

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

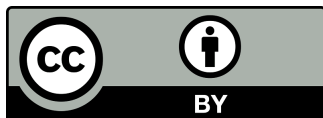
**Efecto de la adición de las fibra de estopa de coco y
aloe vera en la resistencia del pavimento rígido $f'c$ 280
kg/cm² en la carretera JU-108 del km 2+300 al km 3
+100 en la provincia de Huancayo, 2024**

Cornelio Santos Leon

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 : 25 de Febrero de 2025

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

Título:

Efecto de la adición de las fibra de estopa de coco y aloe vera en la resistencia del Pavimento Rígido F'c 280 kg/cm² en la carretera JU-108 del km 2+300 al km 3+100 en la Provincia de Huancayo, 2024

Autores:

1. Santos Leon Cornelio – 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 19 % 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 (en caso de elegir "SI"): 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

Quiero empezar este texto agradeciendo a todas las personas que han contribuido a la culminación de esta tesis. En primer lugar, a mis padres, por su apoyo incondicional, amor y confianza en todo momento. Su sabiduría y paciencia han sido mi roca y me ha guiado a lo largo de este camino desafiante. A mis amigos, por su compañía, comprensión y motivación constante durante este trayecto tan exigente. Su apoyo moral y ayuda en los momentos difíciles me han inspirado a seguir adelante.

También quiero reconocer la labor de los ingenieros que me acompañaron, con su conocimiento y experiencia, me guiaron a través de los aspectos técnicos y teóricos de mi investigación. Su experiencia y asesora han sido invaluable para el desarrollo y éxito de este proyecto. No puedo olvidar mencionar al asesor académico que me ha acompañado, cuyas orientaciones y críticas constructivas fueron esenciales para la estructura y contenido de mi trabajo. Su compromiso y pasión por la educación han sido una fuente de inspiración constante. Agradezco a todos por la ayuda y el apoyo inestimable en este viaje académico.

DEDICATORIA

A mis padres, con todo mi amor y gratitud.

A ellos, que han sido mi sostén y mi luz en cada momento de esta travesía. Su amor incondicional y apoyo sin límites han sido mi fuerza y mi inspiración en cada momento de este camino, en cada dificultad y cada logro, siempre han estado ahí con su comprensión y su confianza en mí.

Gracias, mamá y papá por enseñarme a esforzarme y a nunca rendirme. Por acompañarme con su cariño y su sabiduría en cada paso de este largo recorrido. Sin su amor, su fortaleza y su fe, nada de esto habría sido posible.

Este logro es también suyo, y dedico cada página de esta tesis a la magia inquebrantable de su amor y su dedicación.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I	15
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	15
1.1 Planteamiento y formulación del problema	15
1.1.1 Problema General.....	21
1.1.2 Problemas Específicos	21
1.2 Objetivos.....	22
1.2.1 Objetivo General	22
1.2.2 Objetivos Específicos.....	22
1.3 Justificación e importancia	22
1.3.1 Justificación teórica.....	22
1.3.2 Justificación Practica.....	23
1.3.3 Justificación Metodológica	24
1.3.4 Justificación económica	24
1.3.5 Justificación social	25
1.4 Delimitación del proyecto.....	25
1.4.1 Delimitación geográfica.....	25
1.4.2 Tipo de concreto	25
1.4.3 Proporciones y combinaciones de materiales	26
1.4.4 Características del concreto	26
1.5 Hipótesis y descripción de variables.....	26
1.5.1 Hipótesis General.....	26
1.5.2 Hipótesis Específicas	26
CAPÍTULO II	28
MARCO TEÓRICO.....	28
2.1 Antecedentes del problema	28

2.1.1	Antecedentes internacionales	28
2.1.2	Antecedentes nacionales	30
2.2	Bases teóricas.....	34
2.2.1	Fibras naturales	34
2.2.2	Concreto	39
2.2.3	Pavimento.....	40
2.3	Definición de términos básicos	42
CAPÍTULO III.....		44
METODOLOGÍA.....		44
3.1	Método, y alcance de la investigación	44
3.2	Diseño de la investigación.....	46
3.3	Población y muestra.....	46
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	49
CAPÍTULO IV		56
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		56
4.1	Resultados del tratamiento y análisis de la información.....	56
4.2	Prueba de hipótesis	90
4.3	Discusión de resultados	98
4.4	Flujograma de diseño de la investigación.....	101
CAPÍTULO V:.....		102
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		102
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		105
ANEXOS		109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estadística de las carreteras con los peores tráficos de América Latina. El gráfico representa las principales ciudades de América Latina que poseen el peor tráfico, y se miden por horas perdidas en el año, se aprecia a Lima liderando la lista.	16
Figura 2. Situación actual de la red vial nacional.	18
Figura 3. Agregado fino - Acopio Km 12+500 LI.	50
Figura 4. Granulometría del agregado fino.	51
Figura 5. Ensayo de peso unitario - agregado fino.	51
Figura 6. Ensayo de humedad.	52
Figura 7. Agregado grueso - acopio km 11+900 LD.	53
Figura 8. Ensayo de humedad al agregado grueso.	53
Figura 9. Ensayo de peso unitario al agregado grueso.	54
Figura 10. Ensayo de peso específico - agregado grueso.	54
Figura 11. Fibra de coco - cortado a 5 cm.	55
Figura 12. Resistencia a la compresión a los 7d,14d y 28d.	59
Figura 13. Ensayo a la resistencia a la compresión- Patrón a los 7d,14d y 28d.	60
Figura 14. Ensayo a la resistencia a la compresión- 0.5%FEC+1%AV a los 7d, 14d y 28d. ...	60
Figura 15. Ensayo a la resistencia a la compresión- 1%FEC+1%AV a los 7d, 14d y 28d.	61
Figura 16. Ensayo a la resistencia a la compresión- 1%FEC+1.5%AV a los 7d, 14d y 28d. ...	61
Figura 17. Resistencia a la compresión 7d,14d y 28d respecto a dosificación patrón.	62
Figura 18. Resistencia a la compresión 7d,14d y 28d respecto a dosificación 0.5% FEC + 1% AV.	63
Figura 19. Resistencia a la compresión 7d,14d y 28d respecto a dosificación 1% FEC + 1%AV.	64
Figura 20. Resistencia a la compresión 7d,14d y 28d respecto a dosificación 1%FEC+ 1.5% AV.	65
Figura 21. Resistencia a la flexión 7d,14d y 28d.	69
Figura 22. Ensayo a la flexión- Patrón a los 7d, 14d y 28d.	70
Figura 23. Ensayo a la flexión- 0.5%FEC+1%AV a los 7d, 14d y 28d.	70
Figura 24. Ensayo a la flexión- 1%FEC+1%AV a los 7d, 14d y 28d.	71
Figura 25. Ensayo a la flexión-1%FEC+1.5%AV a los 7d, 14d y 28d.	71
Figura 26. Flexión 7d, 14d y 28d respecto a dosificación patrón.	72
Figura 27. Flexión 7d,14d y 28d respecto a dosificación 0.5% FEC + 1% AV.	73
Figura 28. Flexión 7d, 14d y 28d respecto a dosificación 1% FEC + 1%AV.	74
Figura 29. Flexión 7d,14d y 28d respecto a dosificación 1%FEC+ 1.5% AV.	75

Figura 30. Flujograma de diseño de la investigación.....	101
Figura 31. Validación de Expertos.....	112
Figura 32. Validación de Expertos.....	113
Figura 33. Validación de Expertos.....	114
Figura 34. Diseño de mezcla $f'c$ 289 kg/cm ²	120
Figura 35. Diseño de mezcla $f'c$ 280 kg/cm ²	121
Figura 36. Diseño de mezcla $f'c$ 280 kg/cm ²	122
Figura 37. Diseño de mezcla $f'c$ 280 kg/cm ²	123
Figura 38. Diseño de mezcla $f'c$ 280 kg/cm ²	124
Figura 39. Diseño de mezcla $f'c$ 280 kg/cm ²	125
Figura 40. Diseño de mezcla $f'c$ 280 kg/cm ²	126
Figura 41. Diseño de mezcla $f'c$ 280 kg/cm ²	127
Figura 42. Diseño de mezcla $f'c$ 280 kg/cm ²	128
Figura 43. Diseño de mezcla $f'c$ 280 kg/cm ²	129
Figura 44. Diseño de mezcla $f'c$ 280 kg/cm ²	130
Figura 45. Diseño de mezcla $f'c$ 280 kg/cm ²	131
Figura 46. Diseño de mezcla $f'c$ 280 kg/cm ²	132
Figura 47. Diseño de mezcla $f'c$ 280 kg/cm ²	133
Figura 48. Diseño de mezcla $f'c$ 280 kg/cm ²	134
Figura 49. Diseño de mezcla $f'c$ 280 kg/cm ²	135
Figura 50. Ensayo de resistencia a la compresión	136
Figura 51. Ensayo de resistencia a la compresión.	137
Figura 52. Ensayo de resistencia a la compresión.	138
Figura 53. Ensayo a la resistencia a la compresión.....	139
Figura 54. Ensayo de resistencia a la flexión.....	140
Figura 55. Ensayo de resistencia a la flexión.....	141
Figura 56. Ensayo de resistencia a la flexión.....	142
Figura 57. Ensayo de resistencia a la flexión.....	143
Figura 58. Ensayo de resistencia a la flexión.....	144
Figura 60. Panel Fotográfico- Ensayo de Slump.	145
Figura 59. Panel Fotográfico-Ensayo a los agregados.	145
Figura 62. Panel fotográfico-Curado de vigas y probetas.....	146
Figura 61. Panel Fotográfico- Preparación de mezcla y ensayo de Slump	146
Figura 63. Procedimiento del aloe barbadensis miller.	147
Figura 65. Procedimiento del Aloe barbadensis Miller.	147
Figura 64. Procedimiento del Aloe barbadensis miller	147
Figura 66. Procedimiento del Aloe barbadensis Miller.	148

Figura 67. Procedimiento para las fibras de coco- Lugar de Extracción-La Merced.....	148
Figura 68. Procedimiento para las fibras de coco.	149
Figura 69. Procedimiento para las fibras de coco.	149
Figura 70. Procedimiento de fibras de coco.....	150
Figura 71. Procedimiento de fibras de coco.....	150
Figura 72. Ensayo de resistencia a la compresión.	151
Figura 73. Ensayo de resistencia a la compresión.	151
Figura 74. Ensayo de resistencia a la flexión.....	152
Figura 75. Ensayo de Resistencia la Flexión.	152
Figura 76. Certificado de Calibración.....	153
Figura 77. Certificado de Calibración.....	154
Figura 78. Certificado de Calibración.....	155
Figura 79. Certificado de Calibración.....	156
Figura 80. Certificado de Calibración.....	157
Figura 81. Certificado de Calibración.....	158
Figura 82. Certificado de Calibración.....	159
Figura 83. Certificado de Calibración.....	160
Figura 84. Certificado de Calibración.....	161
Figura 85. Certificado de Calibración.....	162
Figura 86. Certificado de Calibración.....	163
Figura 87. Certificado de Calibración.....	164
Figura 88. Certificado de Calibración.....	165
Figura 89. Certificado de Calibración.....	166
Figura 90. Certificado de Calibración.....	167
Figura 91. Certificado de Calibración.....	168
Figura 92. Certificado de Calibración.....	169
Figura 93. Certificado de Calibración.....	170
Figura 94. Certificado de Calibración.....	171
Figura 95. Certificado de Calibración.....	172
Figura 96. Certificado ISO 9001 Laboratorio.....	173
Figura 97. Certificado ISO 9001 Laboratorio.....	174

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	27
Tabla 2. Propiedades mecánicas típicas de las principales fibras naturales.....	34
Tabla 3. Composición química de las fibras de coco.....	36
Tabla 4. Tabla de diseños a compresión de la adición de las Fibra de estopa de coco más Aloe vera.....	46
Tabla 5. Tabla de diseños a flexión de la adición de las Fibra de estopa de coco más Aloe vera	46
Tabla 6. Cuadro de cantidad de probetas a compresión.....	47
Tabla 7. Cuadro de cantidad de probetas a flexión	47
Tabla 8. Dosificaciones de autores	48
Tabla 9. Ensayo a la resistencia a la compresión a los 7d, 14d, y 28d.....	56
Tabla 10. Resistencia a la flexión a los 7d, 14d y 28d.....	66
Tabla 11. Clasificación de la vía y periodo de análisis.....	77
Tabla 12. Rango de tráfico pesado y tipo de tráfico	78
Tabla 13. Desviación estándar pavimento rígido y flexible.....	79
Tabla 14. Rango de tráfico pesado y nivel de confiabilidad.....	79
Tabla 15. Rango de tráfico expresado en EE y desviación estándar normal	80
Tabla 16. Índice de serviciabilidad según el EE	81
Tabla 17. Índice de serviciabilidad final.....	82
Tabla 18. Rango de tráfico, ensayo norma y requerimiento (CBR min)	84
Tabla 19. Descripción del diseño.....	84
Tabla 20. Cálculo de espesor	84
Tabla 21. Resistencia mínima de flexotracción y compresión.....	85
Tabla 22. Tipo de berma	86
Tabla 23. Porcentaje de tiempo en la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad cercana a la saturación.....	87
Tabla 24. Uso de fórmula con el procedimiento	88
Tabla 25. Resumen de espesor y condición	88
Tabla 26. Uso de fórmula con el procedimiento	88
Tabla 27. Resumen de diseño de espesor.....	89
Tabla 28. Precio unitario por m ³	89
Tabla 29. Pruebas de normalidad.....	90
Tabla 30. Prueba de homogeneidad de varianza.....	91
Tabla 31. Prueba Anova.....	92
Tabla 32. Comparaciones múltiples con la prueba de Tukey	92

Tabla 33. Dosificación	94
Tabla 34. Pruebas de normalidad.....	95
Tabla 35. Pruebas de homogeneidad de Varianza	95
Tabla 36. Prueba de Anova.....	96
Tabla 37. Comparaciones múltiples con la prueba de Tukey	97
Tabla 38. Dosificación	98
Tabla 39. Matriz de consistencia.....	109
Tabla 40. Formato de Validación de criterios de Expertos.....	110
Tabla 41. Evaluación de los instrumentos según la V de Aiken.....	115
Tabla 42. Ficha de recolección de datos para la dimensión de resistencia a la flexión	116
Tabla 43. Ficha de recolección de datos para la dimensión de resistencia a la compresión ..	118

RESUMEN

La infraestructura de transporte, especialmente las carreteras con pavimento rígido, desempeña un papel fundamental en el desarrollo económico y social. Sin embargo, en países como México, Costa Rica y Perú, estos pavimentos presentan un deterioro prematuro caracterizado por grietas, fisuras y una baja durabilidad, lo que compromete la seguridad vial y contribuye al aumento de emisiones contaminantes. Además, este deterioro incrementa el desgaste vehicular y eleva significativamente los costos de mantenimiento.

Dicho esto, para la presente investigación, se trabajó con agregados tradicionales y se diseñaron mezclas con las siguientes adiciones: 0% (patrón); 0.5% estopa de coco + 1% Aloe Vera; 1% estopa de coco + 1% Aloe Vera; y, 1% estopa de coco + 1.5% Aloe Vera. Asimismo, se fabricaron 36 especímenes cilíndricos y 36 prismáticos, evaluando su resistencia a compresión y flexión a los 7, 14 y 28 días.

En este sentido, el concreto patrón alcanzó resistencias a compresión de 283.87 kg/cm² a los 7 días, 313.20 kg/cm² a los 14 días y 350.73 kg/cm² a los 28 días. La mezcla con 0.5% estopa y 1% Aloe Vera mostró mejoras, alcanzando 440.90 kg/cm² a los 28 días. En contraste, la mezcla con 1% estopa y 1.5% Aloe Vera redujo la resistencia a 332.77 kg/cm². En flexión, el concreto patrón logró 70 kg/cm² a los 28 días, mientras que la mezcla con 0.5% estopa y 1% Aloe Vera alcanzó 70.1 kg/cm².

Sucintamente, se señala que el uso de fibras naturales en proporciones adecuadas mejora las propiedades mecánicas del concreto, proponiendo una alternativa viable para aumentar la eficiencia de los pavimentos rígidos y su desempeño a largo plazo.

Palabra clave: aloe vera, estopa de coco, concreto, resistencia, pavimento rígido.

ABSTRACT

Transportation infrastructure, especially roads with rigid pavement, plays a fundamental role in economic and social development. However, in countries such as Mexico, Costa Rica and Peru, these pavements show premature deterioration characterized by cracks, fissures and low durability, which compromises road safety and contributes to increased pollutant emissions. In addition, this deterioration increases vehicular wear and significantly raises maintenance costs.

That said, for the present research, we worked with traditional aggregates and designed mixtures with the following additions: 0% (standard); 0.5% coconut tow + 1% Aloe Vera; 1% coconut tow + 1% Aloe Vera; and 1% coconut tow + 1.5% Aloe Vera. Also, 36 cylindrical and 36 prismatic specimens were manufactured, evaluating their compressive and flexural strength at 7, 14 and 28 days.

In this sense, the standard concrete reached compressive strengths of 283.87 kg/cm² at 7 days, 313.20 kg/cm² at 14 days and 350.73 kg/cm² at 28 days. The mixture with 0.5% tow and 1% Aloe Vera showed improvement, reaching 440.90 kg/cm² at 28 days. In contrast, the mix with 1% tow and 1.5% Aloe Vera reduced strength to 332.77 kg/cm². In flexure, the standard concrete achieved 70 kg/cm² at 28 days, while the mix with 0.5% tow and 1% Aloe Vera reached 70.1 kg/cm².

Succinctly, it is pointed out that the use of natural fibers in adequate proportions improves the mechanical properties of concrete, proposing a viable alternative to increase the efficiency of rigid pavements and their long-term performance.

keyword: aloe vera, estopa de coco, concreto, resistencia, pavimento rígido.

INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial, especialmente las carreteras con pavimento rígido, constituye un elemento crucial para garantizar la conectividad, la movilidad y el desarrollo económico en las regiones de América Latina. Sin embargo, el desgaste prematuro, la formación de grietas y la baja durabilidad de estos pavimentos representan desafíos persistentes que afectan negativamente en la seguridad vial, incrementan los costos de mantenimiento y generan impactos ambientales adversos. Esta problemática resalta la urgencia de optimizar las propiedades mecánicas del concreto, con el objetivo de incrementar su resistencia y prolongar su vida útil.

Dicho esto, el deterioro de las superficies de concreto se presenta a través de agrietamientos, fisuras y desgaste en la superficie, lo que supone un incremento en el desgaste de los vehículos y en los costos de mantenimiento de los mismos. Aunque se han realizado intentos para perfeccionar la infraestructura de carreteras, las limitaciones en los patrones de diseño y los materiales empleados en la edificación de pavimentos sólidos todavía existen, restringiendo su durabilidad y eficacia.

En este contexto, resulta crucial investigar y desarrollar soluciones innovadoras para mejorar la resistencia, durabilidad y rendimiento de los pavimentos rígidos en América Latina. Esto incluye la exploración de materiales revolucionarios, la implementación de técnicas constructivas avanzadas y la ejecución de estrategias de mantenimiento efectivas. Además, es imprescindible ajustar los patrones de diseño y las tácticas de edificación a las circunstancias particulares de cada región, considerando aspectos como el clima, el flujo de vehículos y la calidad de los recursos disponibles.

Esta investigación explora el efecto de la incorporación de fibras naturales, específicamente la fibra de estopa de coco y aloe vera en el concreto, utilizado para pavimentos rígidos. Estas adiciones, seleccionadas por sus propiedades beneficiosas, prometen mejorar significativamente las características mecánicas del concreto. La fibra de estopa de coco contribuye a aumentar la resistencia a la flexión, mientras que el aloe vera mejora la resistencia a la compresión. Ambos materiales, además de su amplio suministro en la región de Huancayo, representan una alternativa sostenible y económica frente a los aditivos convencionales.

Para cerrar, se menciona que el diseño experimental del estudio, basado en un enfoque cuasiexperimental, permite evaluar, de manera científica y controlada, cómo estas fibras naturales impactan las propiedades del concreto, proponiendo soluciones innovadoras para abordar los problemas recurrentes de durabilidad en las infraestructuras viales. Esta investigación no solo busca aportar al desarrollo técnico de los pavimentos, sino también fomentar el uso eficiente de los recursos locales, promoviendo un modelo de construcción sostenible y resiliente.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema

Un pavimento rígido es una placa de concreto apoyada por una subrasante o una capa de material seleccionado específicamente, como la grava, conocida como subbase del pavimento rígido. Aquí, respecto a su gran resistencia y elevado módulo de elasticidad, las tensiones en el concreto se distribuyen sobre una amplia superficie. Es común notar que las estructuras relacionadas con la ingeniería civil a menudo experimentan deterioro. La degradación de las aceras causa problemas, como un mayor daño a los automóviles y la consiguiente mayor liberación de contaminantes al medio ambiente (1).

Para que las personas y los productos se muevan de manera eficiente y con conectividad, el pavimento vial es una infraestructura esencial. Sin embargo, a medida que pasa el tiempo y se genera un tráfico continuo, los pavimentos experimentan un desgaste gradual que puede provocar grietas y degeneración en la superficie. Para asegurar la máxima eficiencia del pavimento y extender su duración, es crucial entender las diferentes etapas de su ciclo de vida y su relación con la aparición de grietas y la necesidad de mantenimiento (2).

