - BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA	

DOSIFICACION	Concreto Estandar
PORCENTAJE DE ADITIVO	0%

PESO DEL MOLDE	2.468
PESO DE MOLDE+MUESTRAS	19.28302817
VOLUMEN DE MOLDE	0.00708804

PROCESO DEL ENSAYO	
CAPAS	Nº GOLPES
1	25
2	25
3	25

DENSIDAD DE C"	
C-DENSIDAD (Kg/m3) N°01	2372.31
C-DENSIDAD PROM.	2372.31



OBSERVACIONES:

[Signature]
Ing. Dimas Macedo Cahuana
Bach. en Ingeniería Civil
Especialidad en Geotecnia
Módulo de Maestría

[Signature]
Andrés Ángel Luque Pum.
Bach. en Ingeniería Civil
Especialidad en Control de Calidad
Módulo de Maestría

LABORATORIO DE ENSAYOS		
CONTROL		
ENSAYO	DENSIDAD DE CONCRETO FRESCO	
NORMA	(ASTM 1688) / NTP 339.230	
TESIS	"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"	
	TESISTA(S)	- BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA - BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA
FEHA DE ENSAYO	23-May-24	

DOSIFICACION	Concreto encauchado (patron)
PORCENTAJE DE ADITIVO	0% PATRON

PESO DEL MOLDE	2.468
PESO DE MOLDE+MUESTRAS	18.72966489
VOLUMEN DE MOLDE	0.00708804



PROCESO DEL ENSAYO	
CAPAS	Nº GOLPES
1	25
2	25
3	25

DENSIDAD DE C"	
C-DENSIDAD (Kg/m3) N°01	2294.24
C-DENSIDAD PROM.	2294.24

OBSERVACIONES:

[Signature]
TECN. JERARDO RAMIRO GARCIA
ISIC CONTROL DE CALIDAD

[Signature]
Andres Angel Luján Puma
Ego. Geomid y Control de Calidad
RIP N° 325280

LABORATORIO DE ENSAYOS		
CONTROL		
ENSAYO	DENSIDAD DE CONCRETO FRESCO	
NORMA	(ASTM 1688) / NTP 339.230	
TESIS	"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"	
	TESISTA(S)	- BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA - BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA
FECHA DE ENSAYO	23-May-24	

DOSIFICACION	Concreto encauchado +0.5% FAR
PORCENTAJE DE ADITIVO	0.5%

PESO DEL MOLDE	2.468
PESO DE MOLDE+MUESTRAS	18.7712008
VOLUMEN DE MOLDE	0.00708804



PROCESO DEL ENSAYO	
CAPAS	Nº GOLPES
1	25
2	25
3	25

DENSIDAD DE C"	
C-DENSIDAD (Kg/m3) N°01	2300.10
C-DENSIDAD PROM.	2300.10

OBSERVACIONES:

[Firma]
Ing. Dimas Macedo Cahuana
H. J. 11 de 11
S. 11
LABORIO GEOTECNICO
CONTROL DE CALIDAD

[Firma]
Andrés Angel Cuzco Puma
Ego. Geotecnia y Control de Calidad
RIP N° 325260

RUC: 20611258586

anyelo_454@hotmail.com

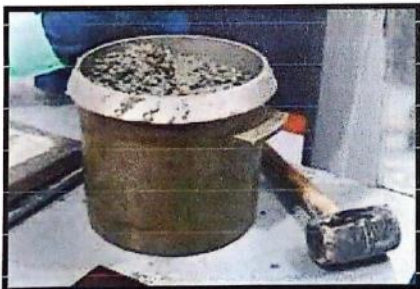
992429713

MZA, D Lt. 6 Urb. Tres de Agosto Puno
San Roman - Juliaca

LABORATORIO DE ENSAYOS		
CONTROL		
ENSAYO	DENSIDAD DE CONCRETO FRESCO	
NORMA	(ASTM 1688) / NTP 339.230	
TESIS	"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"	
	TESISTA(S)	- BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA - BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA
FEHA DE ENSAYO	23-May-24	

DOSIFICACION	Concreto encauchado +1% FAR
PORCENTAJE DE ADITIVO	1%

PESO DEL MOLDE	2.468
PESO DE MOLDE+MUESTRAS	18.83116562
VOLUMEN DE MOLDE	0.00708804



PROCESO DEL ENSAYO	
CAPAS	Nº GOLPES
1	25
2	25
3	25

DENSIDAD DE C*	
C-DENSIDAD (Kg/m3) N°01	2308.56
C-DENSIDAD PROM.	2308.56

OBSERVACIONES:

[Firma]
Gobernador: M. A. Velazquez
JULIACA
S. C. CONTROL DE CALIDAD

[Firma]
Andres Angel Luque Puma
Eso Geotecnia y Control de Calidad
CIP N° 325266

LABORATORIO DE ENSAYOS			
CONTROL			
ENSAYO	DENSIDAD DE CONCRETO FRESCO		
NORMA	(ASTM 1688) / NTP 339.230		
TESIS	"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"		
	TESISTA(S)	- BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA - BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA	
FEHA DE ENSAYO	23-May-24		

DOSIFICACION	Concreto encauchado +1.5% FAR
PORCENTAJE DE ADITIVO	1.5%

PESO DEL MOLDE	2.468
PESO DE MOLDE+MUESTRAS	18.84115976
VOLUMEN DE MOLDE	0.00708804



PROCESO DEL ENSAYO	
CAPAS	Nº GOLPES
1	25
2	25
3	25

DENSIDAD DE C*	
C-DENSIDAD (Kg/m³) N°01	2309.97
C-DENSIDAD PROM.	2309.97

OBSERVACIONES:

[Signature]
J. C. de J. Velasquez
TECN. JOYERÍA
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

[Signature]
Andres Angel Luque Puma
San. Geotécnico y Control de Calidad
CIP N° 325260

LABORATORIO DE ENSAYOS		
CONTROL		
ENSAYO	CONTENIDO DE AIRE (OLLA WASHINGTON)	
NORMA	ASTM C231, NTP-339.081, INTE 06-02-04	
TESIS	"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"	
	TESISTA(S)	- BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA - BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA
FEHA DE ENSAYO	23-May-24	

DOSIFICACION	Concreto Estandar
PORCENTAJE DE ADITIVO	0%



PROCESO DEL ENSAYO	
CAPAS	Nº GOLPES
1	25
2	25
3	25

CONTENIDO DE AIRE DEL C°	
C-AIRE (%) N°01	2.00
C-AIRE (%) N°02	2.20
C-AIRE (%) N°03	2.00
C-AIRE (%) PROM.	2.10

OBSERVACIONES:

[Signature]
Ing. Dimas Macedo Cahuana
Tecnico en Laboratorio
Geotecnia y Control de Calidad

[Signature]
Andres Angel Luque Pantoja
Tecnico en Laboratorio
Geotecnia y Control de Calidad
RIP N° 325200

RUC.: 20611258586

anyelo_454@hotmail.com

992429713

MZA. D Lt. 6 Urb. Tres de Agosto Puno
San Roman - Juliaca



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

CONCRETO Y MATERIALES - MECÁNICA DE SUELOS - CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - ESTUDIOS GEOTECNICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS		
CONTROL		
ENSAYO	CONTENIDO DE AIRE (OLLA WASHINGTON)	
NORMA	ASTM C231, NTP-339.081, INTE 06-02-04	
TESIS	"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"	
	TESISTA(S)	- BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA - BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA
FEHA DE ENSAYO	23-May-24	

DOSIFICACION	Concreto encauchado (patron)
PORCENTAJE DE ADITIVO	0%



PROCESO DEL ENSAYO	
CAPAS	N° GOLPES
1	25
2	25
3	25

CONTENIDO DE AIRE DEL C°	
C-AIRE (%) N°01	2.60
C-AIRE (%) N°02	2.50
C-AIRE (%) N°03	2.60
C-AIRE (%) PROM.	2.60

OBSERVACIONES:


M. F. Valesquez
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA
CIP N° 325268


Andres Angel Luque Pum
CIP N° 325268

RUC.: 20611258586

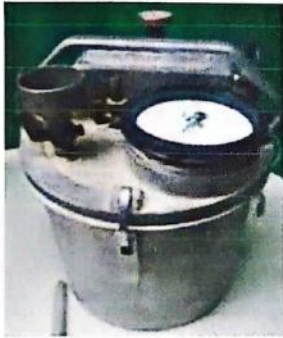
anyelo_454@hotmail.com

992429713

MZA, D.Lt. 6 Urb. Tres de Agosto Puno
San Roman - Juliaca

LABORATORIO DE ENSAYOS		
CONTROL		
ENSAYO	CONTENIDO DE AIRE (OLLA WASHINGTON)	
NORMA	ASTM C231, NTP-339.081, INTE 06-02-04	
TESIS	"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"	
	TESISTA(S)	- BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA - BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA
FECHA DE ENSAYO	23-May-24	