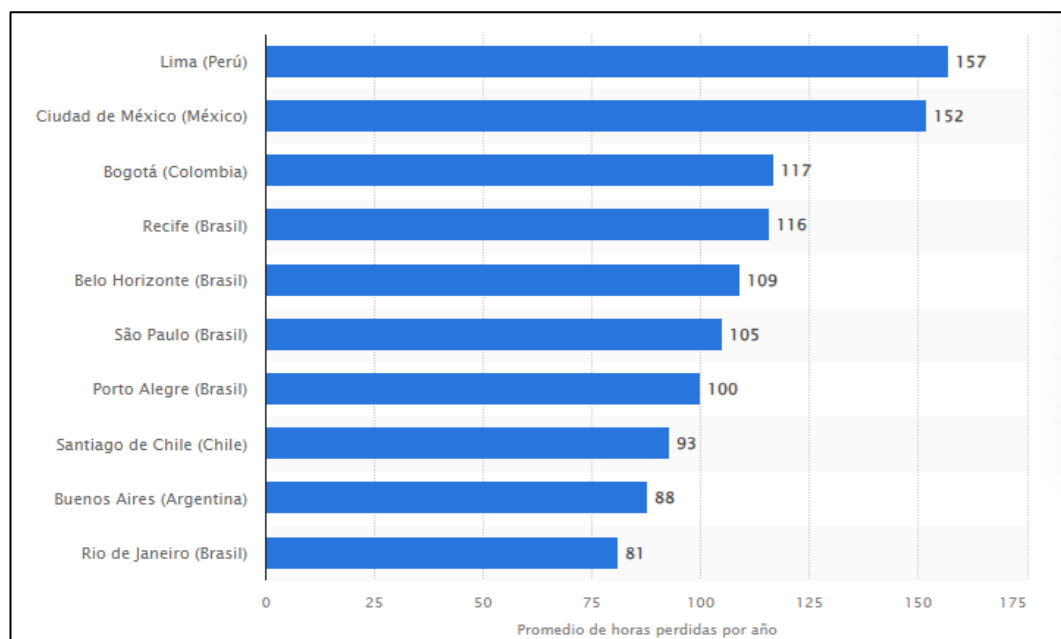


Figura 1. Estadística de las carreteras con los peores tráficos de América Latina. El gráfico representa las principales ciudades de América Latina que poseen el peor tráfico, y se miden por horas perdidas en el año, se aprecia a Lima liderando la lista.

Fuente: Tomado de «América Latina: ciudades con el peor tránsito 2023», por Statista Research Departament. 2024.

Por lo general, las carreteras de América Latina no cumplen con los estándares que se consideran los más óptimos en el mundo. Las carreteras de Europa y los Emiratos Árabes Unidos, que son países desarrollados, se consideran las mejores a nivel global. Esta es la realidad de nuestros países, que no deben calificarse como empobrecidos, más bien, se puede afirmar que sus recursos no se están invirtiendo de la manera más efectiva (3).

Es sabido que México es un actor relevante en la globalización del siglo XXI. En este contexto, el gobierno federal actual ha emprendido acciones significativas para ampliar y optimizar la infraestructura vial del país. Esta iniciativa surge como respuesta al aumento constante de vehículos que transitan diariamente por las autopistas federales, carreteras estatales y redes viales. Además de los aumentos en el Tráfico Diario Promedio Anual (TDPA), el gran volumen de vehículos pesados tiene un impacto significativo. La degradación acelerada y la reducción de la vida útil del pavimento son consecuencias de las tensiones frecuentemente transferidas por estos vehículos (4). En pocas palabras, México posee una amplia infraestructura de autopistas y carreteras, diseñadas con una geometría muy apropiada. A pesar de ello, existen retos en ciertas zonas de su territorio que se están enfrentando y solucionando (3).

En Costa Rica el pueblo suele expresar su descontento con el estado de los pavimentos de las carreteras desde hace algún tiempo. El deterioro y la falla temprana de estas representan un desafío significativo en el ámbito del diseño de pavimentos. La dificultad para predecir con precisión cuándo un pavimento fallará se atribuye a que la mayoría de los modelos de rendimiento empleados en este campo no consideran las circunstancias particulares de cada región (5).

En cuanto a la estructura de los espaciadores y rieles, así como el examen de la superficie inferior del pavimento, generan que la investigación de pavimentos rígidos sea más compleja que el estudio de pavimentos flexibles. Esto se debe a que los pavimentos rígidos tienen mayor rigidez que los flexibles (6). En Costa Rica, los

deterioros más frecuentes son los daños a los sellos de juntas, lo que representa el 21,22% de los casos, seguidos por el desconchado de agregados con un 13,58%, el pulido de agregados con un 13,10% y el agrietamiento lineal con un 7,08%. Estos tipos de deterioro están correlacionados con factores como la precipitación, la temperatura y los ejes equivalentes (5).

En efecto, el agrietamiento es un problema frecuente que surge en el pavimento rígido. El surgimiento de pequeñas grietas en las superficies pavimentadas es un evento no deseado que puede manifestarse a lo largo del tiempo debido a una variedad de razones. Estas pueden incluir el desgaste natural, una mezcla o proporción de concreto mal diseñada, procedimientos de construcción subóptimos, la resistencia insuficiente del concreto a la tensión y las condiciones meteorológicas (7).

A nivel nacional, se señala que el Perú es un país que continuamente está expandiendo y manteniendo proyectos de construcción a gran escala como carreteras, en donde, se utiliza una amplia gama de aditivos en el concreto para mejorar sus cualidades y desempeño. Sin duda, el Perú es muy consciente de esta situación. Al seleccionar estas adiciones se consideran las condiciones del diseño de la obra, la ubicación de la construcción, el proceso de construcción y la viabilidad económica. El país, por otra parte, no cuenta con un sistema de construcción de carreteras que cumpla con los requerimientos geográficos de la nación. Esto se debe a que muchas de las carreteras presentan un desgaste y una tensión encomiables, que pueden atribuirse a diversos factores, entre ellos la climatología, el paso del tiempo sin mantenimiento o la falta de calidad en el diseño.

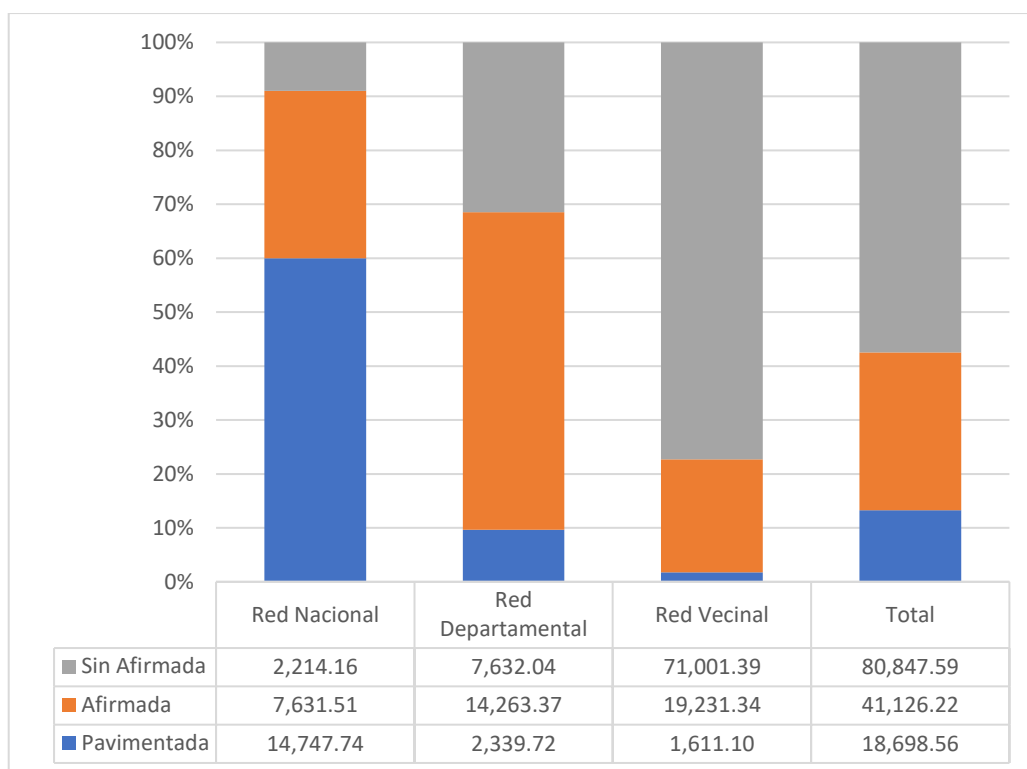


Figura 2. Situación actual de la red vial nacional.

Fuente: Tomada del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2022.

El segmento inicial de la carretera que atraviesa los departamentos de Lima y Pasco se encuentra actualmente en obras de construcción para mejorar su condición actual. En total, este primer tramo recorrerá 48,94 kilómetros. La longitud del estrecho de la vía será de 6,60 metros y cuando esté finalizada tendrá dos carriles. La vía se ampliará como parte de las obras de mejora, lo que también incluirán la construcción de alcantarillas y obras de drenaje, así como la instalación de señales que se colocarán vertical y horizontalmente a ambos lados de la vía (9).

En la región de Junín, específicamente en la ciudad de Huancayo, se observa actualmente una variedad de grietas en las superficies de concreto de las calles. Las grietas más significativas en el concreto son las que se forman de manera transversal y longitudinal, además de las que resultan de la contracción plástica. Estas grietas suelen aparecer durante el proceso de fraguado del concreto y pueden continuar formándose después de este. Estos problemas prevalecen en diferentes distritos de Huancayo (11).

En la provincia de Huancayo, el desarrollo de infraestructura vial enfrenta diversos desafíos relacionados con la calidad y durabilidad de los pavimentos rígidos, especialmente en carreteras en los cuales se evidencia problemas recurrentes de

fisuración, desgaste prematuro y deterioro estructural, lo que impacta negativamente en la funcionalidad y vida útil de la vía. Las fisuras y fallas estructurales observadas en este tramo están asociadas principalmente a factores como las altas cargas vehiculares provenientes del transporte de mercancías y pasajeros, las condiciones climáticas adversas —características de la región que incluyen lluvias intensas, alta humedad y fluctuaciones térmicas extremas— y una gestión deficiente en términos de mantenimiento preventivo y correctivo.

Además, la composición tradicional de los pavimentos rígidos en la región ha demostrado ser insuficiente para resistir las exigencias del entorno, lo que se traduce en reparaciones frecuentes y costosas, que no solo incrementan los costos para las autoridades responsables, sino que también afectan a la economía local debido a interrupciones prolongadas en el tránsito. Estas deficiencias en el diseño y los materiales empleados generan una disminución en los niveles de seguridad vial, incrementando el riesgo de accidentes y comprometiendo la calidad de vida de los usuarios.

De manera análoga, las características topográficas de Huancayo, con suelos de baja capacidad portante en ciertas áreas, acentúan las tensiones en los pavimentos acelerando su deterioro. Este panorama refleja la necesidad de mejorar las propiedades mecánicas del concreto utilizado en estas obras, especialmente en términos de resistencia a la flexotracción, compresión y durabilidad. Sin embargo, las soluciones tradicionales a menudo implican el uso de materiales no sostenibles, lo que incrementa el impacto ambiental y los costos de producción.

A lo largo de los años, estos desafíos han fomentado el avance en la calidad y la diversidad de los materiales de construcción. Esto se realiza con el objetivo de construir estructuras más resistentes y seguras capaces de resistir condiciones ambientales difíciles. Siendo así que en la carretera JU-108 —tramo único que será de pavimento rígido comprendido entre el km 2+300 y el 3+100— que es utilizada por grandes masas de vehículos, desde ciclistas a camiones de transporte de ganadería, peatones y animales, ha sufrido, a lo largo de su vida, altos niveles de daños por falta de mantenimiento adecuado. Esta situación dificulta su uso frecuente, considerándose un riesgo que puede comprometer la seguridad vial. Es sabido que en la fabricación del concreto se busca alcanzar una gran resistencia necesitando una baja cantidad de

material. A menudo esto implica el uso de aditivos industriales, lo que puede aumentar el costo del proyecto. Sin embargo, los aditivos naturales pueden ofrecer múltiples ventajas a un costo reducido, mejorando las características y el rendimiento del concreto.

En este contexto, se propone la incorporación de fibras de estopa de coco (*cocos nucifera*) y Aloe vera (*aloe barbadensis* Miller) como aditivos naturales al concreto, ya que ambos materiales se encuentran ampliamente disponibles en la región. Según datos locales, Huancayo cuenta con una producción significativa de cocos en zonas rurales circundantes, y el uso de la estopa de coco ha ayudado en la trabajabilidad, resistencia y flexión del concreto. Asimismo, el clima adverso contribuye a que se continúe el uso de fibras naturales como esta (35).

En cuanto al aloe vera, este también está presente en Huancayo y puede ayudar a mitigar las deficiencias en, por ejemplo, subrasantes, con el fin de optimizar el suelo y usarse como estabilizante químico (36). La fibra de *cocos nucifera* y el *Aloe barbadensis* Miller han sido identificados como aditivos naturales con el potencial de optimizar el comportamiento del concreto. La fibra de coco incrementa la resistencia a la flexión y reduce la formación de fisuras, pero a su vez reduce la cantidad de agua disminuyendo la trabajabilidad es por ello que se agrega también el aloe vera, que también mejora la resistencia a la compresión y prolonga la vida útil del pavimento. Además, es aloe vera se compone en su mayoría de agua, es decir, contribuye a compensar lo que la fibra de coco disminuye.

En efecto, estas propiedades son fundamentales para enfrentar los desafíos de flexocompresión que presentan los pavimentos rígidos en tramos con alta carga vehicular. En cuanto a la incorporación de fibras naturales en pavimentos rígidos, estudios han demostrado que la adición de fibra de coco junto con el aloe vera puede influir en las propiedades mecánicas del concreto. Por ejemplo, una investigación realizada en Lima en 2019 determinó que la incorporación de Fibras de estopa de coco (*cocos nucifera*) en dosis de 0.50%, 1.00% y 1.50% respecto al volumen del concreto, afectó la resistencia a la compresión y flexión del material. Aunque la resistencia a la compresión disminuyó ligeramente en comparación con el concreto convencional, la resistencia a la flexión mostró mejoras, sugiriendo que la fibra de coco puede contribuir

a mejorar ciertas propiedades mecánicas del concreto utilizado en pavimentos rígidos (10).

Asimismo, el Aloe vera (*aloe barbadensis Miller*) contribuye a mejorar la adherencia interna de los componentes del concreto y fortalece la resistencia al desgaste superficial, prolongando la vida útil del material bajo condiciones adversas (33). Estas propiedades son fundamentales para enfrentar los desafíos que presentan los pavimentos rígidos en tramos con alta carga vehicular, además de ser una incógnita el trabajo conjunto de ambos aditivos como uno solo.

La utilización de estos recursos no solo responde a la necesidad de solucionar los problemas de la infraestructura vial del tramo mencionado, sino que también promueve un modelo sostenible y eficiente, reduciendo el impacto ambiental y fomentando el aprovechamiento de los recursos locales. Este enfoque busca no solo mejorar el desempeño técnico del concreto, sino también contribuir al desarrollo económico de la región mediante el uso de materias primas autóctonas en proyectos de infraestructura vial.

En Huancayo, ambos recursos están disponibles en abundancia y actualmente tienen un uso limitado, lo que representa una oportunidad para su revalorización. Incorporarlos en el diseño del concreto no solo mejoraría el desempeño técnico del pavimento, sino que también impulsaría el desarrollo económico local mediante el aprovechamiento de materiales autóctonos, reduciendo el impacto ambiental y promoviendo un modelo sostenible para la infraestructura vial.

1.1.1 Problema General

¿Cuál es el efecto de la adición de la fibra de estopa de coco y aloe vera en la resistencia del Pavimento Rígido $F'c$ 280 kg/cm² en la carretera JU-108 del Km 2+300 al km 3+100 en la Provincia de Huancayo-2024?

1.1.2 Problemas Específicos

- ¿Cómo influye la adición de la fibra de estopa de coco y aloe vera en la resistencia a la compresión del Pavimento Rígido $F'c$ 280 kg/cm² en la carretera JU-108 del Km 2+300 al km 3+100 en la Provincia de Huancayo-2024?

- ¿Cómo influye la adición de las fibras de estopa de coco y aloe vera en la resistencia a la flexión del Pavimento Rígido $F'c$ 280 kg/cm² en la carretera JU-108 del Km 2+300 al km 3+100 en la Provincia de Huancayo-2024?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Determinar el efecto de la adición de la fibra de estopa de coco y aloe vera en la resistencia del Pavimento Rígido $F'c$ 280 kg/cm² en la carretera JU-108 del Km 2+300 al km 3+100 en la Provincia de Huancayo-2024.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar la influencia de la adición de la fibra de estopa de coco y aloe vera en la resistencia a la compresión del Pavimento Rígido $F'c$ 280 kg/cm² en la carretera JU-108 del Km 2+300 al km 3+100 en la Provincia de Huancayo-2024.
- Determinar la influencia de la adición de la fibra de estopa de coco y aloe vera en la resistencia a la flexión del Pavimento Rígido $F'c$ 280 kg/cm² en la carretera JU-108 del Km 2+300 al km 3+100 en la provincia de Huancayo-2024.

1.3 Justificación e importancia

1.3.1 Justificación teórica

El presente estudio se fundamenta en teorías y avances científicos que analizan el impacto de materiales innovadores en las propiedades del pavimento rígido $F'c$ 280 kg/cm², aplicado al tramo del km 2+300 al km 3+100 de la carretera JU-108 siendo este único de pavimento rígido, en la provincia de Huancayo, con énfasis en la resistencia a la flexión del concreto mediante la incorporación de Fibras de estopa de coco “*cocos nucifera*” (FEC) y Aloe vera “*aloe barbadensis Miller*” (AV).

La fibra de coco, obtenida como subproducto de la industria alimentaria, ha demostrado mejorar la durabilidad, aumentar la resistencia a la compresión, reducir la aparición de fisuras e incrementar la resistencia al desgaste y la fatiga,

factores críticos en el desempeño de pavimentos rígidos. Por su parte, la Aloe vera ha evidenciado beneficios notables en la resistencia a la flexotracción, el desgaste y la prolongación de la vida útil del concreto.

Este trabajo representa un aporte significativo al conocimiento técnico al demostrar cómo estos materiales naturales, renovables y biodegradables, pueden optimizar la resistencia a la flexión y, en consecuencia, la durabilidad y funcionalidad de los pavimentos rígidos. Además, la investigación establece un enfoque innovador y sostenible que no solo aborda los desafíos técnicos de la infraestructura vial, sino que también reduce el impacto ambiental y fomenta la transición hacia soluciones constructivas más responsables, sentando las bases para futuras aplicaciones en la infraestructura vial del país.

1.3.2 Justificación Practica

El enfoque de la investigación implementa una solución que optimiza las circunstancias actuales. En respuesta a esto, se intensificará el uso de fibra de estopa de coco y aloe vera, lo cual permitirá fortalecer las propiedades de resistencia del pavimento sólido. Esto conducirá a la obtención de un diseño de alta calidad para la carretera Ju-108 en la provincia de Huancayo, que se extiende desde el Kilómetro 2+300 hasta el Kilómetro 3+100, siendo este único de pavimento rígido. El objetivo del análisis de estos dos aditivos naturales es ofrecer un panorama económico interesante, sustentado por varios elementos que contribuyen tanto a la disminución de gastos como al desempeño duradero de las construcciones realizadas con dichos materiales. Tanto la fibra de coco como el Aloe vera son materiales que se pueden incorporar fácilmente en la mezcla de concreto. Esto significa que no se requieren cambios significativos en los procesos de generación de concreto existentes, lo en definitiva facilita su adopción en la industria de la construcción.

1.3.3 Justificación Metodológica

Para este estudio, se ha propuesto un diseño experimental que permita analizar diversas proporciones y combinaciones de fibras de estopa de coco (FEC) y aloe vera (AV) en la composición del concreto, evaluando su impacto en la resistencia a la flexión del pavimento rígido $F'c$ 280 kg/cm² en el tramo del km 2+300 al 3+100 de la carretera JU-108, en la provincia de Huancayo.

El diseño experimental incluyó porcentajes específicos de adición de FC (0.5% y 1.0% del peso del cemento) y AV (1.00% y 1.50% del peso del agua de mezcla), los cuales serán comparados con un concreto de referencia sin aditivos (control). El método Modulo de finura fue empleado para determinar las proporciones óptimas de los materiales, considerando las características del concreto, las propiedades deseadas y las restricciones del diseño. Este método, reconocido por su precisión, facilita la selección del volumen de cada componente mediante tablas y ecuaciones que correlacionan los requisitos de diseño con factores como la resistencia, trabajabilidad y durabilidad.

Asimismo, se contempló la preparación de mezclas experimentales y de control, que serán sometidas a curados específicos para garantizar la homogeneidad y la representatividad de los resultados. Las muestras fueron evaluadas bajo las normas técnicas peruanas, enfocándose en la resistencia a la compresión (RC), la resistencia a la flexión y la durabilidad. Este enfoque metodológico permitió determinar la mezcla más eficiente en términos mecánicos y ecológicos, potenciando la sostenibilidad del pavimento rígido mediante el uso de materiales renovables, de fácil acceso y bajo impacto ambiental.

1.3.4 Justificación económica

La propuesta es económicamente justificable porque, al incluir estos aditivos entre los componentes de la carretera, las ciudades cercanas estarán conectadas y se activará la economía. Esto abrirá la puerta a la posibilidad del comercio y el traslado de productos, y también aumentará las ventajas asociadas al sector transporte. Asimismo, habrá una reducción de tiempos de viajes y reducción de costos de operación de las empresas.

En otras palabras, la introducción de la fibra de Estopa de coco (FEC) y el Aloe vera (AV) en la mezcla de concreto puede llevar a una disminución en los gastos de producción. Dado que estos son materiales de bajo costo y renovables, su uso en la fabricación de concreto puede ayudar a la disminución de los costos.

En resumen, el uso de FEC y AV en el concreto puede resultar en un ahorro significativo de otros materiales que se usan comúnmente en la construcción. Por ejemplo, la FC tiene la capacidad de sustituir parcialmente a otros agregados, lo que podría disminuir el número de agregados usuales requeridos en la mezcla de concreto. Esto representa un ahorro en el uso de otros materiales.

1.3.5 Justificación social

Se consideran las ventajas que recibirán los habitantes de la provincia de Huancayo. En pocas palabras, el establecimiento de una mejor infraestructura vial facilitaría que las localidades vecinas se comuniquen entre sí y tuvieran acceso entre ellas. Debido a esto, la conexión social, el intercambio cultural y el crecimiento colaborativo seguirán floreciendo. Es decir, los vecinos de la carretera Ju-108 desde el km 2+300 al 3+100 se beneficiarán de la investigación por la transitabilidad segura que presentará la vía. Esto redundará en la activación del comercio entre los pueblos del entorno y las interrelaciones de los ciudadanos.

1.4 Delimitación del proyecto

1.4.1 Delimitación geográfica

La indagación se realizó concretamente en el tramo del km 2+300 al km 3+100 de la carretera ju-108, que se encuentra en la provincia de Huancayo, en la región de Junín. Los productos se obtendrán de la ciudad San Ramon donde abundan estos productos.

1.4.2 Tipo de concreto

Mediante el uso de FEC y AV, el objetivo principal será mejorar la RC y RF del pavimento rígido (PR) (f'_c 280). Además, no tendremos en cuenta fórmulas alternativas ni otras proporciones concreto o pavimento rígido.

1.4.3 Proporciones y combinaciones de materiales

El objetivo de la investigación será analizar las diversas proporciones y combinaciones de FEC y AV en la mezcla de PR. Durante el proceso de determinación de la combinación más efectiva para optimizar la RC y RF, se realizará una comparación con un concreto que no incluya aditivos (Grupo control).

1.4.4 Características del concreto

Ciertas cualidades del concreto, como la RC y RF, serán el foco principal de la investigación. Se excluirán de la consideración otras propiedades o elementos del hormigón que no estén directamente relacionados con el objetivo principal.

1.5 Hipótesis y descripción de variables

1.5.1 Hipótesis General

La adición de la fibra de estopa de coco y aloe vera mejora la resistencia del Pavimento Rígido $F'c$ 280 kg/cm² en la carretera JU-108 del Km 2+300 al km 3+100 en la Provincia de Huancayo-2024.

1.5.2 Hipótesis Específicas

- La adición de la fibra de estopa de coco y Aloe vera mejora la resistencia a la compresión del Pavimento Rígido $F'c$ 280 kg/cm² en la carretera JU-108 del km 2+300 al km 3+100 en la Provincia de Huancayo-2024.

- La adición de la fibra de estopa de coco y aloe vera mejora la resistencia a la flexión del Pavimento Rígido $F'c$ 280 kg/cm² en la carretera JU-108 del km 2+300 al km3+100 en la Provincia de Huancayo-2024.

Tabla 1. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VI	Fibra de estopa de coco	La fibra de estopa de coco como aditivo del concreto se refiere a la inclusión de fibras naturales de coco en la mezcla de concreto durante su preparación. Estas fibras, obtenidas del mesocarpio de los cocos maduros, se añaden al concreto para optimizar sus propiedades mecánicas y durabilidad, así como para reducir el agrietamiento y mejorar la resistencia a la compresión del material (12).	Para propósitos de esta investigación, la Fibra de estopa de coco cuyo nombre científico es Cocos nucifera como aditivo del concreto se define como las fibras de coco debidamente procesadas y agregadas a la mezcla de concreto en proporciones específicas priorizando las fibras largas y resistentes los cuales mejoran la capacidad del refuerzo al concreto , para luego eliminar las impurezas para luego dejarlas secar a temperatura ambiente y cortarlas posteriormente en las medidas requeridas teniendo una homogeneidad adecuada.	Proporción de Fibra de estopa de coco	Numérica
	Aloe vera	El aloe vera como aditivo del concreto se refiere a la inclusión de extracto de Aloe vera en la mezcla de concreto durante su preparación. El Aloe vera se agrega al concreto y así estabilizar sus propiedades mecánicas, como la resistencia y la durabilidad, así como para reducir la retracción y mejorar la adherencia (13).	Para propósitos de esta investigación, la Aloe vera cuyo nombre científico es Aloe barbadensis Miller como aditivo del concreto se define como el extracto obtenido de las hojas de la planta de Aloe vera previamente seleccionadas con un tamaño uniforme, después realizar el proceso del gel que proporcionan, realizando su secado a temperatura ambiente para su posterior pulverización e inclusión a la mezcla de concreto para sus pruebas respectivas.	Proporción de Aloe vera	Numérica
	Resistencia Del Pavimento Rígido f'c 280 Kg/Cm2	La resistencia del pavimento rígido se refiere a su capacidad para soportar cargas pesadas sin sufrir deformaciones significativas. Esta resistencia se debe principalmente a la losa de concreto de cemento Portland que conforma la capa superior del pavimento, la cual posee un alto módulo de elasticidad y rigidez. Estas características permiten que el pavimento distribuya las cargas de manera uniforme sobre una amplia área de la subrasante, reduciendo las tensiones en las capas inferiores y prolongando la vida útil de la estructura vial (32)	El cálculo de la resistencia del pavimento rígido f'c 28 kg/cm2 será determinado por la resistencia a la compresión y la resistencia a flexión del concreto mediante ensayos de laboratorio.	• Resistencia a compresión. • Resistencia a flexión	Resistencia en diferentes edades Numérica

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

2.1.1 Antecedentes internacionales

Ahmad et al. (14), en su artículo publicado en la Revista Materials tiene como propósito examinar las PM del concreto de alta resistencia que ha sido reforzado con fibras de coco (CAR-FC). En su metodología, incorporaron FC de longitudes de 25 mm, 50 mm y 75 mm, y en proporciones de 0,5%, 1%, 1,5% y 2% en peso, usando un tipo de investigación explicativa, con un diseño cuasiexperimental.

Los resultados mostraron que el CAR presentó un RC de 501.09 kg/cm², mientras que el valor máximo de RC del (CAR-FC) lo presentó con FC de 50 mm en dosificación de 0.5%, debido a que aumentó en 36.14%, en cuanto a la RF del CAR fue de 63.83 kg/cm² y aumentó en 5.43% cuando se le agregó FC de 75mm en una dosificación de 1.5%. Se concluye que la adición de FC de 50 mm de longitud y un contenido de fibra del 1,5% proporciona los resultados más óptimos para CAR-FC. Como apreciación, en base a los resultados obtenidos, el CFR-HSC mejorado con FC de 50 mm de longitud y una concentración de fibra del 1,5% presenta PM que lo hacen adecuado para su uso en estructuras de concreto. No obstante, debido a la composición orgánica de la FC, será necesario realizar futuras evaluaciones sobre la durabilidad del CAR-FC (14).

Bijo y Sujatha (15), en su trabajo publicado en la Revista Materials Today, tienen como objetivo analizar las PM y la resistencia al impacto del concreto reforzado con FC y fibras de polipropileno (FPP). La metodología consistió en un estudio experimental, un diseño factorial y un nivel descriptivo, donde se utilizaron FPP de 12 mm y 24 mm de 0,1%, 0,2% y 0,3% y las FC de 50 mm y 75 mm del 0,2%, 0,3% y 0,4% del volumen de concreto.

Los resultados obtenidos señalan que, en comparación con la mezcla estándar, la RC aumentó en un 13% al agregar 0,3% de FPP de 12 mm. Por otro lado, las fibras cortas (FC) mostraron un rendimiento superior con una concentración del 0.3% y una longitud de 50 mm. Sin embargo, se concluye que el incremento en la RC y la RF en el concreto reforzado con fibras individuales

es solamente nominal, alcanzando un máximo del 13% y 19% respectivamente. Como apreciación el porcentaje de adición de fibras es de 0.3% con una longitud de 12 mm para FPP y 50 mm para FC (15).

Por su parte, Prakash et al. (16), en su trabajo publicado en la Revista Materials Today, tienen como propósito principal emplear fibras de yute (FY) y FC como material reforzante en la producción de concreto. La investigación experimental consistió en caracterizar los compuestos y evaluar las PF y PM de estos compuestos para encontrar RC, RF y RT del compuesto de matriz polimérica reforzada con FY y FC. Con un nivel descriptivo y aplicado utilizó un diseño experimental.

Los hallazgos indican que un compuesto que consta de un 85% de FY y un 15% de FC ofrece una RT superior, gracias a la predominancia en peso de la FY. Por lo tanto, los autores concluyen que las muestras de compuestos son fundamentalmente más duraderas que las muestras de coco puro. En cuanto a la apreciación, si bien la creación de compuestos híbridos mediante la combinación de dos fibras naturales les brinda la ventaja de reemplazar las fibras sintéticas, este trabajo también muestra la capacidad de los compuestos híbridos de fibras naturales que pueden considerarse un material útil en aplicaciones livianas (16).

Yusra et al. (17), en su estudio publicado en la revista E3S Web of Conference, evalúan la RC y RT del concreto. La metodología, de nivel descriptivo, tipo aplicado y diseño experimental, utilizada fue introducir fibras de ratán y bambú en una mezcla de concreto diseñada para alcanzar una RC de 25 MPa. Se variaron las cantidades de aditivo en 0%, 0.5%, 1%, 1.5% y 2%.

Los resultados indicaron que la RC promedio a los 28 días fue de 0.26 MPa, 19.71 MPa, 21.69 MPa, 24.72 MPa y 28.18 MPa, respectivamente. Del mismo modo, la resistencia a la tracción media después de 28 días fue de 0.736 MPa, 2.359 MPa, 2.312 MPa, 2.453 MPa y 2.595 MPa, en el mismo orden. Se concluye que la RC de las mezclas de hormigón con fibras de ratán y bambú experimenta incrementos notables solo hasta un 1,5%. Los datos indican que la RC empieza a reducirse en cuanto se incorpora un 2% de fibra a la mezcla. Como apreciación, la producción de concreto de fibra de ratán, bambú y ceniza de cáscara tiene un

valor económico, ya que el material fibroso que se integra a la mezcla de concreto es recuperado de residuos industriales (17).

Shaat et al. (18), en la revista *Journal of Advanced Research in Applied Mechanics*, tiene como objetivo verificar las PM de concreto permeable, así como los efectos al modificarlo con fibras de coco. Empleando una metodología de investigación del tipo experimental, con un nivel explicativo. Para su desarrollo, se emplearon dos tipos de fibra una sin tratar y otra tratada con hidróxido de sodio (NaOH), variando el porcentaje de adición de 3, 6 y 9% con fibras de longitudes 2.5 y 3.5 cm de largo.

Los resultados indican que, al adicionar un 3% de fibra natural tratada, se observaba una mejoría en las propiedades mecánicas a los 28 días, cuya RT presentaba un valor de 1.3 MPa, así también con su RC con un valor de 4.8 MPa y RF de 1.92 MPa. Como se puede reconocer que a diferencia de usar un 6% o 9% cuyos valores disminuyen las RT, RC y RF. Se concluye que, por medio de resultados obtenidos en la práctica de las pruebas de resistencia, se revelan que el uso o la modificación de la FC tratada con álcali al 3% con el pavimento de hormigón permeable produce los mejores resultados, por ello se tiene como apreciación la fibra de coco mejorará las tres resistencias del PCP y será útil y relevante para el sistema de pavimentación (18).

2.1.2 Antecedentes nacionales

Huaman (19), para optar por el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Tecnológica de los Andes, analiza las características del concreto, en su forma fresca y después de endurecer, al incorporar AV en la composición. La metodología que se utilizó durante la realización del proyecto es un diseño experimental fundamentado en pruebas. Realizó 9 cilindros de concreto patrón con $f'c=210$ kg/cm² y 45 cilindros con adiciones de Aloe vera, considerando 5 niveles de adición: 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5% y 3.0% con relación al peso de la mezcla.

Los resultados indicaron un aumento en la resistencia a la compresión con la integración de Aloe vera, alcanzando su punto óptimo con un aumento del 2.5% y con una resistencia de 333.4 kg/cm². Sin embargo, se evidencia que

incrementos superiores al 2.5% la resistencia disminuye a 322.5 kg/cm², esto a los 28 días de curado, el asentamiento llegó a 10.1 cm, al aumentar el porcentaje de AV el asentamiento es mayor, llegando al 3% con 10.73 cm de asentamiento, por lo cual se concluye que se observó que, a mayores cantidades de AV, se produjo un mayor asentamiento en la mezcla, resultando en un aumento en el tiempo de fraguado inicial y final. Estos hallazgos indican que el AV podría influir de manera considerable en las características del cemento, lo cual podría tener consecuencias relevantes en el ámbito de la construcción y la ingeniería civil (19).

Por su parte, Huaranga (20), para optar por el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Privada del Norte, determina cómo la adición de FC en proporciones de 0.1%, 0.2% y 0.3% puede incrementar la RC y disminuir la permeabilidad del concreto con un $f'c$ de 210 Kg/cm². A través de una metodología de tipo experimental, en la que se usaron fichas de anotación, parámetros de ensayos y procesadores de datos como instrumentos de acumulación de datos.

Los resultados señalan que al incrementar el porcentaje de FC en el concreto de 0.1 a 0.2 y 0.3, su RC al controlarlos a los 28 días varía un montón, es decir al 0.1% se logra una RC de 304 kg/cm², con el 0.2% una RC de 309 kg/cm² y por último el 0.3% alcanza una RC de 283 kg/cm², notándose un incremento del 35% más que el concreto patrón. Asimismo, alcanza un nivel de penetración de agua mayor que al compararlo con un porcentaje de 0.1% que logra un 15 % de menor penetración de agua. Se puede concluir de la investigación que para variaciones superiores al 0.3 % de integración de fibra se puede evidenciar mejores resultados con respecto a sus propiedades mecánicas y filtración de agua a diferencia de adiciones con menor porcentaje (20).

Como apreciación, es importante enfatizar que el uso de las partículas de coco en el concreto es un área de investigación aún en desarrollo. Los efectos de la extracción y la proliferación a gran escala de fibras naturales en el concreto pueden ser áreas de investigación valiosas. En nuestro país, la industria y producción de este material no es tan prominente como en otros lugares donde estas fibras son abundantes. Estos asuntos, cuando se ven desde un punto de vista

industrial, pueden ser adaptados y aplicados en el campo de la ingeniería civil, lo que representa una aportación ecológica y sostenible.

Mas y Solano (21), para optar por el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas tienen como objetivo evaluar y diseñar un concreto sostenible $f'c$ 210 kg/cm² con una variación de porcentajes con respecto a la fibra natural de coco para aumentar sus PM como RF y RC. Siguiendo una metodología del tipo experimental, cuyo nivel de investigación es explicativa. Obteniendo así resultados en que las probetas de concreto con 0.5, 1.00, 1.50, 2.00% de fibra de concreto al ser sometidas a ensayo de compresión se tuvo una mejoría en su resistencia con respecto a porcentajes bajos ya que se obtiene valores de 225.60 y 231.60 kg/cm² mientras que a mayor valor estas disminuyen hasta 187.20 y 165.60%, en comparación con el concreto patrón que fue de 211.20 kg/cm². Por otro lado, al ser sometidas a ensayos a flexión se obtuvieron mejorías en todas las adiciones teniendo como valor máximo de 89.40kg/cm² con 2% de fibra a diferencia del concreto patrón que tuvo una resistencia menor de 72.10 kg/cm² pues la del concreto patrón fue de 72.10 kg/cm².

Aquí, se concluye que, en esta investigación, se observó que las características de compresión no producen un aumento en la RC cuando los porcentajes superan el 1.00%. Sin embargo, se demostró un aumento en la RF al añadir porcentajes más altos de fibra. Como apreciación, investigaciones anteriores en fibras naturales y sintéticas han determinado que la mejor longitud de la FC para las mezclas de concreto es de 2.5 cm. Se ha observado que esta longitud específica conduce a un aumento en la RC y RF (21).

Medina et al. (22), para optar por el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Continental tiene como objetivo del estudio fue determinar la influencia de la FEC y la penca en un rango del 1.5% al 2% en la trabajabilidad, RC y RF del concreto de 210 kg/cm². A través de una metodología cuantitativa, con un enfoque de investigación aplicada de nivel explicativo y un diseño experimental puro. Para ello, emplearon dos aditivos naturales, la FEC y la penca de tuna, en porcentajes del 1.5% al 2.0% respectivamente, con una longitud de 5 cm para la FC, y se realizaron 4 tratamientos basados en el peso del cemento.

Los autores llevaron a cabo pruebas en un total de 45 probetas, 9 sin aditivos y 36 con aditivos, y se realizaron análisis a los 7, 14 y 28 días. Se concluye que los tratamientos afectan la trabajabilidad, con valores de SLUMP entre 2.5 y 1", y el tratamiento óptimo fue el T3 con 2% de FC y 1.5% de penca de tuna, que alcanzó una RC de 319.20 kg/cm². Es importante reconocer en esta investigación que, en cuanto a la RF, el T3 también mostró mejores resultados con una resistencia de 44.57 kg/cm², sobrepasando al tratamiento patrón. Como apreciación, estos hallazgos indican que la incorporación de estos complementos naturales puede potenciar las características del concreto, aunque también podría influir en su manejabilidad. Por ende, es crucial tener en cuenta estos aspectos al elaborar mezclas de concreto con dichos complementos (22).

Espinoza (23), para optar por el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Católica Sede Sapientiae tiene como objetivo desarrollar unidades de concreto utilizando Aloe vera como aditivo natural para su aplicación en la construcción en el distrito de Nueva Cajamarca - Rioja - San Martín. El enfoque metodológico empleado fue cuantitativo con un diseño de investigación experimental que incluyó estudios y ensayos de laboratorio. Se presentaron resultados que mostraron la fabricación de tres tipos de bloques con dosificaciones de 2%, 4%, 6% y 8%, siendo la dosificación del 4% la más destacada al lograr una resistencia de 72 kg/cm² y una resistencia a la infiltración de agua de 0.24 cm/min, con una tasa de absorción del 1.15%.

En este sentido, se analizaron las propiedades químicas del Aloe vera como aditivo para el concreto, revelando un pH de 5.83 sin yodo y 5.93 con yodo, un contenido de yodo del 2.43%, y un contenido de óxido de potasio del 1%, junto con otras características que no afectan negativamente al concreto. Se concluye que la dosificación óptima para el uso del aditivo natural es del 4%, ya que se obtuvieron mejores resultados en términos de resistencia, absorción y permeabilidad. Como apreciación, se menciona que sería útil profundizar en la investigación sobre las repercusiones a largo plazo de la utilización de Aloe vera en la resistencia y durabilidad de las áreas de concreto.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Fibras naturales

Están demostrando ser prometedoras para realzar las características y la sostenibilidad del cemento en diversos usos constructivos. Su implementación está siendo progresivamente estudiada y aceptada en la búsqueda de crear materiales de construcción más robustos, perdurables y amigables con el entorno (24).

▪ *Propiedades mecánicas de las fibras naturales*

Para ser utilizadas como acompañamiento en el concreto, las fibras naturales requieren tener determinadas características mecánicas. Diversas investigaciones, como las referenciadas por Paricaguán (25), han contribuido al estudio de estos atributos. Esto se refleja en la tabla siguiente que se presenta a continuación:

Tabla 2. Propiedades mecánicas típicas de las principales fibras naturales

Tipo de fibra	Longitud	Diámetro	Densidad absoluta	Módulo de elasticidad	Resistencia última	Elongación de ruptura	Absorción de agua
	mm	mm	g/cm ³	Gpa	Mpa	%	%
Yute	1800 - 3000	0.10 - 0.20	1.02 - 1.04	26 - 32	250 - 350	1.5 - 1.9	62
Lino	500	-	-	100	1000	1.8 - 2.2	-
Bambú	2500 - 3500	0.05 - 0.4	1.52	33.4	350 - 500	-	40 - 45
Caña de azúcar	50 - 300	0.2 - 0.4	1.20 - 1.30	15 - 19	170 - 290	-	70 - 75
sisal	-	0.10 - 0.50	-	13.26	280 - 568	03-may	60 - 70
Henequén	-	0.36	1.4	-	91 - 307	2.3 - 7.6	163.1
Pasto de elefante	-	0.45	-	5	178	3.6	-
Plátano	-	0.43	0.298	1.4	92	5.9	276
Musamba	-	0.82	-	0.9	83	9.7	-
Coco	50 - 350	0.10 - 0.4	1.12 - 1.15	19 - 26	120 - 200	oct-25	130 - 180

Fuente: Adaptado de Paricaguán (25).