DOSIFICACION	Concreto encauchado +0.5% FAR
PORCENTAJE DE ADITIVO	0.5%



PROCESO DEL ENSAYO	
CAPAS	N° GOLPES
1	25
2	25
3	25

CONTENIDO DE AIRE DEL C°	
C-AIRE (%) N°01	2.60
C-AIRE (%) N°02	2.80
C-AIRE (%) N°03	2.60
C-AIRE (%) PROM.	2.70

OBSERVACIONES:

[Firma]
C. Ing. Geol. M. José Velásquez
TECNICO DE LA JUNTA GEOTECNICA
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

[Firma]
Andrés Angel Lucero Puma
Ing. Civil - Control de Calidad
RIP N° 328268

RUC.: 20611258586

anyelo_454@hotmail.com

992429713

MZA D Lt. 6 Urb. Tres de Agosto Puno
San Roman - Juliaca

LABORATORIO DE ENSAYOS		
CONTROL		
ENSAYO	CONTENIDO DE AIRE (OLLA WASHINGTON)	
NORMA	ASTM C231, NTP-339.081, INTE 06-02-04	
TESIS	"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"	
	TESISTA(S)	- BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA - BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA
FEHA DE ENSAYO	23-May-24	

DOSIFICACION	Concreto encauchado +1% FAR
PORCENTAJE DE ADITIVO	1%



PROCESO DEL ENSAYO	
CAPAS	Nº GOLPES
1	25
2	25
3	25

CONTENIDO DE AIRE DEL Cº	
C-AIRE (%) N°01	2.60
C-AIRE (%) N°02	2.70
C-AIRE (%) N°03	2.70
C-AIRE (%) PROM.	2.70

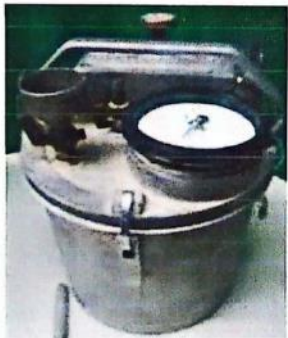
OBSERVACIONES:

[Signature]
Bach. Dimas Macedo Cahuana
Técnico en Laboratorio de Control de Calidad
SUELOS Y CONCRETO

[Signature]
Andrés Ángel Lugo Pantoja
Enero Geotécnica y Control de Calidad
RIP N° 325200

LABORATORIO DE ENSAYOS		
CONTROL		
ENSAYO	CONTENIDO DE AIRE (OLLA WASHINGTON)	
NORMA	ASTM C231, NTP-339.081, INTE 06-02-04	
TESIS	"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"	
	TESISTA(S)	- BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA - BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA
FECHA DE ENSAYO	23-May-24	

DOSIFICACION	Concreto encauchado +1.5% FAR
PORCENTAJE DE ADITIVO	1.5%



PROCESO DEL ENSAYO	
CAPAS	N° GOLPES
1	25
2	25
3	25

CONTENIDO DE AIRE DEL C°	
C-AIRE (%) N°01	3.00
C-AIRE (%) N°02	2.80
C-AIRE (%) N°03	2.90
C-AIRE (%) PROM.	2.90

OBSERVACIONES:

[Signature]
 M. Apaza Valesquez
 TECN. DE M. SUELOS
 CONTROL DE CALIDAD

[Signature]
 Andres Angel Lopez Puma
 Eso. Geotecnia y Control de Calidad
 PIP N° 325260

INFORME DE ENSAYO
PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN
NORMA LNE 12390-8

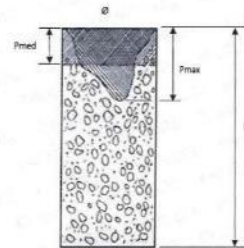
CODIGO DE INFORME
GCT-EPPA-018
Página 1 de 1

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"
UBICACIÓN: PUÑO - SAN ROMAN - JULIACA
SOLICITA: BACH. MACEDO CAHUANA DIMAS
BACH. QUIZA APAZA JOSELIZARDO FERNANDO

F. INGRESO: 2024-05-24
F. EMISIÓN: 2024-07-01

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Nº	ENSAYO		FECHA DEL ENSAYO		ALTURA H	DIAMETRO Ø	RESULTADOS		EVALUACIÓN DE LA PENETRACIÓN			
	ELEMENTO	CODIGO	INICIO	TERMINO	(cm)	(cm)	PROFUNDIDAD DE PENETRACION MEDIA	PROFUNDIDAD DE PENETRACION MÁXIMA	RESISTENCIA	EDAD	SUPERFICIE	TIEMPO DE PRUEBA
							(mm)	(mm)	210 Kg/cm ²	28 DIAS	RUGOSA	72 Horas
1	CONCRETO ESTANDAR	—	2024-05-25	2024-05-28	20.12	10.10	23.76	47.52				
2	CONCRETO ESTANDAR	—	2024-05-25	2024-05-28	20.09	10.12	22.86	45.71				
3	CONCRETO ESTANDAR	—	2024-05-25	2024-05-28	20.11	10.10	23.06	46.12				
4	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	—	2024-05-25	2024-05-28	20.16	10.14	31.12	62.23				
5	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	—	2024-05-25	2024-05-28	20.05	10.21	32.22	64.43				
6	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	—	2024-05-25	2024-05-28	20.08	10.07	31.39	62.78				
7	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	—	2024-05-25	2024-05-28	20.19	10.14	30.05	60.09				
8	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	—	2024-05-25	2024-05-28	19.98	10.24	31.97	63.93				
9	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	—	2024-05-28	2024-05-31	20.08	10.12	30.96	61.92				
10	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	—	2024-05-28	2024-05-31	20.19	10.17	30.71	61.42				
11	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	—	2024-05-28	2024-05-31	20.06	10.17	29.96	59.92				
12	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	—	2024-05-28	2024-05-31	20.06	10.09	29.21	58.42				
13	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	—	2024-05-28	2024-05-31	20.04	10.21	29.71	59.42				
14	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	—	2024-05-28	2024-05-31	20.07	10.15	29.38	58.75				
15	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	—	2024-05-28	2024-05-31	20.11	10.07	30.08	60.16				



OBSERVACIONES			
DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES:	NO	TAMAÑO DE PROBETAS:	10x20 cm.
1	Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.	FORMA:	CILINDRICA
2	El espesor del espécimen no será menor a 100 mm.	PRESIÓN:	500±50 Kpa / 72±2 horas
3	La probeta fue secada antes del ensayo a 50±5°C durante 24 horas.	AGUA:	DE RED
4	Las muestras fueron ensayadas en condiciones del laboratorio (humedad y temperatura).	TEMPERATURA AMBI:	23 °C
5	El diámetro y la altura se midió promedio en base a dos lecturas.	HUMEDAD AMBI:	36.0%
6	—	PESADO:	SI
7	—	TOLERANCIA DE PRESIÓN:	0 %

GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
Ing. Rodi Miranda Quintanilla
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com.pe

000169



ENSAYO ROTURA DE BRIQUETAS

TESIS : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"

SOLICITANTE : - BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA
BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA

FECHA : jueves, 30 de mayo de 2024

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA KN/cm ²	CARGA Kg	g	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	P.C	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%	PROMEDIO
1	CONCRETO ESTÁNDAR	110.273	11244.51	10.15	80.6	139.51	210	23/05/2024	30/05/2024	7	66.43%	66.12%
2	CONCRETO ESTÁNDAR	110.348	11252.17	10.05	79.33	141.84	210	23/05/2024	30/05/2024	7	67.64%	
3	CONCRETO ESTÁNDAR	104.339	10639.45	10.01	78.7	135.19	210	23/05/2024	30/05/2024	7	64.38%	
4	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	88.073	8980.79	10.17	81.23	110.56	210	23/05/2024	30/05/2024	7	62.65%	51.37%
5	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	85.017	8669.21	10.21	81.87	105.89	210	23/05/2024	30/05/2024	7	60.42%	
6	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	84.237	8585.67	10.10	80.12	107.21	210	23/05/2024	30/05/2024	7	61.06%	
7	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	100.653	10263.60	10.04	79.17	123.64	210	23/05/2024	30/05/2024	7	61.73%	60.33%
8	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	99.342	10029.87	10.24	82.35	123.01	210	23/05/2024	30/05/2024	7	68.58%	
9	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	101.488	10348.70	10.17	81.23	127.40	210	23/05/2024	30/05/2024	7	60.67%	
10	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	110.756	11293.79	10.11	80.28	140.68	210	23/05/2024	30/05/2024	7	66.99%	65.21%
11	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	102.416	10443.40	10.06	79.49	131.38	210	23/05/2024	30/05/2024	7	62.66%	
12	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	111.634	11383.30	10.22	82.03	138.77	210	23/05/2024	30/05/2024	7	66.08%	
13	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	111.208	11339.93	10.09	78.96	141.82	210	23/05/2024	30/05/2024	7	67.53%	68.85%
14	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	114.605	11686.24	10.16	81.07	144.15	210	23/05/2024	30/05/2024	7	68.64%	
15	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	116.825	11912.66	10.13	80.6	147.80	210	23/05/2024	30/05/2024	7	70.38%	