▪ ***Fibra de estopa de coco***

El mesocarpio fibroso, también llamado cocos nucifera, es una capa que se ubica entre la cubierta exterior resistente, conocida como epicarpio, y la envoltura dura interna o endocarpio del coco. Este componente constituye cerca del 22% del peso total de un coco maduro 21. La importancia principal de este material reside en su rica composición de fibra. En las zonas rurales, las cáscaras de coco tienen múltiples usos: sirven como fuente de energía para el hogar, se transforman en cenizas que se utilizan como abono, se emplean como mantillo para mantener la humedad del suelo y se aplican para prevenir el crecimiento de malas hierbas (26).

➤ ***Características morfológicas***

Las FEC exhiben las siguientes características (27):

- Están categorizados en el grupo de las fibras resistentes, en compañía del "sisal", el "henequén" y el "abacá".
- Estas son fibras compuestas de múltiples células, las cuales se caracterizan principalmente por contener celulosa y lignina. Estos componentes les otorgan una elevada rigidez y resistencia.
- Tienen una resistencia térmica alta y son capaces de resistir golpes, bacterias y agua.
- La fibra de coco es reconocida por su fortaleza, longevidad y capacidad de recuperación, características que la hacen un material sumamente adaptable y apropiado para su uso en el sector del aislamiento, ya sea térmico o sonoro.
- Además, su gran porosidad, que puede alcanzar hasta un 95%, le otorga una capacidad sobresaliente para distribuir el aire y el agua. Incluso cuando está completamente saturada de agua, conserva una circulación de aire que supera el 20%, lo cual es beneficioso para la salud de las raíces.

➤ ***Características físicas de la fibra de Estopa de coco***

Las fibras de coco se caracterizan principalmente por las siguientes propiedades físicas (26):

- Diámetro/anchura 16 micrones

- Sola fibra longitud 20 a 30 cm.
- Densidad 0,85 g/cc.
- Romper el alargamiento 30 %
- El hincharse en agua el 5 % en diámetro
- No electroestática
- Inodora
- Resistente a la humedad - amplia difusión.
- No atacable por roedores.
- Difusión del vapor de agua
- Conductividad térmica: 0,043 a 0,045W/mk
- Reducción de los ruidos de percusión
- (de acuerdo con los espesores): 25 a 35 db (en forjado)
- Reducción de ruidos aéreos: 47 db (en media)
- Porosidad total (% v/v) 94-96
- Alta elasticidad
- Resistente a la polilla; resistente a los hongos y a la putrefacción

➤ **Composición química de la Fibra de estopa de coco**

Estas propiedades hacen que las fibras de coco sean adecuadas para diversas aplicaciones.

Tabla 3. Composición química de las fibras de coco

Composición química de las fibras de coco	
Lignina	45.84%
Celulosa	43.44%
Hemi-Celulosa	0.25%
Pectinas y compuestos relacionados	3.00%
Soluble en agua	5.25%
Ceniza	2.22%

Fuente: Adoptado de Medina et al. (21).

▪ **Usos de las Fibra de estopa de coco**

El mesocarpio y el epicarpio del coco, comúnmente referidos como cocos nucifera, tienen una variedad extensa de usos (21). Por ejemplo, estos materiales se emplean en la creación de indumentaria que puede resistir el agua salada, en la

producción de elementos como cuerdas, brochas, cabos, tapetes y filtros. Además, se utilizan para rellenar productos como colchones y cojines, entre otros artículos. La elevada presencia de lignina en este material le otorga una excelente capacidad para quemarse, lo que resulta beneficioso en situaciones donde se necesita un combustible de alta calidad (27).

▪ ***Aloe Vera***

La planta suculenta que se conoce comúnmente como sábila, pertenece a la familia de las liliáceas. Se caracteriza por sus hojas carnosas y puntiagudas que contienen una gelatinosa pulpa en su interior. Durante siglos, esta planta ha sido apreciada por sus múltiples ventajas para la salud y sus cualidades terapéuticas.

En el contexto del concreto, el Aloe vera se ha estudiado por sus posibles beneficios como aditivo (23). Algunas de las propiedades que lo hacen atractivo para su aplicación en el concreto son:

- ***Mejora de la trabajabilidad:*** El gel de Aloe vera puede actuar como un agente reductor de agua, lo que ayuda a mejorar la eficiencia de trabajo en el concreto. Al disminuir el volumen de agua requerido para lograr una mezcla manipulable, se puede potenciar la cohesión y la sencillez de aplicación del concreto en estado fresco.
- ***Aumento de la resistencia:*** Se ha propuesto que el uso de Aloe vera podría potenciar la durabilidad del concreto. Se ha evidenciado en diversas investigaciones que la integración de Aloe vera a la mezcla puede potenciar la resistencia tanto a la compresión como al estiramiento del concreto una vez que ha fraguado.
- ***Reducción de la fisuración:*** Debido a sus propiedades hidratantes y su capacidad para formar una capa protectora sobre la superficie, el Aloe vera puede ayudar a reducir la fisuración del concreto, especialmente en condiciones climáticas adversas o en entornos expuestos a la humedad y las diferencias de temperatura.
- ***Mejora de la durabilidad:*** El uso de Aloe vera en el concreto puede potenciar su durabilidad, ya que incrementa su resistencia frente a la

abrasión, la corrosión y los ataques químicos. Esto podría llevar a un incremento en la durabilidad de las construcciones de concreto y una disminución en los gastos de conservación en el futuro.

El Aloe vera, una planta perenne de la familia *Xanthorrhoeaceae*, es conocida por su rica composición química¹. He aquí algunos de sus componentes clave (22).

Agua: El gel de Aloe vera está compuesto principalmente por agua (>98%).

Polisacáridos: Incluidas las pectinas, la celulosa, la hemicelulosa, el glucomanano y el acemanano. El acemanano se considera el principal componente funcional del gel de Aloe vera.

Vitaminas: Está repleto de vitaminas A (betacaroteno), C y E, que son antioxidantes.

Enzimas: El Aloe vera contiene enzimas que ayudan en la descomposición de azúcares y grasas.

Minerales: Contiene minerales como calcio, magnesio, zinc y potasio.

Azúcares: El Aloe vera contiene azúcares, incluidos monosacáridos y polisacáridos.

Lignina: Esta sustancia, presente en el Aloe vera, proporciona capacidad de penetración en la piel.

Saponinas: Estas sustancias jabonosas forman aproximadamente el 3% del gel de Aloe vera y tienen propiedades limpiadoras y antisépticas.

Ácidos salicílicos: El Aloe vera contiene ácido salicílico que posee propiedades antiinflamatorias y antibacterianas.

Aminoácidos: El gel de Aloe vera incluye 20 de los 22 aminoácidos necesarios y 7 de los 8 esenciales.

Fitoquímicos: Las hojas de Aloe vera contienen fitoquímicos en estudio por su posible bioactividad, como lignanos, fitosteroles, polifenoles, mananos

acetilados, polimanos, antraquinonas C-glucósidos, antronas y otras antraquinonas, como la emodina y diversas lectinas.

2.2.2 Concreto

El hormigón es una amalgama artificial que contiene materiales diversos, formando fases continuas y discontinuas en su estado compacto, que se presume reacciona de manera uniforme ante el impacto. Se trata de un material elaborado por el hombre, donde las partículas de un componente –llamado agregado—se encuentran suspendidas en una matriz conocida como aglomerante, que las engloba. Según otra definición, el concreto es una combinación de cemento, agregado, líquido y sustancias prescritas por regulaciones específicas para cumplir con ciertas características determinadas (21). El concreto resulta de la mezcla homogénea de materiales granulares, cemento y agua en proporciones esenciales. Esta versatilidad permite la incorporación de aditivos para diversos propósitos, como acelerar o retardar el fraguado, mejorar la trabajabilidad de la mezcla o introducir aire, entre otros (28).

▪ *Propiedades del concreto*

Propiedades del concreto en estado fresco

Inicialmente, el concreto se presenta como un volumen o lo que comúnmente llaman, se presenta como "masa" que es suave y puede ser moldeada en diversas formas y estilos. Esta maleabilidad se mantiene a lo largo de toda su colocación y compactación. Además, el concreto recién mezclado debe tener una consistencia plástica o semifluida y ser capaz de ser moldeado manualmente, este es un beneficio relevante al momento de realizar la construcción de estructuras ya permite al hombre realizar su propia forma (28). Aunque una mezcla de concreto muy húmeda posiblemente puede servirse en moldes o cimbras, no se considera "plástica", es decir, no es flexible ni moldeable como un terrón de arcilla para modelar.

Propiedades específicas:

- ***Trabajabilidad:*** Esta propiedad hace referencia a la capacidad del concreto en estado fresco para ser enviado, colocado, vibrado para su adecuada puesta y terminado sin sufrir segregación (22).

- **Consistencia:** La consistencia indica el estado de fluidez del concreto en estado fresco. Se clasifica según su fluidez, siendo "seco" si no fluye y "fluido" si fluye. La consistencia también está relacionada con el grado de humedad de la mezcla fresca.
- **Plasticidad:** Se refiere a la capacidad del concreto fresco de ser moldeado fácilmente, pero manteniendo la capacidad de cambiar de forma lentamente si se retira el molde. Las mezclas concretas no muy secas ni muy fluidas se consideran plásticas.
- **Exudación:** Este fenómeno se produce cuando el agua se separa en la parte superior del concreto apenas colocado por todo su fraguado. Aunque la exudación es algo normal, y esta no afectará la efectividad del concreto, siempre que se haya colocado, acabado y curado adecuadamente.
- **Segregación:** La segregación ocurre cuando la mezcla de concreto en estado húmedo se descompone mecánicamente en sus partes que la componen, resultando en una separación del agregado grueso del mortero. Esto puede dar lugar a concretos menos duraderos y más débiles (22).
- **Tiempo de fraguado:** Este es el intervalo de tiempo que pasa desde la integración del agua a la mezcla hasta que el concreto libera su viscosidad. Se divide en fraguado inicial, cuando la mezcla está semidura y ligeramente hidratada, y fraguado final, cuando la mezcla se vuelve rígida y deja de deformarse con cargas pequeñas. El tiempo de fraguado proporciona información sobre el tiempo disponible para manipular, colocar, vibrar y curar el concreto, así como sobre el tiempo mínimo antes de poder transitar sobre él y comenzar el proceso de curado (12).

2.2.3 Pavimento

Es un componente esencial de la infraestructura vial, conformado por múltiples capas que se asientan sobre la subrasante del camino. Su principal función es resistir y distribuir las cargas generadas por el tráfico vehicular, contribuyendo así a mejorar las condiciones de seguridad y confort para el tránsito (28).

Este sistema de capas, conocido como estructura del pavimento, está diseñado para proporcionar estabilidad estructural, resistencia al desgaste y

durabilidad a lo largo del tiempo. Cada capa cumple un papel específico en la distribución de cargas y la disipación de esfuerzos, desde la capa superior de rodadura hasta la subrasante.

Además de soportar las cargas vehiculares, el pavimento también debe ser capaz de resistir otros factores que pueden afectar su desempeño, como la acción del clima, el agua y los productos químicos, así como el paso del tiempo y el mantenimiento adecuado.

- ***El pavimento rígido***

Se caracteriza por ser una estructura robusta, compuesta por una carpeta de rodadura conformada por losa o losas de concreto. Esta losa de concreto está diseñada para soportar y distribuir eficientemente las cargas generadas por el tránsito vehicular, lo que la convierte en una opción específica para vías con alto volumen de circulación y cargas pesadas.

El concreto utilizado en el pavimento rígido es un material de construcción reconocido por su resistencia a soportar grandes esfuerzos y deformaciones bajo compresión. Está compuesto principalmente por cemento, agua y agregados pétreos, como arena y grava. En algunos casos, se pueden agregar elementos o materiales especiales para optimizar sus características, como la resistencia, la durabilidad o la trabajabilidad durante la colocación.

- ***Agregados***

- ***Agregados finos***

Consisten en partículas que tienen la capacidad de pasar el tamiz de 3/8". Principalmente, estas partículas están conformadas por arena, que puede presentar una variedad de granulometrías, desde fina hasta gruesa, dependiendo de su origen y proceso de producción. La diversidad en la granulometría de la arena permite ajustar las propiedades del concreto según las necesidades específicas de cada proyecto de construcción, como la trabajabilidad, la resistencia y la durabilidad.

- ***Agregados gruesos***

Son aquellos materiales contenidos en el tamiz N° 4, lo que indica que tienen un tamaño mayor que las partículas que pasan por este tamiz. Estos

materiales se obtienen principalmente a partir de la desintegración natural o artificial de rocas. Se clasifican en diversas categorías, como gravas y piedras chancadas, dependiendo de su tamaño, forma y origen geológico. Los agregados gruesos desempeñan un papel esencial en la resistencia y estabilidad del concreto, proporcionando la estructura y el soporte necesarios para enfrentar las cargas de servicio y las condiciones ambientales a las que estará expuesto el material en su uso final.

- ***Cemento***

Es el material clave en la elaboración del concreto, actuando como aglomerante con propiedades especiales de adherencia. Cuando se combina con agua y agregados, facilita la unión de estos componentes para formar un material compacto con alta durabilidad y resistencia a las cargas externas. Esta combinación de elementos proporciona al concreto las cualidades necesarias para su uso en una variedad de aplicaciones de construcción, desde pavimentos hasta estructuras de edificación.

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1. Aditivos: Son sustancias que se añaden al concreto para alterar sus propiedades tanto en estado fresco como endurecido. Estos aditivos pueden ser de naturaleza química o mineral y se utilizan para mejorar diversas características del concreto, como la trabajabilidad, la resistencia, la adherencia y la durabilidad (29).

2.3.2. Agrietamiento: Este fenómeno se caracteriza por la división del concreto en uno o más elementos, resultado de una fractura. La apertura de estas grietas es incontrolada y atraviesa todo el espesor del material.

2.3.3. Dosificación: La dosificación del concreto implica establecer las proporciones adecuadas de los materiales que comprende a la mezcla. Esto se realiza con el fin de obtener la resistencia, durabilidad, acabado o adherencia deseados. Se expresa generalmente en gramos por metro (g/m) y es un paso crítico en el proceso de producción de concreto (29).

- 2.3.4. Durabilidad del concreto:** Se define como su capacidad para resistir la acción del medio, incluyendo ataques químicos, biológicos, abrasión y otros procesos de daño y desgaste. Una adecuada durabilidad es fundamental para garantizar la vida útil y el rendimiento a largo plazo de las estructuras de concreto (29).
- 2.3.5. Fisuración:** Se refiere a las roturas que afectan la superficie o el acabado superficial de una estructura de concreto. Estas fisuras pueden manifestarse como grietas finas o pequeñas aberturas en la superficie.
- 2.3.6. Fraguado:** Se refiere a las reacciones químicas que se dan entre los componentes minerales del clínker, el sulfato cálcico y el agua. Las reacciones conducen a la hidratación del cemento Portland, resultando en el endurecimiento gradual del concreto. Estas reacciones son simultáneas, ocurren a diferentes velocidades y se influyen mutuamente hasta que el concreto alcanza su estado endurecido (28).
- 2.3.7. Relación agua-cemento:** Es la proporción de agua con respecto al cemento en una mezcla de concreto. Por razones de trabajabilidad, generalmente se requiere una mayor cantidad de agua que de cemento. Esta relación se conoce como agua de consistencia normal y es crucial para lograr una mezcla adecuada que garantice la resistencia y durabilidad del concreto (19).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Método, y alcance de la investigación

Para abordar la investigación, se recolectaron datos sobre las características de los materiales requeridos para la formulación de la mezcla. Esto implicó la elección del cemento a utilizar, en este caso, el tipo MS. Asimismo, se realizaron pruebas en los agregados para evaluar su tamaño de partícula, contenido de humedad, absorción, módulo de fineza, entre otros factores que son esenciales para la preparación de la mezcla. Adicionalmente, se trataron el agua potable, las fibras de Estopa de coco y el Aloe vera antes de su inclusión en la preparación de la mezcla.

La formulación de la mezcla se llevó a cabo siguiendo el método científico, apuntando a una resistencia definida de $f'_c=280 \text{ Kg/cm}^2$. Además, se incorporaron FEC en una proporción del 0.5 % al 1.0 % y AV del 1.0 % al 1.05 %, estas proporciones se determinaron en base a la cantidad final de cemento resultante del diseño.

Tipo de la investigación

De acuerdo con Valderrama (30), la investigación aplicada se enfoca en obtener conocimientos que puedan ser aplicados de inmediato a situaciones concretas y reales. Este tipo de estudio se realiza con el objetivo de entender las interacciones sociales, económicas, políticas y culturales en un área específica; con la intención de sugerir soluciones prácticas, factibles y relevantes a los problemas detectados. En este marco, la investigación presentada se categoriza como investigación aplicada.

Nivel de la investigación

Este estudio emplea un nivel de investigación explicativo. Este método se basa en determinar la relación causa-efecto entre las variables de la investigación y los parámetros de interés, como la resistencia a la compresión (RC) y la

resistencia a la flexión (RF) del concreto, así como su manejabilidad. La meta es interpretar los resultados obtenidos mediante el empleo de variables, que forma la parte experimental del proyecto.

Según Hernández (31), el objetivo principal del enfoque explicativo es entender las razones detrás de un fenómeno y las circunstancias en las que se presenta, además de descubrir las conexiones entre dos o más variables. En este contexto, el interés se centra en comprender cómo la adición de FEC y AV, en distintas proporciones, influye en las características mecánicas y la manejabilidad del concreto, ofreciendo una descripción minuciosa de los resultados alcanzados.

Diseño

Este estudio se rige por un diseño experimental, clasificándose como cuasiexperimental, el cual se complementa con un diseño específico de Prueba Única y Grupo Control. Según Valderrama (29), en este modelo de diseño, se forman dos conjuntos: uno que recibe el tratamiento experimental (conocido como grupo experimental) y otro que no recibe tal tratamiento (denominado grupo de control).

En el grupo cuasiexperimental, se introducen las variables o intervenciones que están bajo evaluación. Por otro lado, en el grupo de control, se preservan las condiciones o situaciones usuales sin realizar ningún cambio. Esta metodología permite comparar los resultados obtenidos entre ambos grupos y determinar el efecto del tratamiento experimental (30).

GE: X O₁

CE: – O₂

Donde:

G.E. Grupo experimental

G.C. Grupo de control

O 1 y O 2: Post test

X: manipulación de la variable independiente

Tabla 4. Tabla de diseños a compresión de la adición de las Fibra de estopa de coco más Aloe vera

DISEÑOS		
$M0 = G.C_1$	---	O1
$M1 = G.E_1$	0.5% Fibra de estopa de coco+ 1.0% Aloe vera	O2
$M2 = G.E_2$	1.0% Fibra de estopa de coco + 1.0% Aloe vera	O3
$M3 = G.E_3$	1.0% Fibra de estopa de coco + 1.5% Aloe vera	O4

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 5. Tabla de diseños a flexión de la adición de las Fibra de estopa de coco más Aloe vera

DISEÑOS		
$M0 = G.C_2$	---	O1
$M1 = G.E_1$	0.5% Fibra de estopa de coco+ 1.0% Aloe vera	O2
$M2 = G.E_2$	1.0% Fibra de estopa de coco + 1.0% Aloe vera	O3
$M3 = G.E_3$	1.0% Fibra de estopa de coco + 1.5% Aloe vera	O4

Fuente: *Elaboración propia.*

3.2 Diseño de la investigación

Método de investigación

En esta investigación, se emplea el método científico con una orientación cuantitativa. Esta orientación se caracteriza por la recopilación y evaluación de datos numéricos, los cuales se obtienen mediante herramientas estandarizadas. Dichas herramientas están diseñadas con el propósito específico de medir de forma precisa y objetiva las variables de interés, lo que facilita la demostración de la validez y fiabilidad de los resultados alcanzados.

El análisis estadístico se aplicará a los datos obtenidos con el objetivo de descubrir patrones, correlaciones y tendencias de importancia. Este estudio estadístico ofrecerá un fundamento firme para la comprensión de los hallazgos y la generación de conclusiones respaldadas por datos objetivos (31).

3.3 Población y muestra

Población:

El grupo de estudio en esta indagación está compuesto por cilindros de prueba y vigas, los cuales fueron fabricados en un laboratorio especializado en tecnología del concreto. Este laboratorio cuenta con la certificación apropiada de acuerdo con las normas *NTP 339.033* y *ASTM C 31*. En total, se elaboraron 36 probetas y 36 viguetas para los ensayos RC y RF, respectivamente.

Muestra:

Se utiliza la técnica de muestreo no probabilístico, que implica la recolección de muestras de forma directa y aleatoria de toda la población existente. En esta situación, todas las muestras diseñadas serán evaluadas de acuerdo con los porcentajes de integración de fibras de coco y aloe Vera. Esto garantiza que cada muestra tenga la misma oportunidad de ser seleccionada y representa adecuadamente la diversidad de la población. Para este caso se usará la totalidad de la población como muestra, esto es, 36 probetas y 36 viguetas para los ensayos RC y RF, respectivamente.