Bach. Dimas Macedo Cahuana
TECNICO EN
SUELOS Y GEOTECNIA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD


Andres Angel Quique Pum
Especialista en
Control de Calidad
CIP N° 325206

RUC.: 20611258586

anyelo_454@hotmail.com

992429713

MZA. D Lt. 6 Urb. Tres de Agosto Puno
San Roman- Juliaca

ENSAYO ROTURA DE BRIQUETAS

TESIS : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"

SOLICITANTE : - BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA
- BACH. JOSELUZARDO FERNANDO QUIZA APAZA

FECHA : jueves, 06 de junio de 2024

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	PC	FECHA	FECHA	EDAD	%	PROMEDIO
		KN/cm2	Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DÍAS		
1	CONCRETO ESTÁNDAR	154.482	15752.52	10.08	79.8	197.40	210	23/05/2024	06/06/2024	14	94.00%	91.66%
2	CONCRETO ESTÁNDAR	147.911	15082.50	10.12	80.44	187.50	210	23/05/2024	06/06/2024	14	89.28%	
3	CONCRETO ESTÁNDAR	148.900	15183.36	10.02	78.85	192.56	210	23/05/2024	06/06/2024	14	91.70%	
4	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	131.228	13381.35	10.06	79.49	168.34	210	23/05/2024	06/06/2024	14	80.16%	79.70%
5	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	133.753	13638.83	10.10	80.12	170.23	210	23/05/2024	06/06/2024	14	81.06%	
6	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	129.010	13155.16	10.12	80.44	163.54	210	23/05/2024	06/06/2024	14	77.88%	
7	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	148.878	15181.07	10.17	81.23	186.80	210	23/05/2024	06/06/2024	14	89.00%	88.70%
8	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	146.407	14929.11	10.05	79.53	188.19	210	23/05/2024	06/06/2024	14	89.61%	
9	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	144.641	14749.04	10.11	80.28	182.72	210	23/05/2024	06/06/2024	14	87.49%	
10	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	155.921	15899.25	10.09	79.96	198.64	210	23/05/2024	06/06/2024	14	94.69%	94.22%
11	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	155.078	15813.27	10.14	80.75	195.83	210	23/05/2024	06/06/2024	14	93.25%	
12	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	159.101	16223.56	10.19	81.55	198.94	210	23/05/2024	06/06/2024	14	94.73%	
13	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	160.182	16333.77	10.11	80.28	203.46	210	23/05/2024	06/06/2024	14	96.89%	96.03%
14	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	163.441	16666.06	10.09	79.96	208.43	210	23/05/2024	06/06/2024	14	99.26%	
15	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	149.034	15196.97	10.01	78.7	193.10	210	23/05/2024	06/06/2024	14	91.98%	

[Firma]
Ing. Dimas Macedo Cahuana
TECN. D. L. 12
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

[Firma]
Andrés Angel Lugo Poma
Eso. Guari y Control de Calidad
Cep. N° 325260

RUC.: 20611258586

anyelo_454@hotmail.com

992429713

MZA. D Lt. 6 Urb. Tres de Agosto Puno
San Roman - Juliaca



ENSAYO ROTURA DE BRIQUETAS

TESIS : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"

SOLICITANTE : BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA
BACH. JOSE LIZARDO FERNANDO CRUZA APAZA

FECHA : lunes, 20 de mayo de 2024

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CARGA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%	PROMEDIO
		KN/cm2	Kg		cm2	Kg/cm2						
1	CONCRETO ESTÁNDAR	167.362	17065.86	10.18	81.39	209.58	210	23/05/2024	20/06/2024	28	99.85%	101.70%
2	CONCRETO ESTÁNDAR	169.792	17313.72	10.05	79.49	217.81	210	23/05/2024	20/06/2024	28	103.72%	
3	CONCRETO ESTÁNDAR	166.543	16982.43	10.07	79.64	213.24	210	23/05/2024	20/06/2024	28	101.64%	
4	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	154.423	15746.48	10.22	82.03	193.96	210	23/05/2024	20/06/2024	28	91.41%	90.89%
5	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	154.727	15777.48	10.19	81.55	193.47	210	23/05/2024	20/06/2024	28	92.13%	
6	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	144.725	14757.57	10.02	78.85	187.16	210	23/05/2024	20/06/2024	28	89.12%	
7	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	163.034	16634.53	10.12	80.44	206.67	210	23/05/2024	20/06/2024	28	98.41%	98.23%
8	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	165.610	16887.25	10.14	80.75	209.13	210	23/05/2024	20/06/2024	28	99.69%	
9	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	159.883	16309.26	10.11	80.28	203.08	210	23/05/2024	20/06/2024	28	96.70%	
10	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	171.714	17509.65	10.07	79.64	219.86	210	23/05/2024	20/06/2024	28	104.70%	104.72%
11	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	172.938	17634.47	10.13	80.6	218.79	210	23/05/2024	20/06/2024	28	104.19%	
12	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	172.018	17540.66	10.05	79.33	221.11	210	23/05/2024	20/06/2024	28	106.29%	
13	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	174.624	17807.45	10.01	78.7	226.27	210	23/05/2024	20/06/2024	28	107.75%	106.60%
14	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	182.495	18608.98	10.17	81.23	229.09	210	23/05/2024	20/06/2024	28	109.09%	
15	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	170.899	17426.53	10.13	80.6	216.21	210	23/05/2024	20/06/2024	28	102.98%	

Dimas Macedo Cahuana
BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA
ROL DE MAJDA

Andres Angel Luyne Pum
Edu. Geotecnico Control de Calidad
R.T.P. N° 325266



RUC.: 20611258586



anyelo_454@hotmail.com



992429713



MZA. D Lt. 6 Urb. Tres de Agosto Puno
San Roman - Juliaca



**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
(ENSAYO BRASILEÑO)**

NTP 339.084 / ASTM C 496

TESIS : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"

SOLICITANTES : - BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA
- BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA

FECHA : Jueves, 30 de Mayo de 2024

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	GARGA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA σ _t	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA σ _t	FECHA	FECHA	EDAD	PROMEDIO
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm ²	N/mm ²	VACIADO	ROTURA	DÍAS	
1	CONCRETO ESTÁNDAR	10.02	20.05	5597.2	17.74	1.74	23/05/2024	30/05/2024	7	17.16
2	CONCRETO ESTÁNDAR	10.02	20.01	5221.2	16.58	1.63	23/05/2024	30/05/2024	7	
3	CONCRETO ESTÁNDAR	10.10	20.20	5495.3	17.15	1.68	23/05/2024	30/05/2024	7	
4	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	10.00	20.40	5278.1	16.47	1.62	23/05/2024	30/05/2024	7	15.98
5	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	10.03	20.04	4887.2	15.48	1.52	23/05/2024	30/05/2024	7	
6	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	10.20	20.30	5198.1	15.98	1.57	23/05/2024	30/05/2024	7	
7	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	10.60	20.10	6498.6	19.42	1.90	23/05/2024	30/05/2024	7	18.87
8	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	10.10	20.12	5765.1	18.06	1.77	23/05/2024	30/05/2024	7	
9	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	10.30	20.20	6252.7	19.13	1.88	23/05/2024	30/05/2024	7	
10	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	10.60	20.10	6778.5	20.25	1.99	23/05/2024	30/05/2024	7	19.91
11	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	10.10	20.12	6181.6	19.37	1.90	23/05/2024	30/05/2024	7	
12	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	10.30	20.20	6570.1	20.10	1.97	23/05/2024	30/05/2024	7	
13	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	10.40	20.11	6764.2	20.59	2.02	23/05/2024	30/05/2024	7	20.04
14	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	10.20	20.13	6568.9	20.37	2.00	23/05/2024	30/05/2024	7	
15	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	10.35	20.10	6260.2	19.16	1.88	23/05/2024	30/05/2024	7	

[Firma]
M. Tania Velazquez
INGENIERO GEOTECNICO
ROL DE MAJDA

[Firma]
Andres Angel Roque Puma
Eso Geotecnia y Control de Calidad
CIP N° 325268

RUC: 20611258586

anyelo_454@hotmail.com

992429713

MZA. D Lt. 6 Urb. Tres de Agosto Puno
San Roman - Juliaca



**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
(ENSAYO BRASILEÑO)**

NTP 339.084 / ASTM C 496

TESIS : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA."
2024

SOLICITANTES : - BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA
- BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA

FECHA : jueves, 6 de Junio de 2024

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA σ _t	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA σ _t	FECHA	FECHA	EDAD	PROMEDIO
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm ²	N/mm ²	VACIADO	ROTURA	DÍAS	
1	CONCRETO ESTÁNDAR	10.02	20.05	6730.2	21.33	2.09	23/05/2024	06/06/2024	14	20.85
2	CONCRETO ESTÁNDAR	10.02	20.01	6657.3	21.14	2.07	23/05/2024	06/06/2024	14	
3	CONCRETO ESTÁNDAR	10.10	20.20	6438.2	20.09	1.97	23/05/2024	06/06/2024	14	
4	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	10.00	20.40	6426.9	20.06	1.97	23/05/2024	06/06/2024	14	19.49
5	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	10.03	20.04	5827.5	18.46	1.81	23/05/2024	06/06/2024	14	
6	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	10.20	20.30	6492.7	19.96	1.96	23/05/2024	06/06/2024	14	
7	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	10.60	20.10	7375.9	22.04	2.16	23/05/2024	06/06/2024	14	21.47
8	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	10.10	20.12	6523.9	20.44	2.00	23/05/2024	06/06/2024	14	
9	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	10.30	20.20	7170.2	21.94	2.15	23/05/2024	06/06/2024	14	
10	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	10.60	20.10	7756.6	23.18	2.27	23/05/2024	06/06/2024	14	22.68
11	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	10.10	20.12	7135.1	22.35	2.19	23/05/2024	06/06/2024	14	
12	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	10.30	20.20	7358.6	22.52	2.21	23/05/2024	06/06/2024	14	
13	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	10.40	20.11	7395.37	22.51	2.21	23/05/2024	06/06/2024	14	23.58
14	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	10.20	20.13	7604.8	23.58	2.31	23/05/2024	06/06/2024	14	
15	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	10.35	20.10	8054.1	24.65	2.42	23/05/2024	06/06/2024	14	

José Luis Velásquez
LABORATORIO GEOTECNICO
PUNO

Andres Angel Luque Puma
Ene. Geotecnica y Control de Calidad
CIP N° 325268

RUC: 20611258586

anyelo_454@hotmail.com

992429713

MZA. D Lt. 6 Urb. Tres de Agosto Puno
San Roman - Juliaca



**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
(ENSAYO BRASILEÑO)**
NTP 339.084 / ASTM C 496

TESIS : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"

SOLICITANTES : - BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA
: - BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA

FECHA : jueves, 20 de junio de 2024

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA Ø1	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA Ø1	FECHA	FECHA	EDAD	PROMEDIO
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm ²	N/mm ²	VACIADO	ROTURA	DÍAS	
1	CONCRETO ESTÁNDAR	10.02	20.10	7071.5	22.35	2.19	23/05/2024	20/06/2024	28	21.41
2	CONCRETO ESTÁNDAR	10.60	20.15	6998.4	20.86	2.05	23/05/2024	20/06/2024	28	
3	CONCRETO ESTÁNDAR	10.20	20.12	6779.7	21.03	2.06	23/05/2024	20/06/2024	28	
4	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	10.20	20.30	6767.8	20.81	2.04	23/05/2024	20/06/2024	28	20.64
5	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	10.00	20.05	6168.5	19.59	1.92	23/05/2024	20/06/2024	28	
6	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	10.00	20.20	6833.9	21.54	2.11	23/05/2024	20/06/2024	28	
7	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	10.40	20.20	7716.8	23.36	2.29	23/05/2024	20/06/2024	28	22.66
8	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	10.20	20.10	6864.7	21.32	2.09	23/05/2024	20/06/2024	28	
9	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	10.20	20.15	7511.4	23.27	2.28	23/05/2024	20/06/2024	28	
10	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	10.30	20.18	8097.7	24.80	2.43	23/05/2024	20/06/2024	28	24.01
11	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	10.20	20.17	7476.4	23.13	2.27	23/05/2024	20/06/2024	28	
12	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	10.10	20.15	7699.6	24.09	2.36	23/05/2024	20/06/2024	28	
13	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	10.30	20.20	7735.7	23.67	2.32	23/05/2024	20/06/2024	28	24.62
14	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	10.40	20.10	7945.6	24.20	2.37	23/05/2024	20/06/2024	28	
15	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	10.20	20.15	8395.2	26.00	2.55	23/05/2024	20/06/2024	28	

[Signature]
Dimas Macedo Cahuana
BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA
ROL DE MUESTRA

[Signature]
Andrés Ángel Luque Pumahuasi
Andrés Ángel Luque Pumahuasi
ROL DE MUESTRA

RUC: 20611258586

anyelo_454@hotmail.com

992429713

MZA. D Lt. 6 Urb. Tres de Agosto Puno
San Roman - Juliaca

RESISTENCIA A LA FLEXION

TESIS : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024"
SOLICITANTE : - BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA
FECHA : - BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA
Jueves, 30 de Mayo de 2024

N°	DESCRIPCION	FECHA DE		EDAD	DIAMETRO (cm)								PERALTE (cm)				PROMEDIO	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA A FLEXION	PROMEDIO
		MOLDEO	ROTURA	EN DIAS	b1	b2	b3	b4	h1	h2	h3	h4	b (cm)	h (cm)		(Mr)	kg/cm2			
1	CONCRETO ESTÁNDAR	23/05/2024	30/05/2024	7	9.90	9.70	9.50	9.60	9.60	9.70	9.70	9.60	9.68	9.65	397.1291	22.48				
2	CONCRETO ESTÁNDAR	23/05/2024	30/05/2024	7	10.00	9.80	9.90	9.85	9.68	9.78	9.70	9.50	9.84	9.67	427.2183	23.71		23.08		
3	CONCRETO ESTÁNDAR	23/05/2024	30/05/2024	7	9.60	9.50	9.70	9.50	9.50	9.60	9.60	9.70	9.58	9.60	398.9977	23.06				
4	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	23/05/2024	30/05/2024	7	9.71	9.70	9.70	9.60	9.50	9.60	9.70	9.60	9.68	9.60	340.1379	19.45				
5	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	23/05/2024	30/05/2024	7	9.60	9.70	9.60	9.70	9.60	9.70	9.60	9.70	9.65	9.65	354.6954	20.13		19.76		
6	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	23/05/2024	30/05/2024	7	9.70	9.60	9.50	9.60	9.70	9.60	9.70	9.70	9.60	9.68	346.9355	19.69				
7	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	23/05/2024	30/05/2024	7	9.60	9.60	9.60	9.50	9.70	9.70	9.60	9.60	9.58	9.65	414.5289	23.71				
8	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	23/05/2024	30/05/2024	7	9.82	9.70	9.70	9.60	9.60	9.60	9.70	9.70	9.71	9.65	444.9659	25.11		24.36		
9	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	23/05/2024	30/05/2024	7	9.70	9.50	9.60	9.70	9.60	9.70	9.60	9.60	9.63	9.63	423.9784	24.25				
10	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	23/05/2024	30/05/2024	7	9.60	9.60	9.50	9.70	9.70	9.60	9.80	9.70	9.60	9.70	444.3705	25.09				
11	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	23/05/2024	30/05/2024	7	9.70	9.70	9.60	9.60	9.60	9.60	9.70	9.70	9.65	9.68	464.9309	26.25		25.64		
12	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	23/05/2024	30/05/2024	7	9.80	9.70	9.70	9.60	9.70	9.60	9.60	9.60	9.70	9.63	450.7165	25.58				
13	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	23/05/2024	30/05/2024	7	9.60	9.60	9.50	9.70	9.70	9.60	9.80	9.70	9.60	9.70	488.8252	27.60				
14	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	23/05/2024	30/05/2024	7	9.75	9.70	9.60	9.60	9.60	9.70	9.70	9.70	9.65	9.68	508.8055	28.69		28.21		
15	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	23/05/2024	30/05/2024	7	9.80	9.70	9.70	9.60	9.70	9.60	9.70	9.60	9.60	9.70	9.63	499.3475	28.34			

[Firma]
Ing. Dimas Macedo Cahuana
Técnico en Pruebas de Laboratorio
Soc. ASAC TICALA

[Firma]
Ing. Angel Lucio Quiza
Técnico en Pruebas de Laboratorio
Soc. ASAC TICALA

RESISTENCIA A LA FLEXION

TESIS : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA - 2024"
SOLICITANTE : - BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA
FECHA : - BACH. JOSELIZARDO FERNANDO QUIZA APAZA
: jueves, 6 de Junio de 2024