Tabla 6. Cuadro de cantidad de probetas a compresión

Tipo de grupo	Diseño	Cantidad de probetas			Parcial
		7 días	14 días	28 días	
<i>G. C₁</i>	Control	3	3	3	9
<i>G. E₁</i>	0.5% Fibra de estopa de coco + 1.0% Aloe vera	3	3	3	9
<i>G. E₂</i>	1.0% Fibra de estopa de coco + 1.0% Aloe vera	3	3	3	9
<i>G. E₃</i>	1.0% Fibra de estopa de coco + 1.5% Aloe vera	3	3	3	9
Total					36

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 7. Cuadro de cantidad de probetas a flexión

Tipo de grupo	Diseño	Cantidad de probetas			Parcial
		7 días	14 días	28 días	
<i>G. C₂</i>	Control	3	3	3	9
<i>G. E₁</i>	0.5% Fibra de estopa de coco + 1.0% Aloe vera	3	3	3	9
<i>G. E₂</i>	1.0% Fibra de estopa de coco + 1.0% Aloe vera	3	3	3	9
<i>G. E₃</i>	1.0% Fibra de estopa de coco + 1.5% Aloe vera	3	3	3	9
Total					36

Fuente: *Elaboración propia.*

Los porcentajes seleccionados de fibras de coco y aloe vera para la investigación se justifican con base en estudios previos que analizan estas adiciones en diferentes contextos.

En el caso de las fibras de coco, Ahmad (2020) y Mas y Solano (2023), evaluaron porcentajes de 0.5%, 1%, 1.5% y 2%, observando que estas dosificaciones tienen un impacto significativo en la resistencia mecánica del concreto (14; 21). Asimismo, Yusra (2024) utilizó dosificaciones similares en su análisis, lo que confirma la pertinencia de estos rangos para determinar su efecto en propiedades mecánicas (17).

Para el aloe vera, Huamán (2018) estudió proporciones de 1% a 3% en mezclas de concreto, concluyendo que valores entre 1% y 1.5% optimizan la resistencia a la compresión axial sin comprometer la trabajabilidad (19). Esta conclusión se respalda en estudios como el de Espinoza (2021), quien experimentó con mayores porcentajes y evidenció que dosificaciones controladas como las que propones (1% y 1.5%) son ideales para evitar efectos adversos (23).

Tabla 8. Dosificaciones de autores

Autor	Año	Título	Dosificaciones
Ahmad	2020	Effect of Coconut Fiber Length and Content on Properties of High Strength Concrete	fibras de coco: 0.5%, 1%, 1.5%, 2%
Bijo y Sujatha	2022	Mechanical strength and impact resistance of hybrid fiber reinforced concrete with coconut and polypropylene fibers	fibras de propileno: 0.1%, 0.2% y 0.3% fibras de coco: 0.2%, 0.3% y 0.4%
Prakash	2020	Fabrication and evaluation of physical and mechanical properties of jute and coconut coir reinforced polymer matrix composite	fibras de Yute: 85% fibras de coco: 15%
Yusra	2024	Effect of the Addition of Natural Fibers on the Mechanical Properties of Concrete	ceniza de coco (0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2%)
Shatt et al.	2024	Study of the Mechanical and Physical Properties of Pervious Concrete Modified with Treated and Untreated Natural Coconut Fiber for Pavement	fibras de coco (3%, 6% y 9%)

Huaman	2018	Influencia de la incorporación del Aloe vera en la mezcla del concreto estructural $f'_c=210$ kg/cm, sobre la resistencia a la compresión axial del concreto en la ciudad de Abancay-Apurímac	Aloe vera (1%, 1.5%, 2% y 2.5% y 3%)
Huaranga	2020	Incidencia de la fibra de coco utilizando proporciones variables de 0.1%, 0.2% y 0.3% en las propiedades de resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto, Lima 2019	fibra de coco (0.1%, 0.2% y 0.3%)
Mas y Solano	2023	Diseño y evaluación del concreto sostenible $f'_c=210$ kg/cm ² elaborado con fibra de coco para aumentar la capacidad resistente en compresión y flexión de estructuras en viviendas multifamiliares en Huancayo - Perú	fibra de coco (0.5%, 1%, 1.5% y 2%)
Medina, Pérez y Luya	2021	Influencia fibra de Fibra de estopa de coco al de 1.5 % - 2 % y penca de tuna 1.5 % - 2 % en la trabajabilidad, las resistencias a la compresión y flexión del concreto $F'C=210$ kg/cm ² , Huancayo - Junín 2021	fibras de coco (1.5% y 2%)
Espinoza	2021	Diseño de bloques de concreto con aditivo natural de Aloe vera para uso en la construcción en el distrito de Nueva Cajamarca-Rioja-San Martín	Aloe vera (2%, 4%, 6% y 8%)

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, las proporciones de 0.5% y 1% para fibra de coco, y de 1% y 1.5% para aloe vera, están respaldadas por investigaciones recientes, garantizando un enfoque práctico y basado en evidencia para evaluar su influencia en el pavimento rígido.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos:

La técnica seleccionada para la recolección de datos será la observación directa. Esto se refiere a la supervisión del proceso de agregar aditivos, tales como Aloe vera y fibras de coco, al concreto. Se llevará a cabo un seguimiento detallado de este proceso durante la preparación de las muestras en el laboratorio. Esta técnica permitirá obtener información

precisa y detallada sobre cómo se incorporan los aditivos en el concreto antes de realizar los análisis posteriores en el laboratorio.

Técnicas de análisis y procesamiento de datos:

Para el análisis y procesamiento de datos, se utilizará la ficha de observación. Este dispositivo es un formulario organizado que documenta los resultados recolectados durante las pruebas de cada muestra y viga, de acuerdo con los procedimientos previamente establecidos. La hoja de observación simplificará la organización de los datos recopilados y proporcionará una comparación exacta de los resultados logrados en cada conjunto de muestras. A continuación, se muestran algunas imágenes de procedimientos que se consideran relevantes para el desarrollo de la investigación.

Ensayos al agregado fino



Figura 3. Agregado fino - Acopio Km 12+500 LI.



Figura 4. Granulometría del agregado fino.



Figura 5. Ensayo de peso unitario - agregado fino.



Figura 6. Ensayo de humedad.

Ensayos al agregado grueso



Figura 7. Agregado grueso - acopio km 11+900 LD.



Figura 8. Ensayo de humedad al agregado grueso.



Figura 9. Ensayo de peso unitario al agregado grueso.



Figura 10. Ensayo de peso específico - agregado grueso.

Fibras de coco

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron fibras de coco con un corte de 5cm. Ello se muestra a continuación:



Figura 11. *Fibra de coco - cortado a 5 cm.*

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados del tratamiento y análisis de la información

4.1.1. Resultados de ensayo a la resistencia a la compresión

Tabla 9.

Ensayo a la resistencia a la compresión a los 7d, 14d, y 28d

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN												
DOSIFICACIÓN	COD	FECHA		EDAD N° DÍAS	ASENT. (plg)	DIMENSIONES		CARGA (Kg)	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA		TIPO DE FRACTURA
		MOLDEO	ROTURA			Diametro (cm)	Area (cm2)			(Kg/cm2)	%	
G.C1 - PATRON	P-01	05/07/2024	12/07/2024	7	6	15	18099	51740.06	280	286	102.1	TIPO IV
		05/07/2024	12/07/2024	7	6	15	18534	53004.08	280	286.1	102.2	TIPO II
		05/07/2024	12/07/2024	7	6	15	18268	51033.64	280	279.5	99.8	TIPO II
	P-02	05/07/2024	19/07/2024	14	6	15	18090	56686.03	280	313.5	112.0	TIPO III
		05/07/2024	19/07/2024	14	6	15	18197	55620.8	280	305.8	109.2	TIPO V
		05/07/2024	19/07/2024	14	6	15	18305	58617.74	280	320.3	114.4	TIPO II
	P-03	05/07/2024	02/08/2024	28	6	15	18213	62807.34	280	345	123.2	TIPO V

		05/07/2024	02/08/2024	28	6	15	18209	64070.34	280	352	125.7	TIPO II
		05/07/2024	02/08/2024	28	6	15	18214	64678.9	280	355.2	126.9	TIPO V
G.E1 0.5% FEC + 1% AV	M1-01	09/07/2024	16/07/2024	7	6	15	18073	60709.48	280	336	120.0	TIPO IV
		09/07/2024	16/07/2024	7	6	15	18150	60560.65	280	333.8	119.2	TIPO V
		09/07/2024	16/07/2024	7	6	15	18122	60775.74	280	335.5	119.8	TIPO V
	M1-02	09/07/2024	23/07/2024	14	6	15	18161	68290.52	280	376.2	134.4	TIPO V
		09/07/2024	23/07/2024	14	6	15	18008	68714.58	280	381.7	136.3	TIPO V
		09/07/2024	23/07/2024	14	6	15	18194	66960.24	280	368.2	131.5	TIPO II
	M1-03	09/07/2024	06/08/2024	28	6	15	1808	80458.72	280	445.1	159.0	TIPO IV
		09/07/2024	06/08/2024	28	6	15	18144	792793.1	280	436.9	156.0	TIPO IV
		09/07/2024	06/08/2024	28	6	15	18163	80020.39	280	440.7	157.4	TIPO II
G.E2 1% FEC + 1%AV	M2-01	11/07/2024	18/07/2024	7	6	15	18179	50093.78	280	275.7	98.5	TIPO II
		11/07/2024	18/07/2024	7	6	15	18307	50948.01	280	278.4	99.4	TIPO V
		11/07/2024	18/07/2024	7	6	15	18237	46796.13	280	256.7	91.7	TIPO V
	M2-02	11/07/2024	25/07/2024	14	6	15	18652	58891.95	280	315.9	112.8	TIPO V
		11/07/2024	25/07/2024	14	6	15	18181	60012.23	280	330.2	117.9	TIPO V
		11/07/2024	25/07/2024	14	6	15	18112	58121.3	280	321	114.6	TIPO II
	M2-03	11/07/2024	08/08/2024	28	6	15	18201	60583.08	280	333	118.9	TIPO IV

		11/07/2024	08/08/2024	28	6	15	1813	60949.03	280	335.7	119.9	TIPO IV
		11/07/2024	08/08/2024	28	6	15	18139	60956.17	280	336.2	120.1	TIPO V
G.E3 1%FEC+ 1.5% AV	M3-01	13/07/2024	20/07/2024	7	6	15	18333	43976.55	280	240	85.7	TIPO V
		13/07/2024	20/07/2024	7	6	15	18252	43893.99	280	240.6	85.9	TIPO V
		13/07/2024	20/07/2024	7	6	15	18114	43762.49	280	241.7	86.3	TIPO VI
	M2-02	13/07/2024	27/07/2024	14	6	15	18156	47387.36	280	261.1	93.3	TIPO V
		13/07/2024	27/07/2024	14	6	15	18091	50635.07	280	280	100.0	TIPO II
		13/07/2024	27/07/2024	14	6	15	18171	48616.72	280	267.6	95.6	TIPO II
	M3-03	13/07/2024	10/08/2024	28	6	15	18093	61649.34	280	340.9	121.8	TIPO V
		13/07/2024	10/08/2024	28	6	15	18145	59031.6	280	325.4	116.2	TIPO V
		13/07/2024	10/08/2024	28	6	15	18163	60275.23	280	332	118.6	TIPO IV

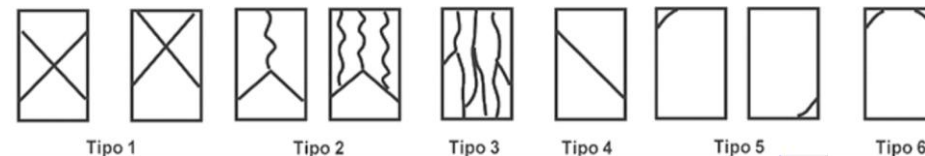
OBSERVACIONES

TIPOS DE FRACTURA

Muestras elaboradas por GICA PERÚ.

La siguiente documentación no se tendrá que reproducir sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004:1993).

Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras elaboradas en laboratorio GICA PERU EIRL.



Fuente: Elaboración propia.

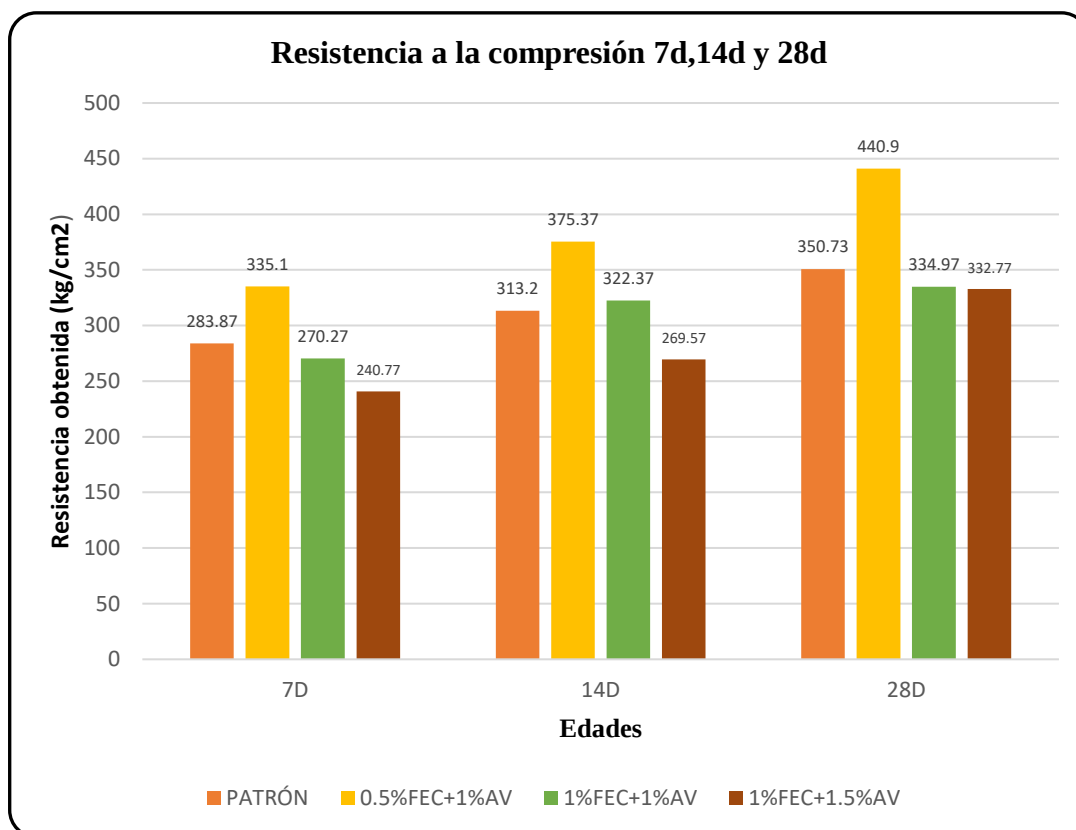


Figura 12. Resistencia a la compresión a los 7d,14d y 28d.

Fuente: *Elaboración propia.*

En los resultados obtenidos, se observa que el concreto patrón presentó una resistencia promedio a los 7 días de 283.87 kg/cm², 313.20 kg/cm² a los 14 días y 350.73 kg/cm² a los 28 días. Por otro lado, al analizar el concreto con 0.5% de estopas de coco y 1% de Aloe vera, se registró una resistencia promedio de 335.10 kg/cm² a los 7 días, 375.37 kg/cm² a los 14 días y 440.90 kg/cm² a los 28 días. Para el concreto con 1% de estopas de coco y 1% de Aloe vera, se registró una resistencia promedio de 270.27 kg/cm² a los 7 días, 322.37 kg/cm² a los 14 días y 334.97 kg/cm² a los 28 días.

Finalmente, para el concreto con integración de 1% de estopas de coco y 1.5% de Aloe vera, se registró una resistencia promedio de 240.77 kg/cm² a los 7 días, 269.57 kg/cm² a los 14 días y a los 332.77 kg/cm² a los 28 días. Estos resultados son alentadores y respaldan la idoneidad del material para proyectos de construcción. Según el cuadro 14.7: Valores recomendados de resistencia del concreto según el rango de tráfico del Manual de Carreteras del MTC (37), la resistencia mínima equivalente para concretos es de 280 kg/cm² a la edad de 28 días, la cual se evidencia en todos los

resultados obtenidos, puesto estos son valores mayores, cumpliendo lo que indica la normativa.

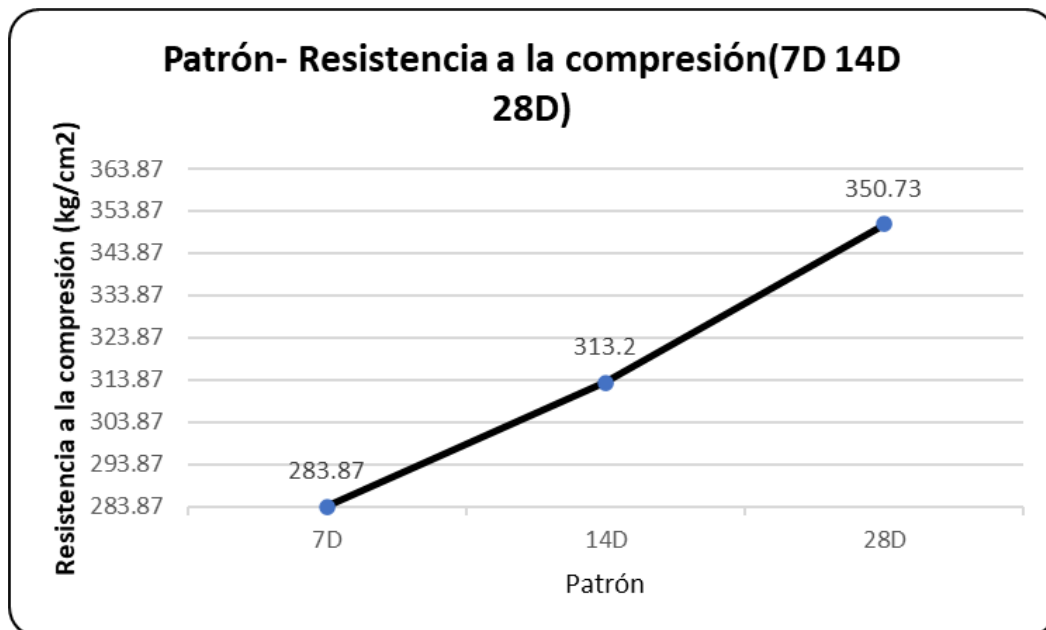


Figura 13. Ensayo a la resistencia a la compresión- Patrón a los 7d,14d y 28d.

Fuente: *Elaboración propia.*

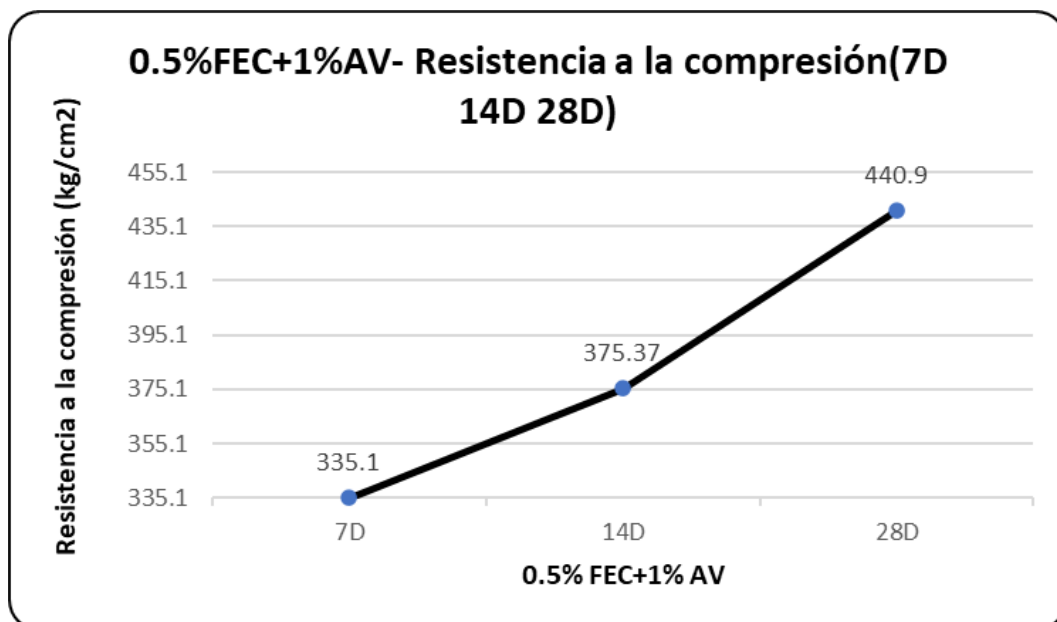


Figura 14. Ensayo a la resistencia a la compresión- 0.5%FEC+1%AV a los 7d, 14d y 28d.