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE		EDAD EN DIAS	DIAMETRO (cm)				PERALTE (cm)				PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm2	PROMEDIO		
		MOLDEO	ROTURA		b1	b2	b3	b4	h1	h2	h3	h4	b (cm)	h (cm)					
1	CONCRETO ESTÁNDAR	23/05/2024	06/06/2024	14	9.90	9.70	9.50	9.60	9.60	9.70	9.70	9.70	9.60	9.68	9.65	511.9574	28.98	28.52	
2	CONCRETO ESTÁNDAR	23/05/2024	06/06/2024	14	10.00	9.80	9.80	9.60	9.60	9.70	9.70	9.70	9.60	9.83	9.65	510.566	28.46		
3	CONCRETO ESTÁNDAR	23/05/2024	06/06/2024	14	9.60	9.50	9.70	9.50	9.50	9.60	9.60	9.70	9.58	9.60	486.5488	28.12			
4	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	23/05/2024	06/06/2024	14	9.70	9.70	9.70	9.60	9.50	9.60	9.70	9.60	9.68	9.60	414.0044	23.68		24.22	
5	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	23/05/2024	06/06/2024	14	9.60	9.70	9.60	9.70	9.60	9.70	9.60	9.70	9.65	9.65	433.6341	24.61			
6	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	23/05/2024	06/06/2024	14	9.70	9.60	9.50	9.60	9.70	9.60	9.70	9.70	9.60	9.68	429.3965	24.37			
7	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	23/05/2024	06/06/2024	14	9.60	9.60	9.60	9.50	9.70	9.70	9.60	9.60	9.58	9.65	477.8184	27.33		27.88	
8	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	23/05/2024	06/06/2024	14	9.80	9.70	9.70	9.60	9.60	9.60	9.70	9.70	9.70	9.65	509.738	28.78			
9	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	23/05/2024	06/06/2024	14	9.70	9.50	9.60	9.70	9.60	9.70	9.60	9.60	9.63	9.63	481.4996	27.54			
10	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	23/05/2024	06/06/2024	14	9.60	9.60	9.50	9.70	9.70	9.60	9.60	9.80	9.70	9.60	9.70	527.9667	29.81		30.37
11	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	23/05/2024	06/06/2024	14	9.70	9.70	9.60	9.60	9.60	9.70	9.70	9.70	9.70	9.65	547.1129	30.89			
12	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	23/05/2024	06/06/2024	14	9.80	9.70	9.70	9.60	9.70	9.60	9.60	9.60	9.60	9.70	9.63	535.8207	30.41		
13	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	23/05/2024	06/06/2024	14	9.60	9.60	9.60	9.50	9.70	9.70	9.60	9.80	9.70	9.60	9.70	546.0319	30.83		31.71
14	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	23/05/2024	06/06/2024	14	9.70	9.70	9.60	9.60	9.60	9.70	9.70	9.70	9.70	9.65	577.2228	32.59			
15	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	23/05/2024	06/06/2024	14	9.80	9.70	9.70	9.60	9.70	9.60	9.60	9.60	9.60	9.70	9.63	558.7265	31.71		

[Firma]
Ing. Dimas Macedo Cahuana
Técnico de Laboratorio
SOLUCIONES GEOTÉCNICAS
R.P. N° 325268

[Firma]
Ing. Andres Angel Laguna Poma
Especialista en Control de Calidad
R.P. N° 325268

RESISTENCIA A LA FLEXION

TESIS : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENCAUCHADO EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024"

SOLICITANTE : BACH. DIMAS MACEDO CAHUANA

FECHA : Jueves, 20 de junio de 2024

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE		EDAD EN DIAS	DIAMETRO (cm)				PERALTE (cm)				PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Nf)	PROMEDIO		
		MOLDEO	ROTURA		b1	b2	b3	b4	h1	h2	h3	h4	b (cm)	h (cm)					
1	CONCRETO ESTÁNDAR	23/05/2024	20/06/2024	28	9.90	9.70	9.50	9.60	9.60	9.60	9.70	9.70	9.60	9.68	9.65	616.009446	34.87	34.52	
2	CONCRETO ESTÁNDAR	23/05/2024	20/06/2024	28	10.00	9.80	9.60	9.60	9.60	9.60	9.70	9.70	9.60	9.63	9.65	619.101661	34.51		
3	CONCRETO ESTÁNDAR	23/05/2024	20/06/2024	28	9.60	9.50	9.70	9.50	9.50	9.50	9.60	9.60	9.70	9.58	9.60	591.229444	34.17		
4	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	23/05/2024	20/06/2024	28	9.70	9.70	9.70	9.60	9.50	9.60	9.50	9.60	9.70	9.60	9.68	9.60	519.603501	29.72	30.09
5	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	23/05/2024	20/06/2024	28	9.60	9.70	9.60	9.70	9.60	9.70	9.60	9.70	9.60	9.70	9.65	9.65	538.82687	30.58	
6	CONCRETO ENCAUCHADO (PATRON)	23/05/2024	20/06/2024	28	9.70	9.60	9.50	9.60	9.70	9.60	9.70	9.60	9.70	9.60	9.68	527.891675	29.96		
7	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	23/05/2024	20/06/2024	28	9.60	9.60	9.60	9.50	9.70	9.70	9.70	9.60	9.60	9.58	9.65	584.99098	33.46	33.88	
8	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	23/05/2024	20/06/2024	28	9.80	9.70	9.70	9.70	9.60	9.60	9.60	9.70	9.70	9.70	9.65	613.350433	34.83		
9	CONCRETO ENCAUCHADO + 0.5% FAR	23/05/2024	20/06/2024	28	9.70	9.50	9.60	9.70	9.60	9.70	9.60	9.70	9.60	9.60	9.63	9.63	586.401533		33.54
10	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	23/05/2024	20/06/2024	28	9.60	9.60	9.50	9.70	9.70	9.60	9.60	9.60	9.70	9.60	9.70	635.649901	35.89	36.44	
11	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	23/05/2024	20/06/2024	28	9.70	9.70	9.60	9.60	9.60	9.60	9.70	9.70	9.70	9.65	9.68	653.737096	36.91		
12	CONCRETO ENCAUCHADO + 1% FAR	23/05/2024	20/06/2024	28	9.80	9.70	9.70	9.60	9.70	9.60	9.70	9.60	9.60	9.70	9.63	643.301949	36.51		
13	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	23/05/2024	20/06/2024	28	9.60	9.60	9.50	9.70	9.70	9.60	9.60	9.60	9.60	9.70	9.60	9.70	654.954955	36.98	37.85
14	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	23/05/2024	20/06/2024	28	9.70	9.70	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.70	9.70	9.65	9.68	687.566353	38.82		
15	CONCRETO ENCAUCHADO + 1.5% FAR	23/05/2024	20/06/2024	28	9.80	9.70	9.70	9.60	9.70	9.60	9.60	9.60	9.60	9.70	9.63	665.326604	37.76		

[Firma]
ING. JUAN MANUEL VILLALBA
SUELOS Y GEOTECNIA
S.R.L. JULIACA

[Firma]
ING. ANGELO MACEDO CAHUANA
SUELOS Y GEOTECNIA
S.R.L. JULIACA



RUC.: 20611258586



anyelo_454@hotmail.com



992429713



MZA. D Lt. 6 Urb. Tres de Agosto Puno
San Roman- Juliaca

ANEXO 9: Certificados de calibración



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-1257-2023

Página 1 de 2

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2023/11/28
Solicitante	GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
Dirección	AV. CIRCUNVALACION NORTE NRO. 1728 (FRENTE AL EX OVALO SALIDA AL CUSCO) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	VERNIER
Identificación	NO INDICA
Marca	INSIZE
Modelo	1108-300W
Serie	2806171771
Sistema	DIGITAL
Medida	300 mm x 0,01 mm
Procedencia	ESTADOS UNIDOS
Ubicación	Laboratorio de suelos
Lugar de calibración	Laboratorio de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
Fecha de calibración	2023/11/28
Método/Procedimiento de calibración	La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PN-032: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI, 5ta Ed.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueden ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-1257-2023

Página 2 de 2

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	BLOQUES PATRÓN GRADO 0	LLA - C - 107 - 2023

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 21 °C Final: 21 °C
Humedad Relativa Inicial: 45 %hr Final: 45 %hr

Resultados

TABLA N° 01

VERIFICACIÓN

Bloque Patrón	Indicación Promedio del Pie de Rey (mm)			Máximo error encontrado (± mm)	Máximo error permitido (± mm)
	Punto I	Punto II	Punto III		
10,00	10,16	10,06	10,06	-0,09	0,05
20,00	20,31	20,26	20,21	-0,26	0,05
50,00	50,11	50,23	50,09	-0,11	0,05
100,00	100,09	100,12	100,06	-0,09	0,05
150,00	150,02	150,10	150,04	-0,05	0,05
200,00	200,21	200,17	200,06	-0,15	0,05

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN 0,0488mm



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

Fin de documento

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP
Ing. Hugo Luis Arávalo Carnica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMI-052-2023

Página 1 de 5

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/11/20

Solicitante GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L

Dirección AV. CIRCUNVALACION NORTE NRO. 1728 (FRENTE AL EX OVALO SALIDA AL CUSCO) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición HORNO DE LABORATORIO

Identificación NO INDICA

Marca ARSOU

Modelo STHX-2A

Serie 200804

Resolución 0.1 °C

Cámara 136 Litros

Ventilación NATURAL

Pirómetro DIGITAL

Modelo NO INDICA

Procedencia CHINA

Ubicación Laboratorio de suelos, concreto y asfalto.

Lugar de calibración Laboratorio de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L

Fecha de calibración 2023/11/20

Método/Procedimiento de calibración
- SNHT - FC-018 2da Ed. 2009 - Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL
- ASTM D 2216, MTC E 108 - Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a recomendaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Ascarillo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMI-052-2023

Página 2 de 5

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CADENT S.A.C.	Termómetro con 12 sondas TIPO K	0478-LT-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 20 °C Final: 20 °C
Humedad Relativa Inicial: 45 %hr Final: 45 %hr

Resultados

		TEMPERATURA													
Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C												T° Prom °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
00:00	180	178,0	176,0	182,0	177,0	179,0	183,0	180,0	182,0	184,0	172,0	179,6	179,6	8,0	
00:02	180	182,0	182,0	177,0	183,0	182,0	182,0	182,0	176,0	178,0	184,0	180,8	180,8	8,0	
00:04	180	180,0	181,0	181,0	184,0	182,0	184,0	180,0	180,0	180,0	177,0	180,9	180,9	8,0	
00:06	180	180,0	178,0	179,0	181,0	180,0	182,0	184,0	178,0	182,0	177,0	179,2	179,2	8,0	
00:08	180	184,0	177,0	180,0	182,0	179,0	177,0	181,0	180,0	179,0	180,0	179,4	179,4	7,0	
00:10	180	177,0	180,0	179,0	183,0	176,0	176,0	182,0	179,0	177,0	176,0	178,1	178,1	7,0	
00:12	180	184,0	178,0	176,0	177,0	179,0	176,0	178,0	184,0	182,0	183,0	179,8	179,8	8,0	
00:14	180	178,0	180,0	181,0	177,0	182,0	183,0	177,0	182,0	182,0	182,0	180,2	180,2	5,0	
00:16	180	184,0	181,0	181,0	179,0	179,0	177,0	182,0	183,0	182,0	183,0	180,7	180,7	6,0	
00:18	180	180,0	177,0	178,0	184,0	183,0	177,0	183,0	184,0	182,0	176,0	180,0	180,0	8,0	
00:20	180	181,0	179,0	177,0	182,0	184,0	183,0	181,0	180,0	179,0	180,0	180,2	180,2	8,0	
00:22	180	184,0	184,0	184,0	180,0	179,0	183,0	182,0	184,0	182,0	180,0	182,3	182,3	5,0	
00:24	180	183,0	183,0	183,0	177,0	178,0	178,0	182,0	184,0	180,0	178,0	180,1	180,1	6,0	
00:26	180	178,0	183,0	179,0	183,0	176,0	176,0	177,0	176,0	180,0	180,0	178,4	178,4	7,0	
00:28	180	181,0	176,0	184,0	181,0	181,0	182,0	184,0	177,0	177,0	179,0	179,9	179,9	8,0	
00:30	180	184,0	184,0	182,0	178,0	178,0	179,0	176,0	182,0	177,0	180,0	179,6	179,6	8,0	
00:32	180	180,0	182,0	178,0	182,0	180,0	181,0	181,0	179,0	178,0	183,0	180,0	180,0	7,0	
00:34	180	184,0	182,0	178,0	180,0	180,0	179,0	183,0	179,0	176,0	183,0	180,0	180,0	8,0	
00:36	180	181,0	183,0	180,0	182,0	177,0	184,0	180,0	183,0	182,0	176,0	181,0	181,0	8,0	
00:38	180	181,0	183,0	177,0	176,0	180,0	182,0	181,0	183,0	176,0	183,0	180,2	180,2	7,0	
00:40	180	184,0	184,0	182,0	182,0	179,0	180,0	180,0	182,0	183,0	182,0	181,1	181,1	5,0	
00:42	180	180,0	184,0	179,0	177,0	177,0	179,0	182,0	183,0	184,0	179,0	180,1	180,1	7,0	
00:44	180	178,0	176,0	176,0	179,0	176,0	181,0	182,0	182,0	184,0	176,0	179,0	179,0	8,0	
00:46	180	178,0	182,0	178,0	182,0	181,0	184,0	183,0	177,0	179,0	183,0	180,8	180,8	7,0	
00:48	180	177,0	176,0	177,0	183,0	179,0	179,0	179,0	177,0	182,0	183,0	179,2	179,2	7,0	
00:50	180	184,0	178,0	176,0	184,0	177,0	179,0	176,0	178,0	183,0	184,0	179,9	179,9	8,0	
T. PROM	180	180,6	180,0	179,1	180,3	179,1	180,0	180,7	180,2	180,2	180,1	180,0	180,0		
MAX	180	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0		
MIN	180	176,0	176,0	176,0	176,0	176,0	176,0	176,0	176,0	176,0	176,0	176,0	176,0		

Notas:

- 1. Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo
- 2. Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo
- 3. T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total
- 4. T. M La Maxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total
- 5. T. N La Minima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Hugo Luis Arevalo Carnic
METROLOGIA

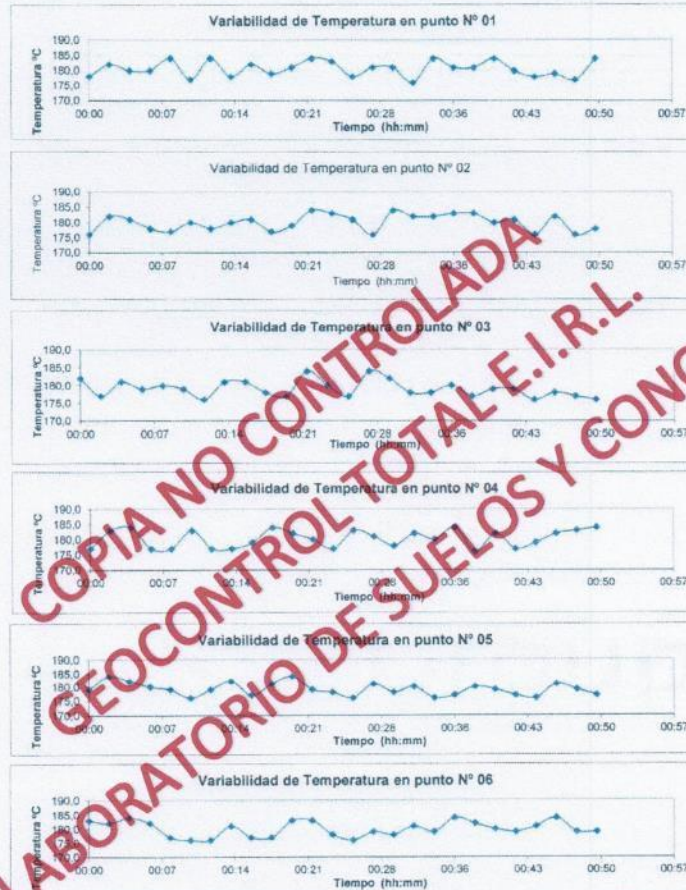


Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMI-052-2023

Página 3 de 5

GRÁFICO



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



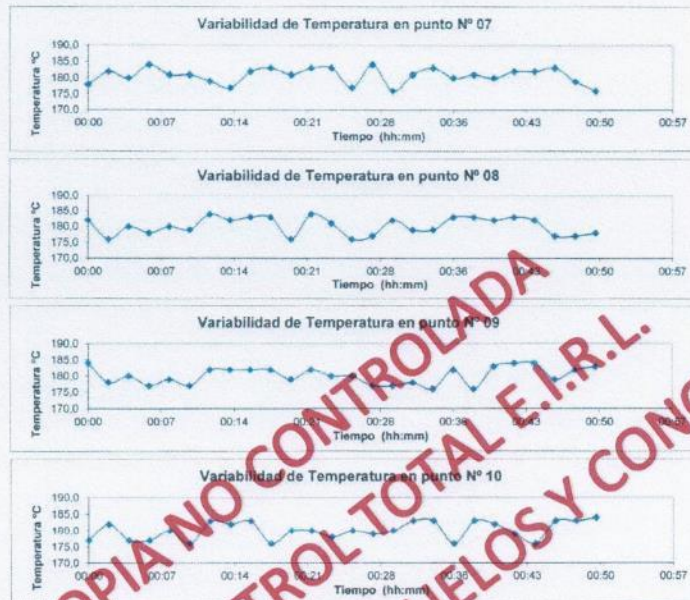
ARSOU GROUP S.A.C.
Hugo Luis Arevalo Carrillo
Ingeniero de Civil



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMI-052-2023

Página 4 de 5



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR



NIVEL INFERIOR



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

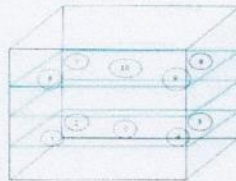


Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMI-052-2023

Página 5 de 5

GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

IMAGEN



Observaciones:

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

Fin de documento

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-269-2023

Página 1 de 3

Fecha de emisión 2023/11/20
Solicitante GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
Dirección AV. CIRCUNVALACION NORTE NRO. 1728 (FRENTE AL EX OVALO SALIDA AL CUSCO) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición **BALANZA**
Identificación NO INDICA
Intervalo de indicación 6000g
División de escala 0,1 g
Resolución
División de verificación (e) 0,1 g
Tipo de indicación Digital
Marca / Fabricante OHAUS
Modelo SE6001F
N° de serie BB 5913851
Procedencia ESTADOS UNIDOS
Ubicación Laboratorio de suelos
Lugar de calibración Laboratorio de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
Fecha de calibración 2023/11/20
Método/Procedimiento de calibración
"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrología Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 002-2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a las regulaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los resultados que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Los Arévalo Carnica
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mir C. Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301 1660 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-269-2023