Fuente: *Elaboración propia.*

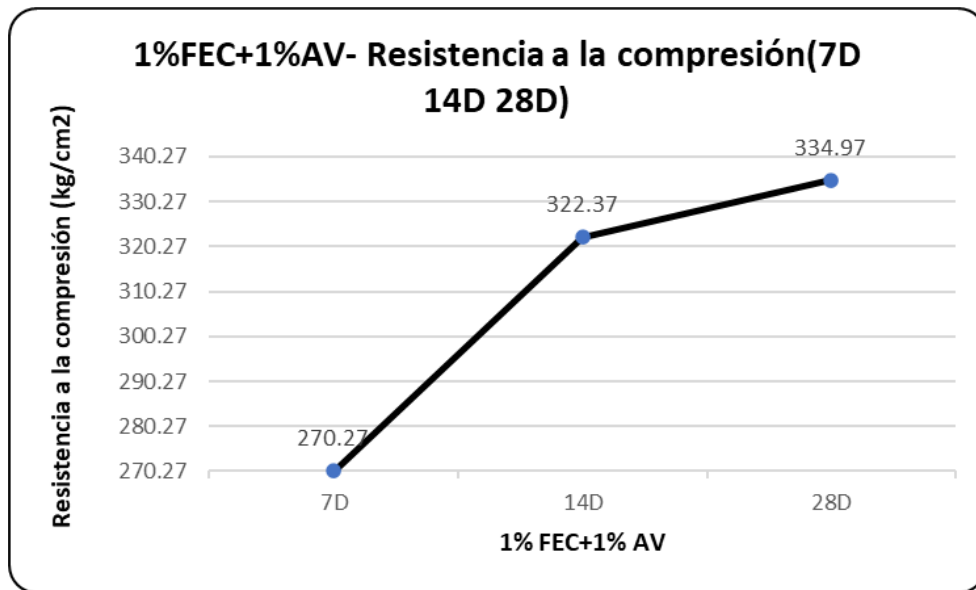


Figura 15. Ensayo a la resistencia a la compresión- 1%FEC+1%AV a los 7d, 14d y 28d.
Fuente: *Elaboración propia.*

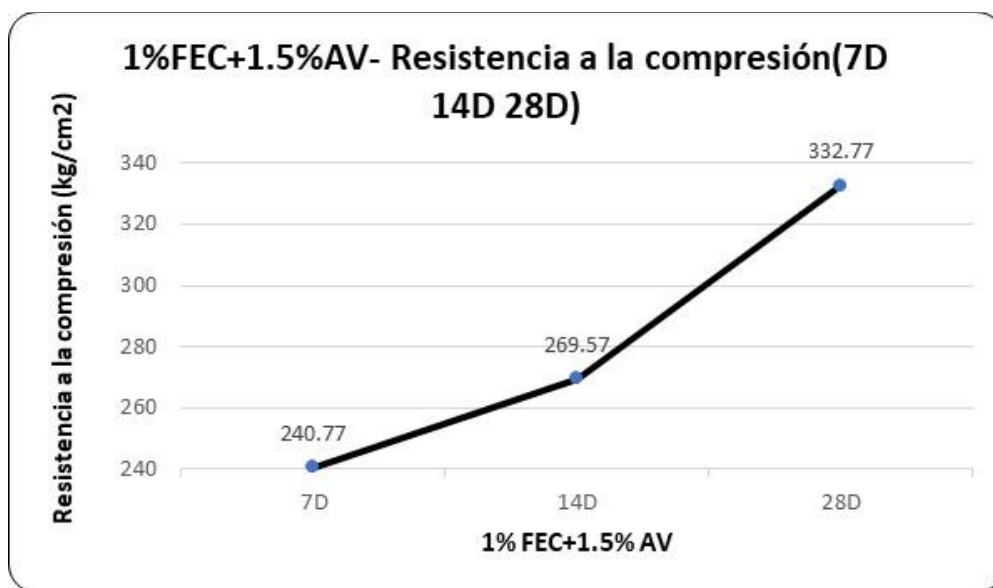


Figura 16. Ensayo a la resistencia a la compresión- 1%FEC+1.5%AV a los 7d, 14d y 28d.
Fuente: *Elaboración propia.*

En los gráficos mostrados anteriormente, se puede observar la variación de la resistencia a la compresión a los 7d, 14d y 28d para cada muestra.

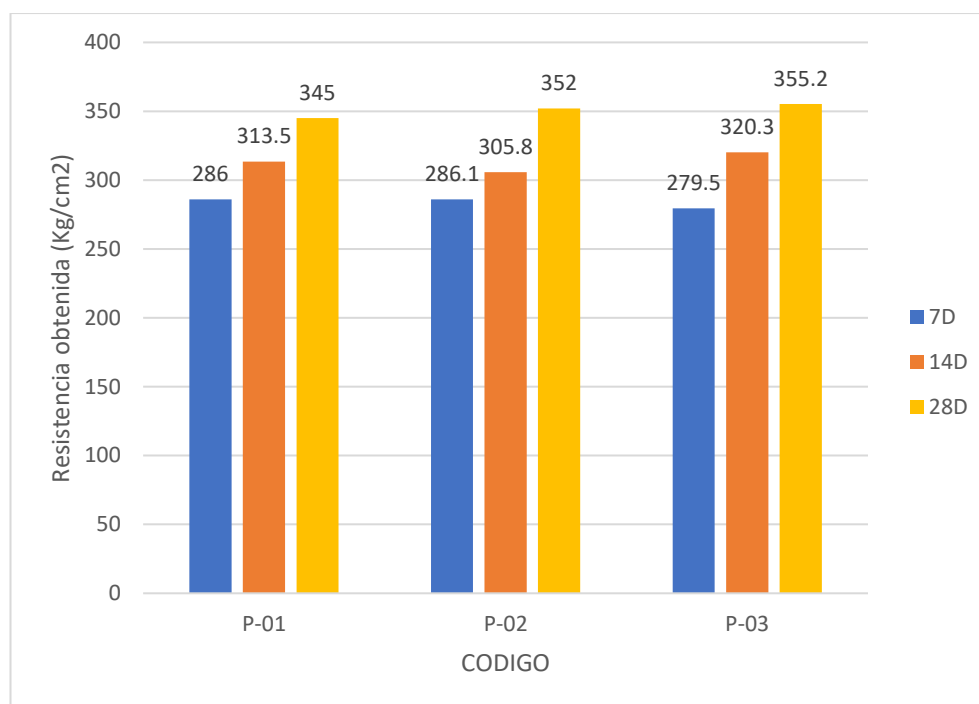


Figura 17. Resistencia a la compresión 7d,14d y 28d respecto a dosificación patrón.
Fuente: *Elaboración propia.*

La resistencia obtenida muestra un claro incremento con el tiempo. A los 7 días, la resistencia promedio es de aproximadamente 283.5 kg/cm², mientras que, a los 28 días, el promedio se eleva a 350 kg/cm². Este patrón es típico en materiales de construcción como el concreto, donde la resistencia aumenta significativamente con el tiempo.

Los datos reflejan un material que se fortalece con el tiempo, con un incremento significativo en la resistencia desde los 7 hasta los 28 días. La consistencia en las mediciones sugiere un buen proceso de curado y mezcla, lo que resulta crucial para su uso en aplicaciones estructurales.

Dicho esto, los resultados son alentadores y respaldan la idoneidad del material para proyectos de construcción. Según el cuadro 14.7: “Valores recomendados de resistencia del concreto según el rango de tráfico” del Manual de Carreteras del MTC (37), la resistencia mínima equivalente para concretos es de 280 kg/cm² a la edad de 28 días el cual se evidencia en todos los resultados obtenidos, puesto estos son valores mayores, cumpliendo lo que indica la normativa.

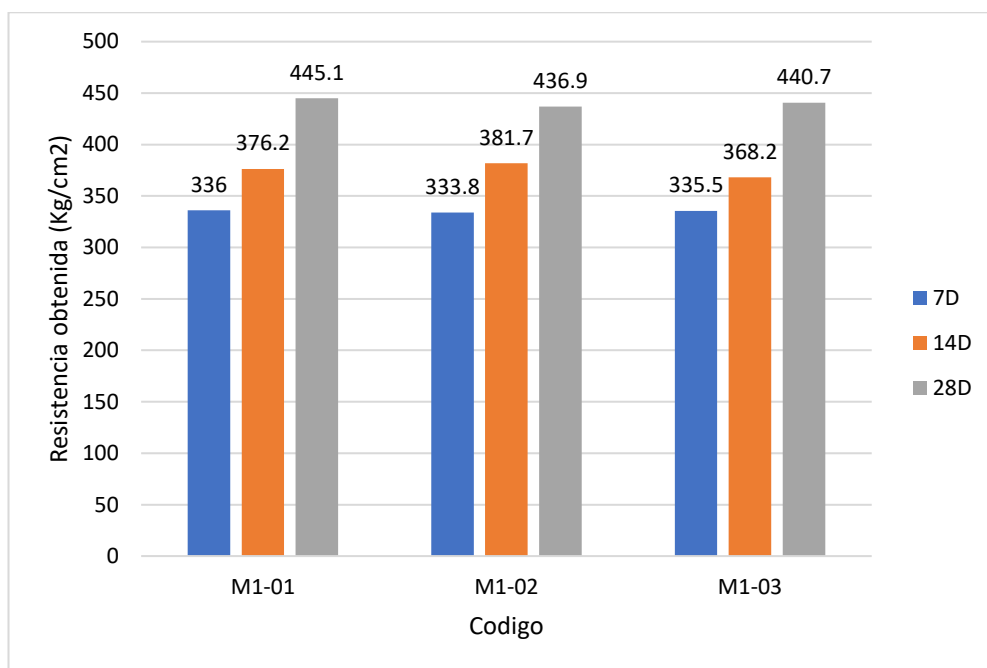


Figura 18. Resistencia a la compresión 7d,14d y 28d respecto a dosificación 0.5% FEC + 1% AV.
Fuente: *Elaboración propia.*

La resistencia obtenida muestra un aumento notable a medida que avanza el tiempo. A los 7 días, el promedio es de aproximadamente 335.1 kg/cm², mientras que, a los 28 días, el promedio sube a 440.9 kg/cm². Esto indica un buen desarrollo de la resistencia en el material.

Dicho esto, los datos muestran un material que se fortalece de manera efectiva a lo largo del tiempo, con una subida significativa en la resistencia de los 7 a los 28 días. La consistencia y los altos valores de resistencia son indicativos de un buen proceso de curado y calidad de mezcla, lo que genera que este material sea altamente recomendable para proyectos de construcción.

Estos resultados son alentadores y respaldan la idoneidad del material para proyectos de construcción. Según el cuadro 14.7: “Valores recomendados de resistencia del concreto según el rango de tráfico” del Manual de Carreteras del MTC (37), la resistencia mínima equivalente para concretos es de 280 kg/cm² a la edad de 28 días el cual se evidencia en todos los resultados obtenidos, puesto estos son valores mayores, cumpliendo lo que indica la normativa.

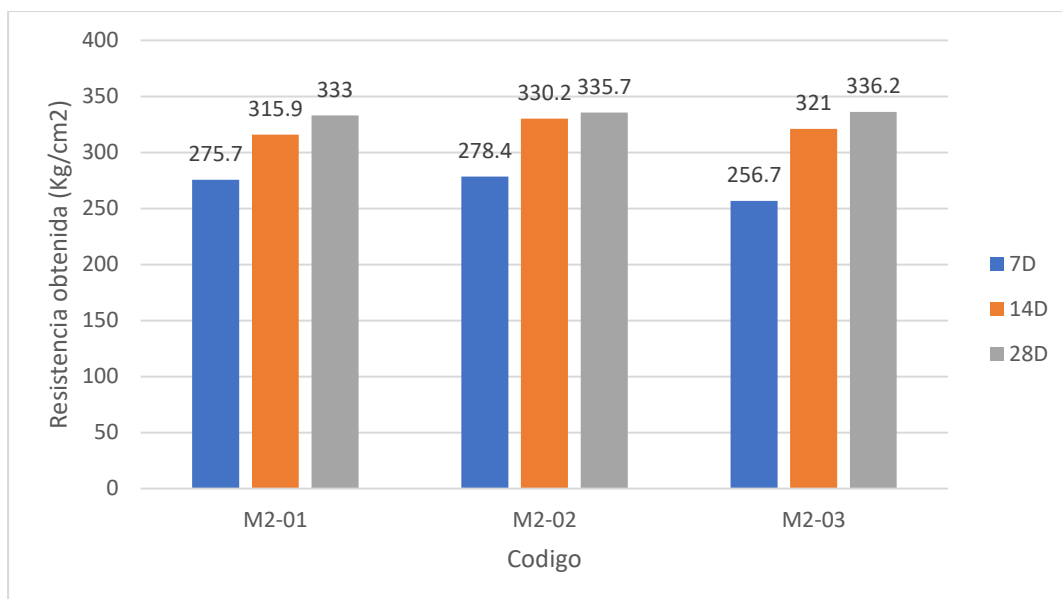


Figura 19. Resistencia a la compresión 7d,14d y 28d respecto a dosificación 1% FEC + 1%AV.
Fuente: *Elaboración propia.*

La resistencia obtenida muestra un aumento claro con el tiempo. A los 7 días, la resistencia promedio es de aproximadamente 270.3 kg/cm², mientras que, a los 28 días, el promedio se eleva a 335.3 kg/cm². Esto indica que el material mejora su resistencia a medida que envejece, aunque el incremento es más moderado en comparación con otros conjuntos de datos.

Los datos muestran un material que se fortalece con el tiempo, con un aumento moderado en la resistencia de los 7 a los 28 días. La variabilidad en las mediciones iniciales sugiere que es importante mantener un control riguroso en el proceso de mezcla y curado para garantizar la calidad del material. A pesar de los incrementos moderados, los resultados son alentadores para su uso en aplicaciones estructurales.

Estos resultados son alentadores y respaldan la idoneidad del material para proyectos de construcción. Según el cuadro 14.7: “Valores recomendados de resistencia del concreto según el rango de tráfico” del Manual de Carreteras del MTC (37), la resistencia mínima equivalente para concretos es de 280 kg/cm² a la edad de 28 días el cual se evidencia en todos los resultados obtenidos, puesto estos son valores mayores, cumpliendo lo que indica la normativa.

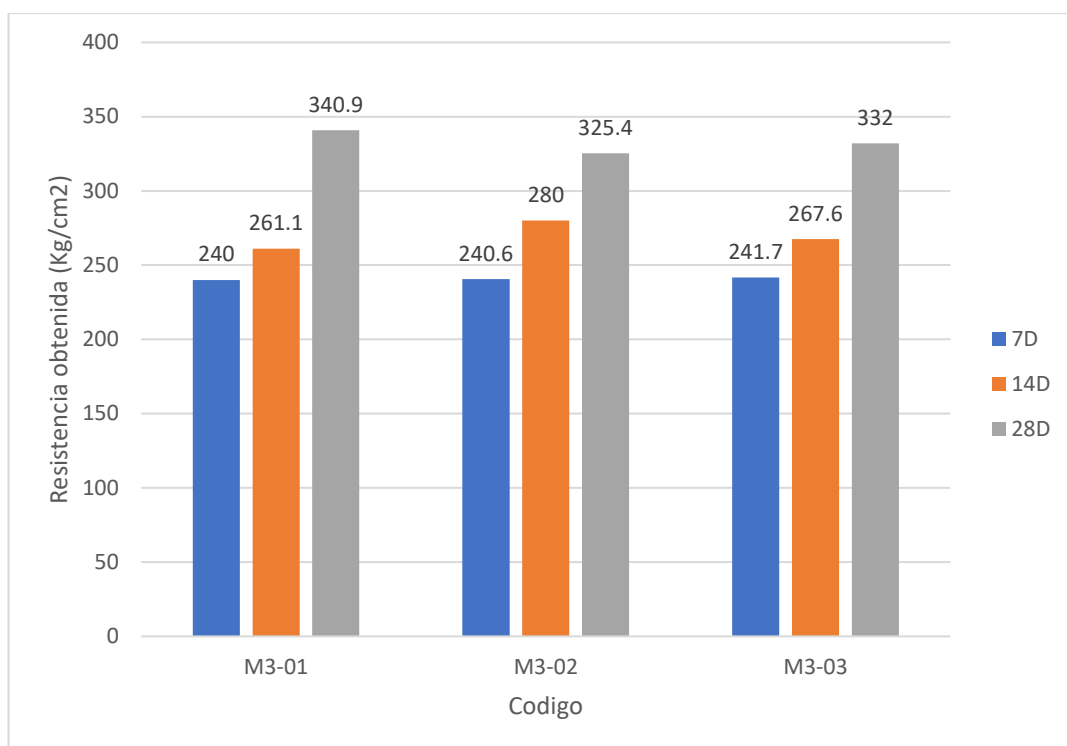


Figura 20. Resistencia a la compresión 7d,14d y 28d respecto a dosificación 1%FEC+ 1.5% AV.
Fuente: *Elaboración propia.*

La resistencia obtenida muestra un aumento significativo a medida que avanza el tiempo. A los 7 días, la resistencia promedio es de aproximadamente 240.8 kg/cm², y a los 28 días, el promedio se eleva a 332.1 kg/cm². Este patrón indica que el material está desarrollando resistencia de manera efectiva.

Los datos muestran un material que se fortalece con el tiempo, con un incremento considerable en la resistencia de los 7 a los 28 días. La consistencia en las mediciones iniciales es positiva, y el notable incremento a los 28 días indica que el material es confiable para su uso en aplicaciones estructurales. Estos resultados resaltan la importancia de un buen control en el proceso de mezcla y curado.

Estos resultados son alentadores y respaldan la idoneidad del material para proyectos de construcción. Según el cuadro 14.7: “Valores recomendados de resistencia del concreto según el rango de tráfico” del Manual de Carreteras del MTC (37), la resistencia mínima equivalente para concretos es de 280 kg/cm² a la edad de 28 días el cual se evidencia en todos los resultados obtenidos, puesto estos son valores mayores, cumpliendo lo que indica la normativa.

4.1.2. Resultados de ensayos a la resistencia a la flexión

Tabla 10. Resistencia a la flexión a los 7d, 14d y 28d

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN										
DOSIFICACIÓN	COD	FECHA		EDAD N° DÍAS	ASENT. (plg)	DIMENSIONES			CARGA (kg)	Módulo de rotura (kg/cm2)
		MOLDEO	ROTURA			Ancho (cm)	Altura (cm)	Longitud (cm)		
G.C2 - PATRON	P-01	09/07/2024	16/07/2024	7	6	15.3	15.4	45	2673	50
		09/07/2024	16/07/2024	7	6	15.3	15.6	45	2953	53.4
		09/07/2024	16/07/2024	7	6	15.4	15.4	45	2740	50.3
	P-02	09/07/2024	23/07/2024	14	6	15.3	15.4	45	3098	53.5
		09/07/2024	23/07/2024	14	6	15.3	15.7	45	3569	54.5
		09/07/2024	23/07/2024	14	6	15.4	15.4	45	3355	55.5
	P-03	09/07/2024	06/08/2024	28	6	15.2	15.6	45	3798	60
		09/07/2024	06/08/2024	28	6	15.3	15.6	45	3804	60.5
		09/07/2024	06/08/2024	28	6	15.2	15.5	45	3847	60.8
G.E1 0.5% FEC + 1% AV	M1-01	11/07/2024	18/07/2024	7	6	15.3	15.6	45	3257	59.2
		11/07/2024	18/07/2024	7	6	15.4	15.5	45	3102	56.6
		11/07/2024	18/07/2024	7	6	15.2	15.4	45	3089	57.8
	M1-02	11/07/2024	25/07/2024	14	6	15.3	15.4	45	3412	63.3
		11/07/2024	25/07/2024	14	6	15.3	15.5	45	3523	64.5
		11/07/2024	25/07/2024	14	6	15.3	15.3	45	3476	65.9

G.E2 1% FEC + 1%AV	M1-03	11/07/2024	08/08/2024	28	6	15.2	15.4	45	3752	70.3
		11/07/2024	08/08/2024	28	6	15.2	15.3	45	3731	70.8
		11/07/2024	08/08/2024	28	6	15.2	15.5	45	3760	69.3
	M2-01	19/07/2024	26/07/2024	7	6	15.4	15.6	45	3282	59.1
		19/07/2024	26/07/2024	7	6	15.4	15.7	45	3296	58.6
		19/07/2024	26/07/2024	7	6	15.2	15.9	45fl	3292	57.7
	M2-02	19/07/2024	02/08/2024	14	6	15.3	15.6	45	3325	60.2
		19/07/2024	02/08/2024	14	6	15.4	15.5	45	3375	61.6
		19/07/2024	02/08/2024	14	6	15.2	15.6	45	3361	61.3
G.E3 1%FEC+ 1.5% AV	M2-03	19/07/2024	16/08/2024	28	6	15.3	15.4	45	3408	63.4
		19/07/2024	16/08/2024	28	6	15.2	15.5	45	3416	66.3
		19/07/2024	16/08/2024	28	6	15.2	15.5	45	3429	65.5
	M3-01	14/07/2024	21/07/2024	7	6	15.2	15.3	45	2740	51.7
		14/07/2024	21/07/2024	7	6	15.2	15.6	45	2839	51.7
		14/07/2024	21/07/2024	7	6	15.2	15.5	45	2768	51.2
	M2-02	14/07/2024	28/07/2024	14	6	15.2	15.6	45	3170	58.2
		14/07/2024	28/07/2024	14	6	15.3	15.3	45	3060	57.8
		14/07/2024	28/07/2024	14	6	15.3	15.4	45	3087	57.4
	M3-03	14/07/2024	11/08/2024	28	6	15.5	15.5	45	3317	60

14/07/2024	11/08/2024	28	6	15.4	15.5	45	3333	60.7
14/07/2024	11/08/2024	28	6	15.4	15.5	45	3330	60.8

OBSERVACIONES

Las vigas fueron realizadas en nuestras instalaciones de GICA PERU.