Página 2 de 3

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1045-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1044-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1046-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1047-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1048-MPES-C-2023

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 17 °C Final: 18 °C

Humedad Relativa Inicial: 40 %hr Final: 40 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 3000 g			Carga L1= 6000 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	3000,0	0,04	-0,09	6000,1	0,05	-0,1
2	3000,0	0,03	-0,1	6000,1	0,07	-0,03
3	3000,0	0,03	-0,05	6000,1	0,05	-0,07
4	3000,1	0,04	-0,09	6000,1	0,03	-0,1
5	3000,1	0,05	-0,04	6000,0	0,06	-0,1
6	3000,1	0,08	-0,04	6000,0	0,07	-0,1
7	3000,0	0,07	-0,09	6000,0	0,05	-0,12
8	3000,0	0,05	-0,05	6000,0	0,05	-0,1
9	3000,0	0,04	-0,05	6000,0	0,05	-0,11
10	3000,0	0,05	-0,1	6000,0	0,04	-0,1
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)			Error Máximo Permitido (g)		
3000	0			1		
6000	0			2		



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mr C Lotz 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301 1080 / Cel: +51 928 196 799 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-269-2023

Página 3 de 3

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E_0				Determinación de E_0				
	Carga Min ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E_0 (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)
1	20	20	0,04	-0,03	1000	1000	0,06	-0,01	0,01
2		20	0,06	-0,01		1000	0,04	-0,01	0,02
3		20	0,04	0,03		1000	0,05	-0,02	-0,02
4		20	0,03	0,01		1000	0,03	0,01	-0,04
5		20	0,05	-0,02		1000	0,04	0,03	0,02

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)	
0,5	0,5	0,05	-0,01	0,02	0,5	0,06	0,01	0,01	1
1,0	1,0	0,06	0,03	0,02	1,0	0,05	-0,04	-0,04	1
5,0	5,0	0,04	-0,02	0,02	5,0	0,05	-0,04	-0,04	1
10,0	10,0	0,03	0	0,04	10,0	0,05	-0,04	-0,03	1
100,0	100,0	0,05	0,01	0,01	100,1	0,05	-0,01	0,02	1
500,0	500,1	0,04	0,07	0,02	500,0	0,04	-0,01	0,01	1
1000,0	1001,0	0,01	0,08	0,02	1000,0	0,03	0,03	0,01	1
2000,0	2002,0	0,05	0,08	0,03	2000,1	0,05	-0,02	-0,07	2
3000,0	3004,0	0,02	0,09	0,02	3000,0	0,01	0,04	-0,05	2
5000,0	5006,0	0,09	0,09	0,04	5000,0	0,05	-0,11	-0,04	2
6000,0	6000,0	0,08	0,05	0,05	6000,0	0,04	-0,12	-0,13	2

Leyenda

I: Indicación de la balanza

ΔL : Carga Incrementada

E: Error encontrado

E_0 : Error en cero

E_c : Error corregido

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida $U_{95} = 2 \cdot \sqrt{0,00177 \text{ g}^2 + 0,000000078005 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida $R_{\text{corregida}} = R + 6,605875868 \text{ R}$

R: Indicación de lectura de balanza (g)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud 0,1 según la Norma Metroológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

Fin de documento

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 303 1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Luis Arriola Carrizosa
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-267-2023

Página 1 de 3

Fecha de emisión 2023/11/20

Solicitante GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L

Dirección AV. CIRCUNVALACION NORTE NRO. 1728 (FRENTE AL EX OVALO SALIDA AL CUSCO) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación NO INDICA

Intervalo de indicación 30000 g

División de escala 1 g

Resolución

División de verificación (e) 1 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo R31P30

N° de serie 883600482

Procedencia ESTADOS UNIDOS

Ubicación Laboratorio de Suelos

Lugar de calibración Laboratorio de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L

Fecha de calibración 2023/11/20

Método/Procedimiento de calibración
"Procedimiento para la calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase II y III" (PC-001) del S.M. NDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metroológica Peruana Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus Instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición de acuerdo a las regulaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los juicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Cárnic
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301 1680 / Cel: +51 928 196 792 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-267-2023

Página 2 de 3

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1045-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1044-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1046-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1047-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1048-MPES-C-2023

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 18 °C Final: 17 °C
Humedad Relativa Inicial: 39 %hr Final: 39 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	15000	0,002	-0,001	30001	0,007	-0,004
2	15000	0,002	-0,004	30001	0,003	-0,006
3	15000	0,003	0,005	30000	0,004	-0,004
4	15000	0,001	0,001	30000	0,001	-0,009
5	15000	0,004	-0,007	30000	0,001	-0,004
6	15000	0,001	-0,005	30001	0,002	-0,003
7	15000	0,004	-0,003	30000	0,003	-0,009
8	15000	0,009	-0,001	29999	0,003	-0,001
9	15000	0,007	-0,002	29998	0,004	-0,001
10	15000	0,005	-0,003	30000	0,003	-0,001
Carga (g)		Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)		
15000				1		
30000				5		



ARSOU GROUP
Ing. Hugo Luis Aravele Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E_0				Determinación de E_0				
	Carga Min ⁽¹⁾ (g)	l (g)	Δl (g)	E_0 (g)	Carga L (g)	l (kg)	Δl (g)	E (g)	E_c (g)
1	500	500	0,005	-0,001	10000	10000	0,004	-0,001	0,001
2		500	0,002	0,003		10000	0,005	0,001	0,001
3		500	0,001	0,001		10000	0,009	0,001	0,001
4		499	0,006	0,003		10002	0,002	0,002	0,006
5		499	0,004	0,002		10001	0,001	0,001	-0,002

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ^[2] (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _r (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _r (g)	
1	1	0,010	0,001	0,001					
5	5	0,030	0,001	0,001	5	0,008	-0,005	0,001	0,1
10	10	0,020	-0,002	0,002	10	0,006	-0,001	0,003	0,1
50	50	0,002	0,002	0,001	50	0,002	0,002	0,001	0,1
100	100	0,009	0,004	0,001	100	0,004	0,005	0,006	0,1
500	500	0,009	0,006	0,001	500	0,006	0,007	0,009	0,2
1000	1000	0,010	-0,001	0,005	1000	0,001	0,007	0,002	0,2
5000	5000	0,015	0,008	0,007	5000	0,007	0,001	0,001	0,2
10000	10000	0,019	0,004	0,001	10000	0,017	0,002	0,006	0,2
20000	20000	0,021	0,002	0,011	20000	0,009	0,001	0,012	0,6
30000	30000	0,025	0,006	0,007	30000	0,005	0,004	-0,002	0,6

Leyenda

l: Indicación de la balanza.

Erro: Error en cero

Alt: Carga Incrementada

Ex: Error corregido

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición: $U_R = 2 \cdot \sqrt{0,16697 \text{ g}^2 + 0,0000000006184 \text{ R}^2}$

Lectum Camigida

$$R_{\text{observada}} = R + 0.838686327 \cdot R$$

Indicación de lectura de balanza (g)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metroológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. En primer de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

Fin de documento

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LL-871-2023

Página 1 de 2

Expediente : V-01427-2023
Solicitante : EMRAHI CONTRATISTAS E.I.R.L.
Dirección : JR. JAUREGUI NRO. 644 URB. CERCADO - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de Medición : CONO SLUMP
Marca : AG4 INGENIERIA & METROLOGIA SRL
Modelo : AC-139
Serie : 559
Identificación : NO INDICA
Procedencia : PERU
Lugar de medición : LAB. DE LONGITUD AG4 INGENIERIA & METROLOGIA
Fecha de medición : 2023-12-27
Fecha de Emisión : 2023-12-27

Método de medición Empleado

Tomando como referencia el manual de ensayo de materiales (EM 2000) ASENTAMIENTO DE CONCRETO (SLUMP) MTC E 705 - 2000 Y LA NORMA ASTM C143 "Standard Test Method for Slump of hydraulic-cement concrete.

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	28.3 °C	28.3 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

Resultados de las Mediciones

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de valores de un mismo punto. Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibracion y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto. AG4 INGENIERIA & METROLOGIA, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documentos. El usuario es responsable de la recalibracion de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservacion y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes. El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

Observaciones:

- Ninguna


Luis Asencio G.
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343
961 739 849
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com

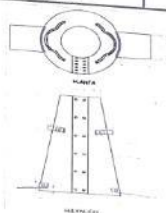


PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de referencia	Pie de rey	1AD-1143-2023
Patrón de referencia	Cinta Métrica	1AD-1145-2023

RESULTADO DE MEDIONES

Diametro Inferior promedio Medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitido (mm)
205.22	0.03	200.025 a 206.375
Diametro Superior promedio Medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitido (mm)
102.13	0.03	97.825 a 104.175
Altura promedio Medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitido (mm)
304.60	0.03	301.625 a 307.975
Espesor promedio Medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima permitido (mm)
1.43	0.05	1.14



INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con las Guías OIML G1-100-en-2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en-2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las Mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La Incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

[Firma]
L. Agui y Soria
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343
961 739 849
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
EP-001196**

Expediente : 077-2023
Fecha de emisión : 2023 - 05 - 16

Página : 1 de 2

1. SOLICITANTE : GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
- DIRECCIÓN : AV. CIRCUNVALACION NORTE NRO. 1728 (FRENTE AL EX OVALO SALIDA AL CUSCO) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MANÓMETRO DE DEFORMACIÓN ELÁSTICA
- MARCA : WEIZZ
MODELO : EN-837-1
N° DE SERIE : 12010631
INTERVALO DE INDICACIÓN : 0 psi a 400 psi / 0 bar a 28 bar
RESOLUCIÓN : 10 psi / 0.5 bar
DIÁMETRO DE ROSCA : 1/4 " NPT
DIÁMETRO DE CAJA : 63 MM
IDENTIFICACIÓN : EP-001196
UBICACIÓN : NO INDICA
CLASE DE EXACTITUD : 1.60

3. LUGAR DE CALIBRACIÓN : INSTALACIONES DE EVALÚA PERÚ S.A.C.

4. FECHA DE CALIBRACIÓN : 2023 - 05 - 16

5. CONDICIONES AMBIENTALES.

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA (°C)	27.5	27.5
HUMEDAD RELATIVA	57%	57%

6. MÉTODO.

La calibración se realizó tomando como referencia el "Procedimiento PC-004: Procedimiento para la calibración de instrumentos de medición de presión relativa con clase de exactitud igual o mayor a 0,05 % F.S."

7. PATRÓN DE MEDICIÓN.

Se usó patrones trazables a las unidades de presión, temperatura y humedad, calibrados por el Instituto Nacional de Calidad INACAL-DM.

Instrumento patrón	Div. de escala / Resolución	Clase de exactitud	N° de Certificado y/o Informe
Manómetro de indicación Digital (50 bar)	0.005 bar	0.05 % F.S.	LFP-022-2023 INACAL-DM

Este certificado refleja los resultados obtenidos en la fecha que fueron realizadas todas las mediciones y en las condiciones que se practicaron.

EL LABORATORIO METROLÓGICO EVALÚA PERÚ S.A.C. no se hace responsable de los perjuicios que puedan producirse debido al uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

EL LABORATORIO METROLÓGICO EVALÚA PERÚ S.A.C. no se responsabiliza del uso inadecuado del presente documento.




Edgmar Saldaña Salas
Gerente Técnico

Certificado N° : EP-001196

Oficina principal y laboratorio: Av. Argentina 523 CC. Acoprom Stand M-04
Teléfono y WhatsApp: (+51) 903 405 126 / (+51) 955 177 872
E-mail: informes@evaluaperu.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO EVALÚA PERÚ S.A.C.

8. OBSERVACIONES.

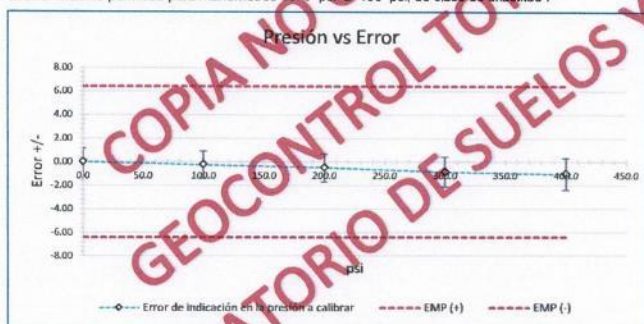
La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura $k=2$, para un nivel de confianza de 95 %.
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva.
La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

9. RESULTADOS.

Indicación Equipo a calibrar		Error de Indicación	Error de Histéresis	Incertidumbre
kPa	psi	psi	psi	psi
0.0	0.0	0.00	0.00	1.16
689.5	100.0	-0.24	-0.16	1.17
1379.0	200.0	-0.50	-0.30	1.21
2068.4	300.0	-0.85	-0.45	1.28
2757.9	400.0	-1.05	-0.61	1.36

Máximo Error absoluto de Indicación	1.05	psi
Máximo Error absoluto de Histéresis	0.61	psi

El error máximo permitido para manómetros de 0 psi a 400 psi, de clase de exactitud : 1.6 es de $\pm$ 6.40 psi



E.M.P. : Error máximo permitido

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-006-2023

Pág. 1 de 3

Expediente: S-0023-2023

OBJETO DE PRUEBA: MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS

Rangos 101972.0 kgf

Dirección de carga Ascendente

FABRICANTE PYS EQUIPOS

Modelo STYE-2000

Serie 190216

Transductor (Modelo // Serie) NO INDICA

Capacidad 2000 kN

Ubicación JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA

Código Identificación NO INDICA

Norma utilizada ASTM E4; ISO 7500-1

Intervalo calibrado Escala (s) 101 972 kgf
De 10 000 a 100 000 kgf

Temperatura de prueba °C Inicial 28,5 Final 28,7

Inspección general La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento

Solicitante CONSTRUCTORA GEOMID & LAB E.I.R.L

Dirección JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Ciudad JULIACA

PATRON(ES) UTILIZADO(S) CELDA DE CARGA

Código MF-02 // C-0208

Certif. de calibr. INF-LE 050-20A PUCP

Unidades de medida Sistema Internacional de Unidades (SI)

FECHA DE CALIBRACION 2023/ 11/13

FECHA DE EMISION 2023/ 11/15

FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrología
Luigi Aserjo G.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343
961 739 849
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-006-2023

Pág. 2 de 3

Método de calibración : FUERZA INDICADA CONSTANTE

DATOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA : 1000.0 **kN** Resolución: 0.10 **kN** Dirección de la carga: Ascendente
101 972 **kgf** 10 **kgf** Factor de conversión: 0.0098 **kN/kgf**

Indicación de la máquina			Indicaciones del instrumento patrón				
(F)			0°	120°	No aplica	240°	Accesorios
%	kN	kgf	kN	kN	kN	kN	kN
10	100.00	10 197	103.3	102.2	No aplica	102.0	No aplica
20	200.00	20 394	206.6	206.1	No aplica	205.9	No aplica
30	300.00	30 591	310.4	309.5	No aplica	309.4	No aplica
40	399.99	40 788	413.8	412.9	No aplica	412.8	No aplica
50	499.99	50 985	516.1	514.8	No aplica	515.0	No aplica
60	599.99	61 182	618.4	617.2	No aplica	617.5	No aplica
70	699.99	71 379	720.6	722.7	No aplica	719.9	No aplica
80	799.99	81 576	822.9	822.6	No aplica	822.2	No aplica
90	899.99	91 773	921.0	920.7	No aplica	920.4	No aplica
100	999.98	101 970	1019.2	1018.7	No aplica	1018.6	No aplica
Indicación después de carga :			0.00	0.00	0.00	0.00	No aplica

ESCALA : 1000.00 **kN** Incertidumbre del patrón: 0.086 %

Indicación de la máquina			Cálculo de errores relativos				Resolución
(F)			Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios	
%	kN	kgf	q (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	a (%)
10	100.00	10 197	-2.43	1.31	No aplica	No aplica	0.10
20	200.00	20 394	-3.01	0.31	No aplica	No aplica	0.05
30	300.00	30 591	-3.15	0.32	No aplica	No aplica	0.03
40	399.99	40 788	-3.19	0.23	No aplica	No aplica	0.02
50	499.99	50 985	-2.97	0.26	No aplica	No aplica	0.02
60	599.99	61 182	-2.87	0.20	No aplica	No aplica	0.02
70	699.99	71 379	-2.92	0.39	No aplica	No aplica	0.01
80	799.99	81 576	-2.74	0.08	No aplica	No aplica	0.01
90	899.99	91 773	-2.25	0.07	No aplica	No aplica	0.01
100	999.98	101 970	-1.85	0.06	No aplica	No aplica	0.01

Error de cero fo (%)	0,000	0,000	0,000	No aplica	Err máx.(0) = 000
----------------------	-------	-------	-------	-----------	-------------------

FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrología
Luigi Asenjo G.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

☎ 01 622 5224

📠 997 045 343
961 739 849
955 851 191

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-006-2023

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE

MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS

Errores relativos máximos absolutos hallados

ESCALA 101972.0 kgf

Error de exactitud **-2.43 %**

Error de repetibilidad **1.31 %**

Error de Reversibilidad No aplica

Error de cero 0

Error por accesorios 0 %

Resolución 0.05 En el 20 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica:

ESCALA 101 972 kgf Ascendente

TRAZABILIDAD

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L., asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados por la Pontificia Universidad Católica de Perú.

OBSERVACIONES .

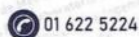
1. Los cartas de calibración sin las firmas no tienen validez .
2. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
4. Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenido parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos .

FIRMAS AUTORIZADAS


Jefe de Metrología
Luigi Asenjo G.



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



01 622 5224



997 045 343

961 739 849

955 851 191



ventasag4ingenieria@gmail.com

ventas@ag4im.com



www.ag4ingenieria.com