El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (Guía Peruana Indecopi: GP:004:1993)

Fuente: *Elaboración propia.*

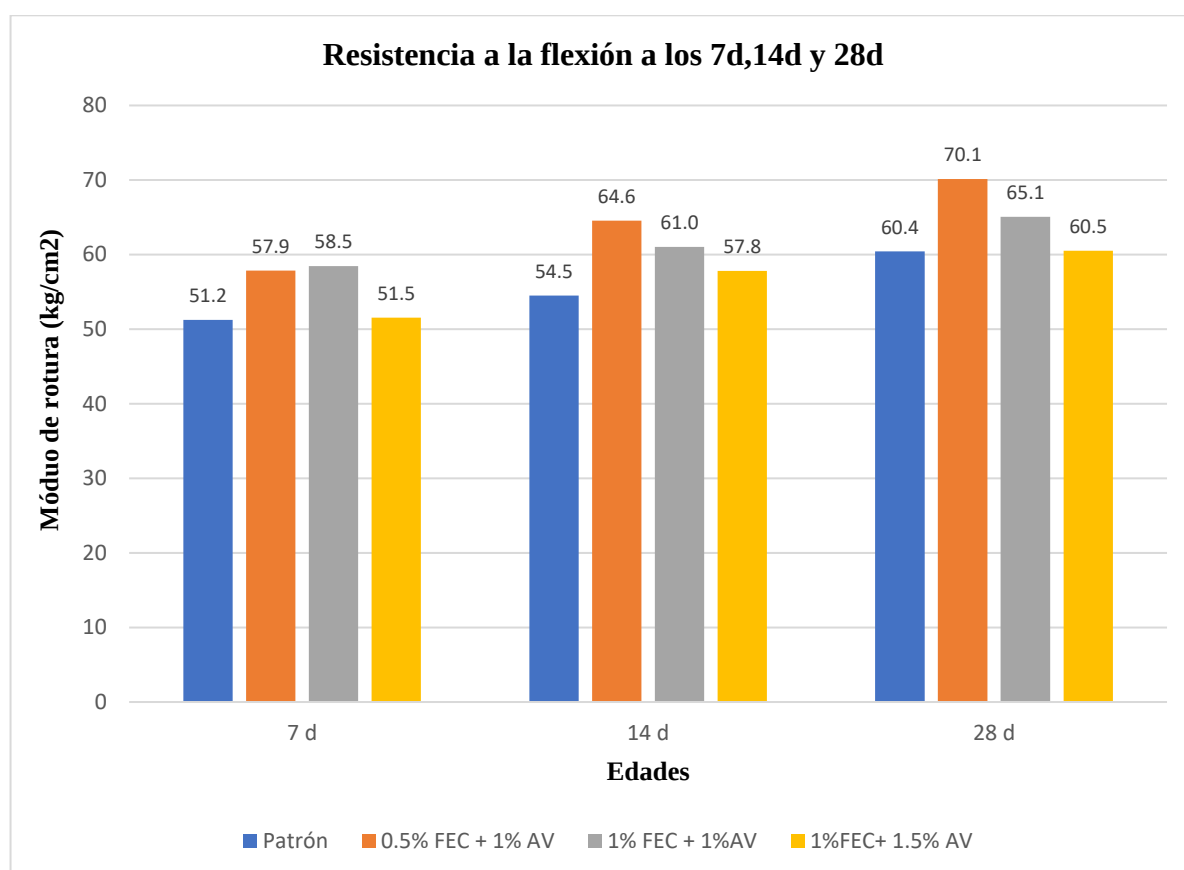


Figura 21. Resistencia a la flexión 7d,14d y 28d.

Fuente: Elaboración propia.

En los resultados obtenidos, se observa que el concreto patrón realizó una resistencia a la flexión promedio a los 7 días de 51.2 kg/cm², aumentando a 54.5 kg/cm² a los 14 días y alcanzando una resistencia máxima de 60.4 kg/cm² a los 28 días. Por otro lado, al analizar el concreto con 0.5% de estopas de coco y 1% de Aloe vera, se registró una resistencia promedio 57.9 kg/cm² a los 7 días, 64.6 kg/cm² a los 14 días y 70.1 kg/cm² a los 28 días.

Para el concreto con 1% de estopas de coco y 1% de Aloe vera se registró una resistencia promedio de 58.5 kg/cm² a los 7 días, 61 kg/cm² a los 14 días y 65.2 kg/cm² a los 28 días. Finalmente, para el concreto con integración de 1% de estopas de coco y 1.5% de Aloe vera se registró una resistencia promedio de 51.5 kg/cm² a los 7 días, 57.8 kg/cm² a los 14 días y a los 60.5 kg/cm² a los 28 días.

Los resultados son alentadores y respaldan la idoneidad del material para proyectos de construcción. Según el cuadro 14.7: “Valores recomendados de resistencia del concreto según el rango de tráfico” del Manual de Carreteras del MTC (37), la resistencia mínima a flexotracción equivalente para concretos es de 280 kg/cm² a la edad de 28 días es de 40

kg/cm², el cual se evidencia en todos los resultados obtenidos, puesto estos son valores mayores, cumpliendo lo que indica la normativa.

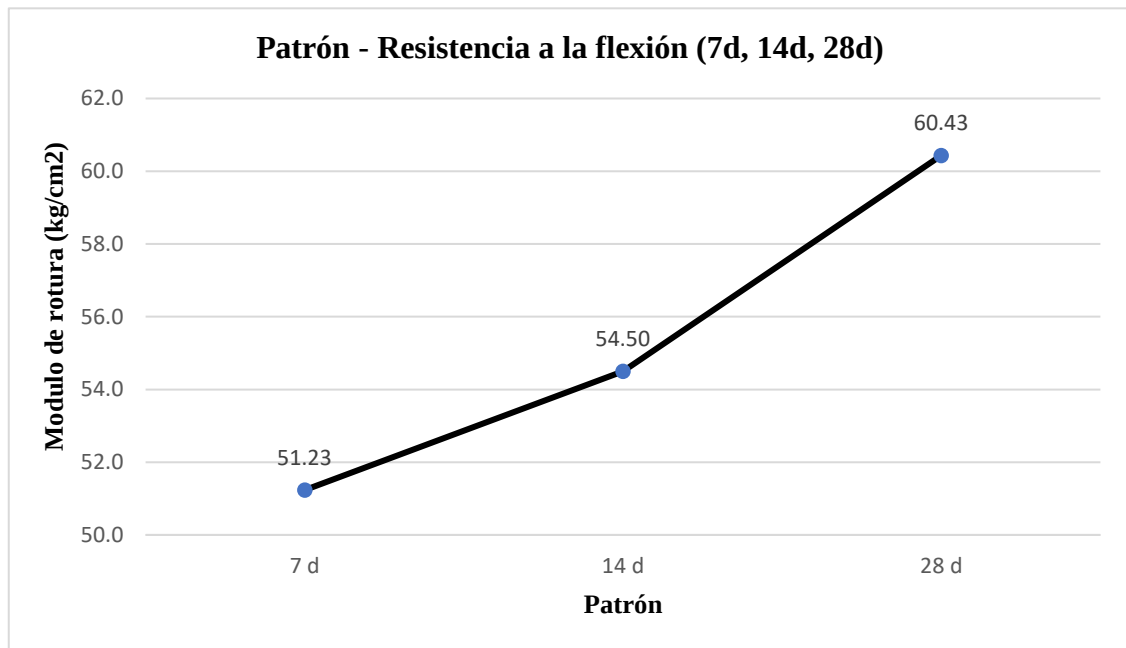


Figura 22. Ensayo a la flexión- Patrón a los 7d, 14d y 28d.

Fuente: *Elaboración propia.*

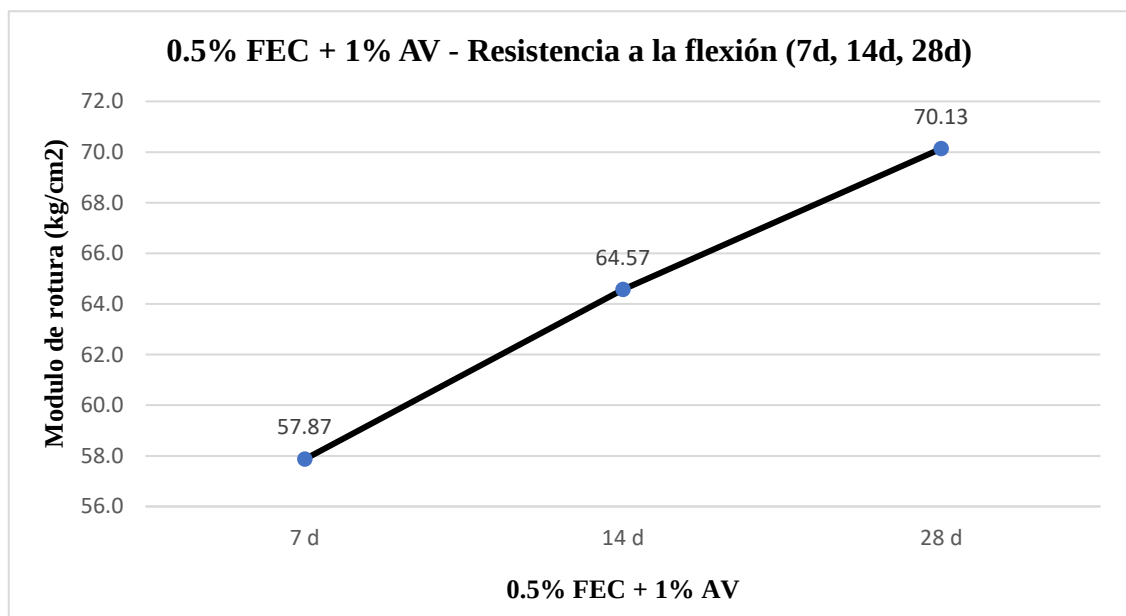


Figura 23. Ensayo a la flexión- 0.5%FEC+1%AV a los 7d, 14d y 28d.

Fuente: *Elaboración propia.*

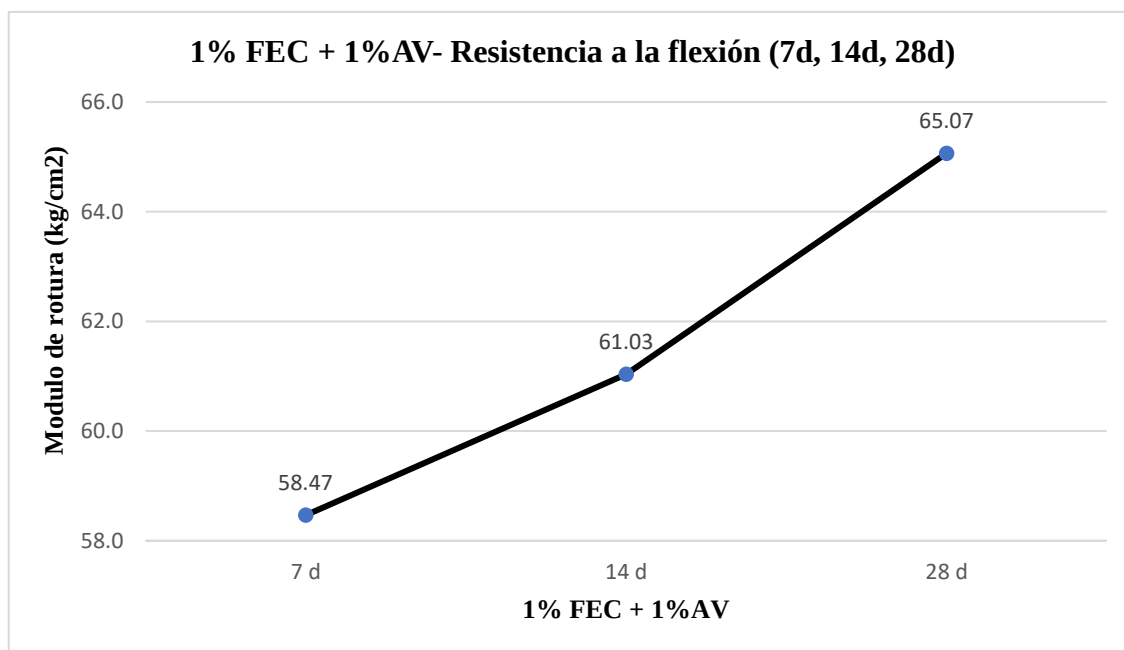


Figura 24. Ensayo a la flexión- 1%FEC+1%AV a los 7d, 14d y 28d.

Fuente: *Elaboración propia.*

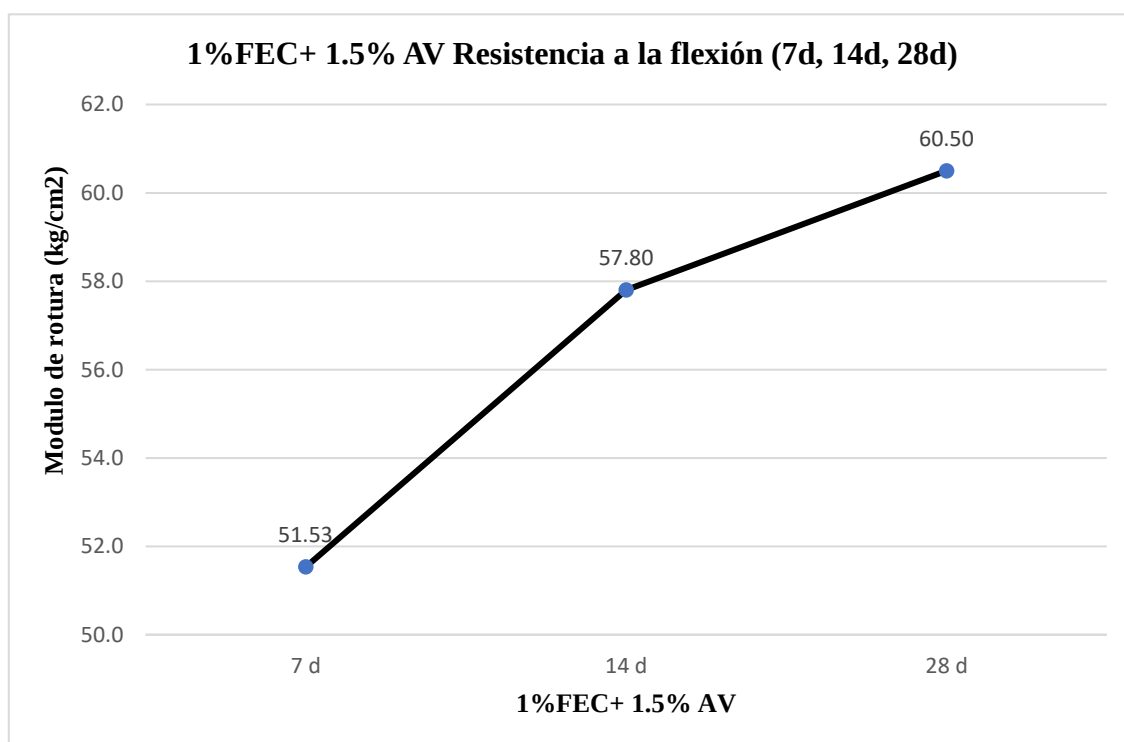


Figura 25. Ensayo a la flexión-1%FEC+1.5%AV a los 7d, 14d y 28d.

Fuente: *Elaboración propia.*

En las figuras mostradas, se puede observar la variación de la resistencia a la flexión a los 7d, 14d y 28d para cada muestra.

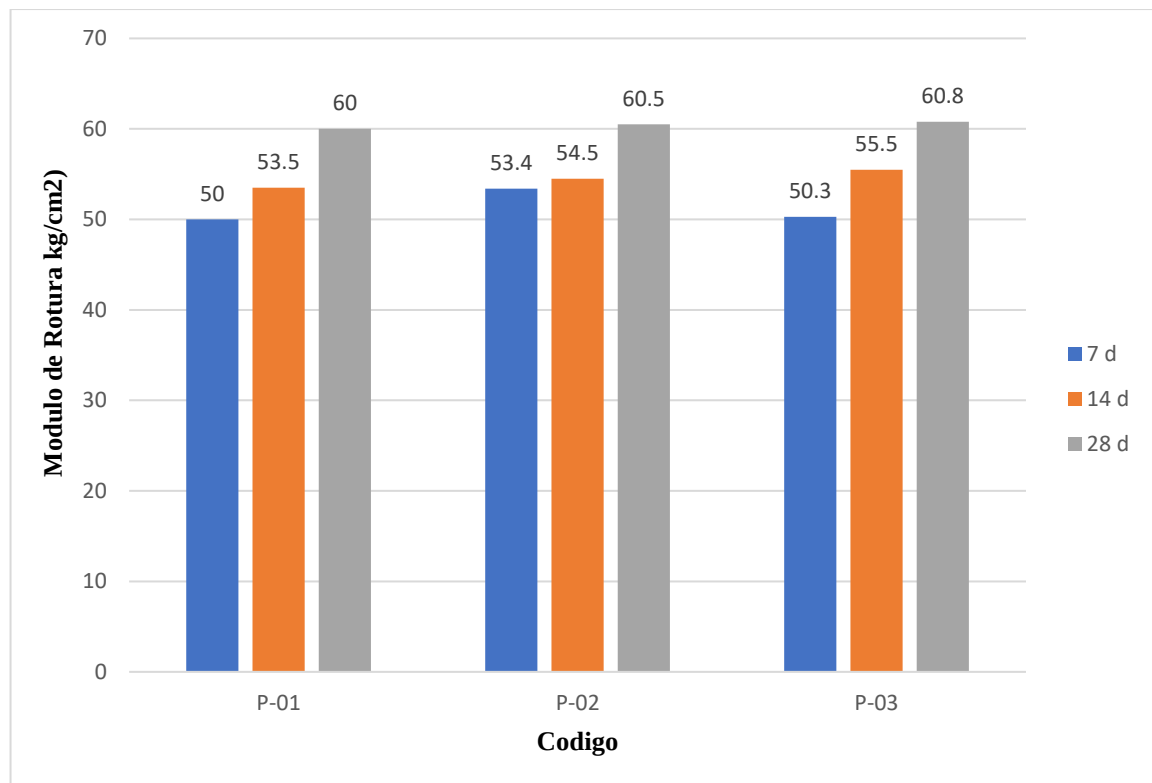


Figura 26. Flexión 7d, 14d y 28d respecto a dosificación patrón.
Fuente: *Elaboración propia.*

En la figura, el módulo de rotura muestra un aumento claro con el tiempo. A los 7 días, los valores oscilan entre 50 y 53.4 kg/cm², mientras que, a los 28 días, los valores llegan hasta 60.8 kg/cm². Esto indica que el material se fortalece a medida que envejece. Estos datos muestran un material que se fortalece con el tiempo, con un incremento notable en el módulo de rotura a medida que se avanza de 7 a 28 días. La variabilidad observada en las primeras mediciones puede ser un área de atención para mejorar la consistencia en futuras mezclas. En general, los resultados son prometedores para el uso del material en aplicaciones estructurales.

Estos resultados son alentadores y respaldan la idoneidad del material para proyectos de construcción. Según el cuadro 14.7: “Valores recomendados de resistencia del concreto según el rango de tráfico” del Manual de Carreteras del MTC (37), la resistencia mínima a flexotracción equivalente para concretos es de 280 kg/cm² a la edad de 28 días es de 40 kg/cm², el cual se evidencia en todos los resultados obtenidos, puesto que estos son valores mayores, cumpliendo lo que indica la normativa.

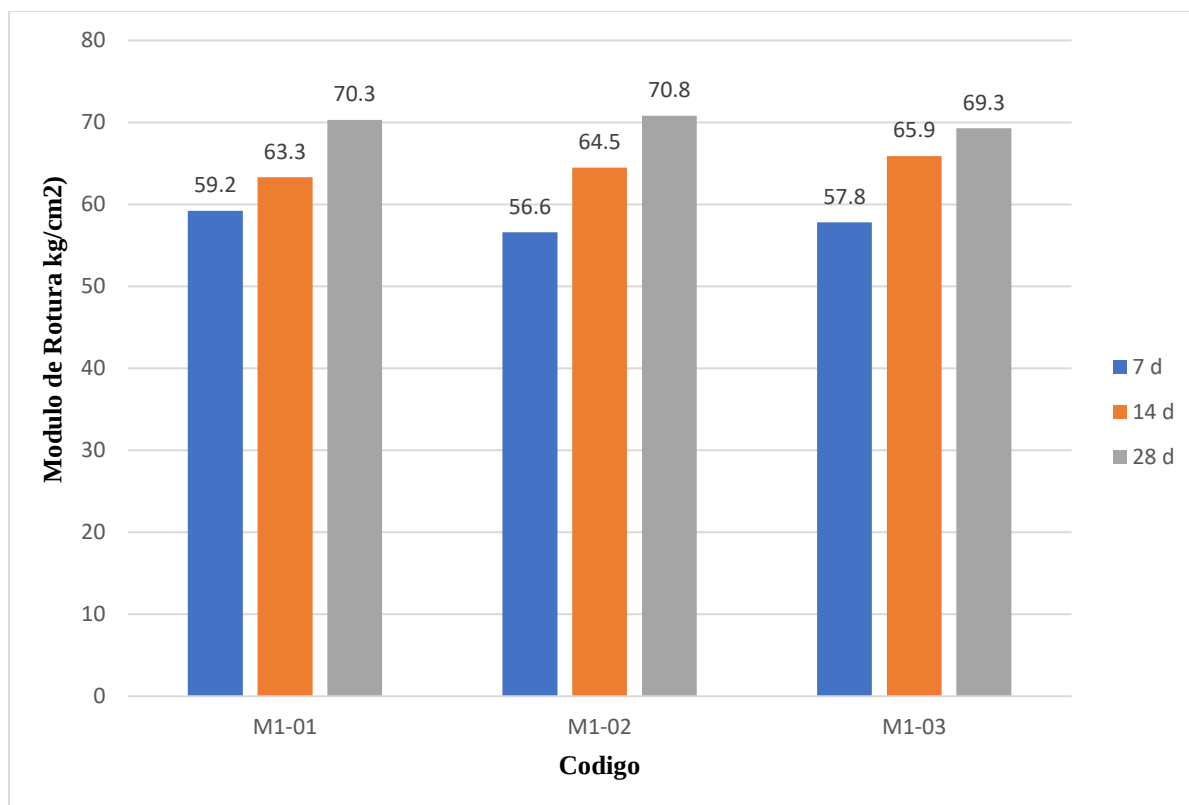


Figura 27. Flexión 7d,14d y 28d respecto a dosificación 0.5% FEC + 1% AV.

Fuente: *Elaboración propia.*

En la figura 27, el módulo de rotura aumenta de manera consistente a medida que se incrementa la edad de las muestras. A los 7 días, el promedio es de aproximadamente 57.9 kg/cm², mientras que, a los 28 días, el promedio se eleva a alrededor de 70.1 kg/cm². Este patrón es indicativo de un proceso de curado eficaz.

Los datos indican que el material sigue ganando resistencia con el tiempo, lo cual es crucial para aplicaciones en construcción. Esto sugiere que el curado está funcionando adecuadamente y es posible esperar un buen desempeño del material a largo plazo. Además, la resistencia a los 28 días es un estándar comúnmente utilizado en la industria para evaluar la calidad del concreto. Aquí, los resultados son positivos, indicando que el material probablemente cumple con los requisitos de resistencia esperados. Estos hallazgos son alentadores y respaldan la idoneidad del material para proyectos de construcción. Según el cuadro 14.7: “Valores recomendados de resistencia del concreto según el rango de tráfico” del Manual de Carreteras del MTC (37), la resistencia mínima a flexotracción equivalente para concretos es de 280 kg/cm² a la edad de 28 días es de 40 kg/cm², el cual se evidencia en todos los resultados obtenidos, puesto que, estos son valores mayores, cumpliendo lo que indica la normativa.

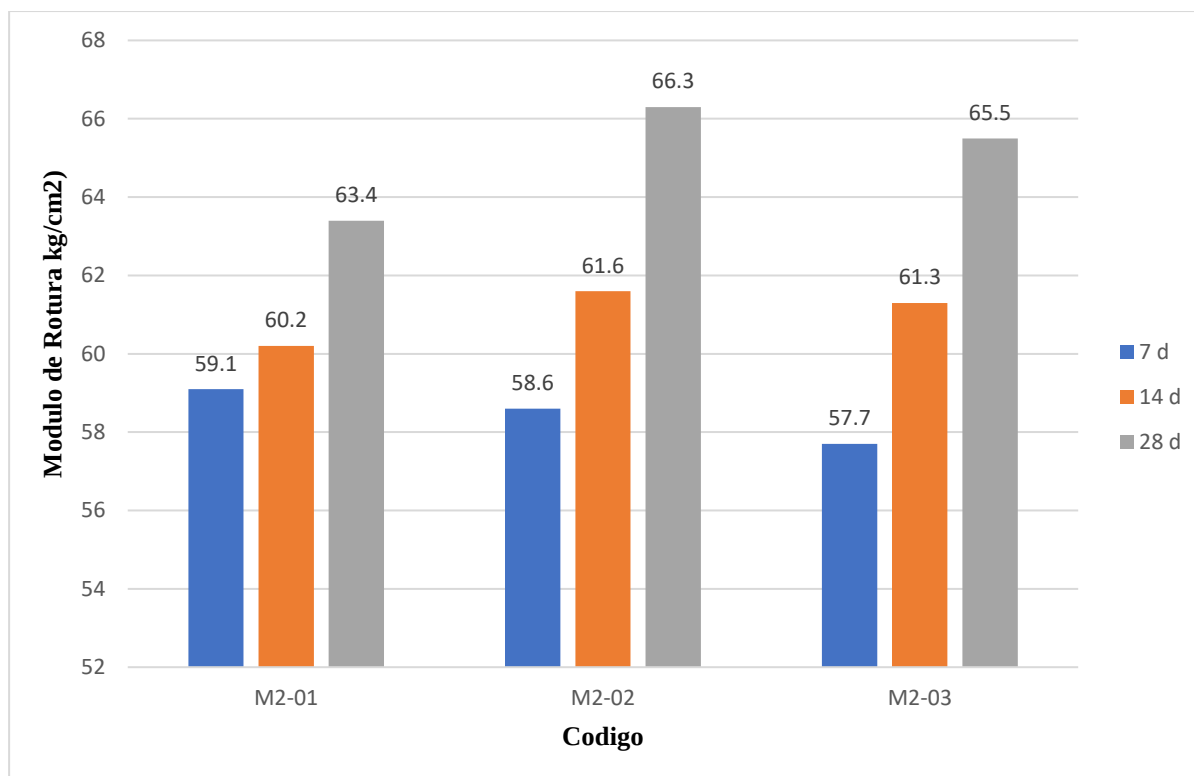


Figura 28. Flexión 7d, 14d y 28d respecto a dosificación 1% FEC + 1%AV.
Fuente: *Elaboración propia.*

En la figura 28, el módulo de rotura muestra un aumento gradual a lo largo del tiempo. A los 7 días, el promedio es de aproximadamente 58.47 kg/cm², mientras que, a los 28 días, el promedio se eleva a alrededor de 65.07 kg/cm². Esto indica que el material sigue ganando resistencia con el tiempo, aunque el incremento es más moderado en comparación con otros conjuntos de datos.

Los datos reflejan un material que se fortalece de manera constante, aunque con un aumento más moderado en comparación con otros ejemplos. La consistencia en las mediciones sugiere un buen control de calidad en la mezcla y el curado. Estos resultados son alentadores para su próximo uso en aplicaciones estructurales que requieran una resistencia confiable. Estos resultados son alentadores y respaldan la idoneidad del material para proyectos de construcción. Según el cuadro 14.7: “Valores recomendados de resistencia del concreto según el rango de tráfico” del Manual de Carreteras del MTC (37), la resistencia mínima a flexotracción equivalente para concretos es de 280 kg/cm² a la edad de 28 días es de 40 kg/cm², el cual se evidencia en todos los resultados obtenidos, puesto estos son valores mayores, cumpliendo lo que indica la normativa.

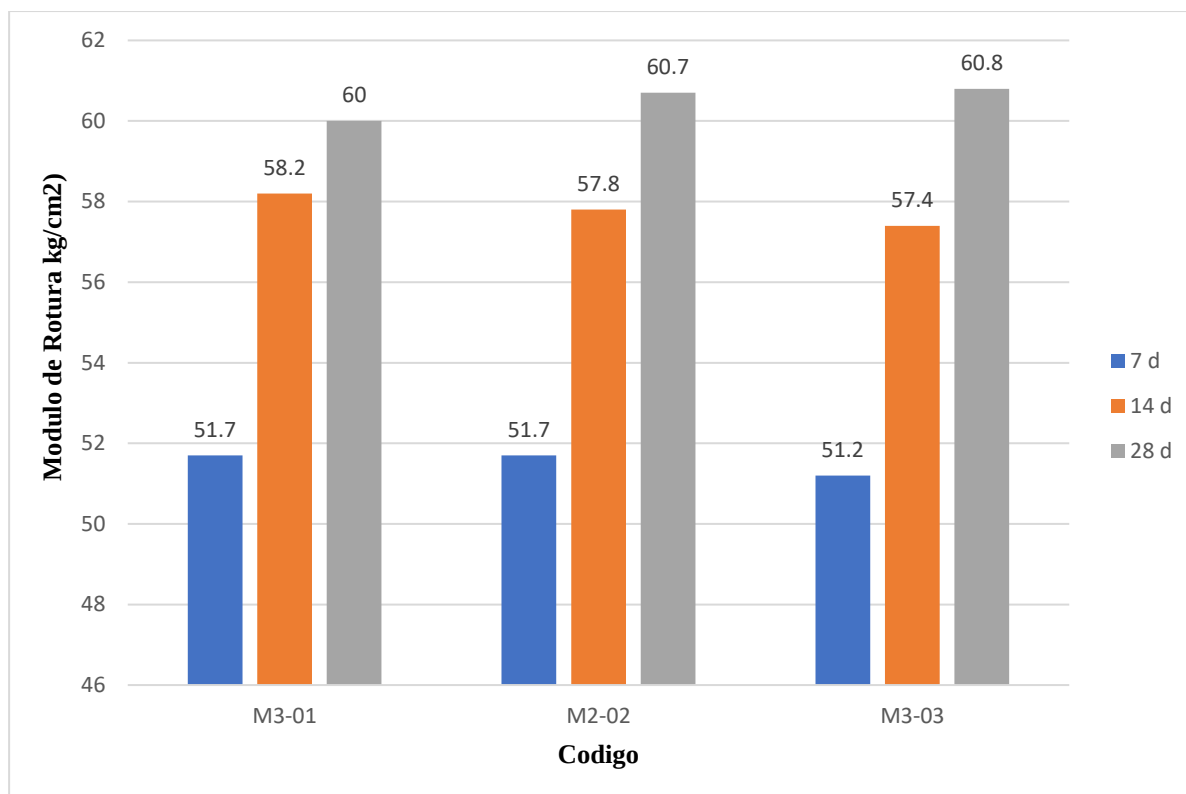


Figura 29. Flexión 7d,14d y 28d respecto a dosificación 1%FEC+ 1.5% AV.
Fuente: Elaboración propia.

El módulo de rotura muestra un aumento claro con el tiempo. A los 7 días, el promedio es de aproximadamente 51.5 kg/cm², mientras que, a los 28 días, el promedio se eleva a 60.5 kg/cm². Esto sugiere que el material está ganando resistencia a medida que envejece.

Estos datos muestran un material que se fortalece con el tiempo, con un aumento constante en el módulo de rotura. La alta consistencia en las mediciones a los 7 y 28 días es un indicativo de un buen proceso de curado y mezcla. Los resultados son alentadores para su uso en aplicaciones estructurales donde se requiere resistencia confiable. Estos resultados son alentadores y respaldan la idoneidad del material para proyectos de construcción. Según el cuadro 14.7: “Valores recomendados de resistencia del concreto según el rango de tráfico” del Manual de Carreteras del MTC (37), la resistencia mínima a flexotracción equivalente para concretos es de 280 kg/cm² a la edad de 28 días es de 40 kg/cm², el cual se evidencia en todos los resultados obtenidos, debido a que estos son valores mayores, cumpliendo lo que indica la normativa.

MEMORIA DE CALCULO DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

CONSIDERACIONES GENERALES

La presente Memoria de diseño corresponde al análisis de la estructura de pavimento Rígido del tramo planteado en la tesis, con las diferentes resistencias de concreto como resultado de los ensayos, además resaltar que muchos de los datos se usaron de la memoria de cálculo empleado en la Carretera en mención.

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

En el presente estudio, se utilizará el Método de Diseño de la AASHTO para determinar el espesor del pavimento, ya que sigue una metodología lógica que responde a nuestros objetivos. El proyecto se basa en las ecuaciones empíricas obtenidas de «AASHTO 1993 Test Road with Various Modifications», basadas en estudios y experiencia, además de las normas del Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos - capítulo 14.

Las ecuaciones fundamentales formuladas por el «AASHTO 1993 Test Path for Rigid Pavements» se presentan de la misma manera que las de los pavimentos flexibles, aunque con números diferentes para las constantes de regresión. Posteriormente, las ecuaciones fueron modificadas para incorporar numerosas variables que no estaban contempladas en el «AASHTO 1993 Test Path». Las ecuaciones de regresión son:

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_o + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Donde:

W18 = Número previsto de aplicaciones de carga por eje simple equivalente a 18 kip (ESAL).

ZR = Desviación estándar normal (Que depende de la confiabilidad R).

So = Desviación estándar total

D = Espesor (en pulgadas) de la losa de pavimento.

ΔPSI = Diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial de diseño (pO)

y el índice de serviciabilidad terminal de diseño (pt).

S'c = Módulo de rotura (psi) del concreto de cemento Portland usado en un proyecto específico.

J = Coeficiente de transferencia de carga usado para adaptarse a las características de transferencia de carga de un proyecto específico.

VARIABLE DE DISEÑO

VARIABLE DE TIEMPO

En este escenario se examinaron y estudiaron dos variables: el periodo de análisis y la vida útil del pavimento. En cuanto al diseño, la vida útil se consideró un factor crucial, mientras que el periodo de análisis se utilizó para evaluar y contrastar diversas alternativas de diseño de cara al análisis económico global del proyecto.

Tabla 11. Clasificación de la vía y periodo de análisis

CLASIFICACIÓN DE LA VIA	PERIODO DE ANALISIS (AÑOS)
Urbana de alto volumen de tráfico	30 – 50
Rural de alto Volumen de tráfico	20 – 50
Pavimento de bajo volumen de tráfico	15 – 25
No pavimentada de bajo Volumen de tráfico	10 - 20

Fuente: Adaptado del Manual de carreteras – Sección suelos y pavimentos capítulo 14

Pavimento con un volumen de tráfico bajo: 20 años

TRÁNSITO

El procedimiento AASHTO consiste en diseñar los pavimentos para resistir un número específico de cargas durante su existencia. Como el tráfico se compone de vehículos con distintos pesos y disposiciones axiales, estos generan diversas tensiones y deformaciones en la superficie del asfalto, lo que ocasiona diversos tipos de problemas. Para tomar en cuenta estas variaciones, se aplica la carga equivalente por eje simple (ESAL) —calculada en 18 kips (80 kN)— con el fin de convertir las distintas cargas del tráfico en una medida estándar que facilite la representación correcta de los impactos perjudiciales provocados por cada tipo distinto de eje en la estructura del pavimento.

Tabla 12. Rango de tráfico pesado y tipo de tráfico

CATEGORIA	RANGO DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE		TIPO DE TRAFICO EXPRESADO EN EE
Bajo Volumen de tránsito de 150001 a 1000000 EE	De 150001	A 300000	TP1
	De 300001	A 500000	TP2
	De 500001	A 750000	TP3
	De 750001	A 1000000	TP4
Caminos que tienen un tráfico comprendido entre 1000001 y 30000000	De 1000001	A 1500000	TP5
	De 1500001	A 3000000	TP6
	De 3000001	A 5000000	TP7
	De 5000001	A 7500000	TP8
	De 7500001	A 10000000	TP9
	De 10000001	A 12500000	TP10
	De 12500001	A 15000000	TP11
	De 15000001	A 20000000	TP12
	De 20000001	A 25000000	TP13
	De 25000001	A 30000000	TP14

Fuente: Adaptado del Manual de carreteras – Sección suelos y pavimentos capítulo 14

De acuerdo con el estudio de tráfico realizado en la carretera el número de repeticiones es: 3197962 por lo que el tipo de tráfico es un TP7 (resultado tomado del estudio de tráfico realizado en la carretera JU-108).

CONFIABILIDAD

La confiabilidad se refiere a la posibilidad de que un pavimento satisfaga los estándares previstos durante su duración o periodo de diseño, conservando una resistencia eficaz ante las condiciones ambientales y del tráfico existentes en ese lapso. Al evaluar el rendimiento del pavimento, se requiere tener en cuenta tanto su capacidad estructural como funcional para garantizar seguridad y confort a los usuarios conforme a lo previsto en su diseño original.

C.1 Desviación Estándar

La desviación estándar es utilizada para cuantificar la variabilidad intrínseca tanto de los materiales como del proceso constructivo, lo cual se refleja en la dispersión observada en los valores derivados del método AASHTO. Los valores específicos para esta desviación estándar se detallan en una tabla complementaria.

Tabla 13. Desviación estándar pavimento rígido y flexible

CONDICIÓN DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTANDAR	
	Pav. Rígido	Pav. Flexible
Variación en la predicción del comportamiento sin errores en el tránsito	0.30	0.40
Variación en la predicción del comportamiento con errores en el tránsito	0.40	0.50

Fuente: Adaptado del Manual de carreteras – Sección suelos y pavimentos capítulo 14.

Nota. Para el valor se tomar el promedio de ambos teniendo así $S_o = 0.35$.

FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)

El nivel de confiabilidad se vincula estrechamente al uso proyectado para cada carretera. Para las vías principales, se requiere un alto nivel de confiabilidad porque si el espesor del pavimento no es adecuado, esto resultará en una rápida deterioración estructural y en alcanzar los umbrales mínimos aceptables antes del tiempo estimado. Los niveles recomendados por la AASHTO para este parámetro se detallan en una tabla complementaria.

Tabla 14. Rango de tráfico pesado y nivel de confiabilidad

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE		NIVEL DE CONFIABILIDAD
TP1	De 150001	A 300000	70%
TP2	De 300001	A 500000	75%
TP3	De 500001	A 750000	80%
TP4	De 750001	A 1000000	80%
TP5	De 1000001	A 1500000	85%
TP6	De 1500001	A 3000000	85%
TP7	De 3000001	A 5000000	85%
TP8	De 5000001	A 7500000	90%
TP9	De 7500001	A 10000000	90%
TP10	De 10000001	A 12500000	90%
TP11	De 12500001	A 15000000	90%
TP12	De 15000001	A 20000000	90%
TP13	De 20000001	A 25000000	90%
TP14	De 25000001	A 30000000	90%

Fuente: Adaptado del Manual de carreteras – Sección suelos y pavimentos capítulo 14.

Realizando la correlación del tipo de tráfico anteriormente calculado que viene a ser TP7 se obtiene un nivel de confiabilidad $R = 85\%$.

PROBABILIDAD (Z_r)

Se refiere al valor " Z " Área bajo la curva normal de distribución, que corresponde a la curva estandarizada para una fiabilidad " R ".

Tabla 15. Rango de tráfico expresado en EE y desviación estándar normal

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE		DESVIACIÓN ESTANDAR NORMAL
TP1	De 150001	A 300000	-0.524
TP2	De 300001	A 500000	-0.674
TP3	De 500001	A 750000	-0.842
TP4	De 750001	A 1000000	-0.842
TP5	De 1000001	A 1500000	-1.036
TP6	De 1500001	A 3000000	-1.036
TP7	De 3000001	A 5000000	-1.036
TP8	De 5000001	A 7500000	-1.036
TP9	De 7500001	A 10000000	-1.282
TP10	De 10000001	A 12500000	-1.282
TP11	De 12500001	A 15000000	-1.282
TP12	De 15000001	A 20000000	-1.282
TP13	De 20000001	A 25000000	-1.282
TP14	De 25000001	A 30000000	-1.282

Fuente: Adaptado del Manual de carreteras – Sección suelos y pavimentos capítulo 14.

De igual correlacionando el tipo de Tráfico con la desviación estándar normal se obtiene $ZR = -1.036$

CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO

SERVICIABILIDAD

Se entiende por servicioabilidad a una evaluación completa del comportamiento del pavimento. Este indicador tiene una relación directa tanto con el comportamiento funcional —que incluye elementos de seguridad y confort para los usuarios al desplazarse— como con el comportamiento estructural —que comprende las propiedades físicas perceptibles en el

pavimento, como fisuras o defectos superficiales— que pueden afectar de manera adversa su capacidad de soporte.

❖ Índice de serviciabilidad inicial (Po)

El índice de serviciabilidad inicial (Po) representa la condición original del pavimento justo después de su construcción o rehabilitación. En ausencia de datos específicos para el diseño, la AASHTO recomienda un valor óptimo inicial de 4.5 para los pavimentos rígidos.

Tabla 16. Índice de serviciabilidad según el EE

TIPO DE TRAFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD
TP1	De 150001	A 300000	4.1
TP2	De 300001	A 500000	4.1
TP3	De 500001	A 750000	4.1
TP4	De 750001	A 1000000	4.1
TP5	De 1000001	A 1500000	4.3
TP6	De 1500001	A 3000000	4.3
TP7	De 3000001	A 5000000	4.3
TP8	De 5000001	A 7500000	4.3
TP9	De 7500001	A 10000000	4.3
TP10	De 10000001	A 12500000	4.3
TP11	De 12500001	A 15000000	4.3
TP12	De 15000001	A 20000000	4.5
TP13	De 20000001	A 25000000	4.5
TP14	De 25000001	A 30000000	4.5

Fuente: Adaptado del Manual de carreteras – Sección suelos y pavimentos capítulo 14

El índice de serviciabilidad inicial Po para el tipo de tráfico es: 4.3

❖ Índice de serviciabilidad final (Pt)

El índice de serviciabilidad final (Pt) representa el punto en el que la superficie del pavimento ya no satisface las expectativas del usuario en términos de comodidad y seguridad. Los valores específicos para este índice varían según la importancia atribuida a cada vía y se detallan en una tabla adjunta.

Tabla 17. Índice de serviciabilidad final

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PF)
TP1	De 150001	A 300000	2.0
TP2	De 300001	A 500000	2.0
TP3	De 500001	A 750000	2.0
TP4	De 750001	A 1000000	2.0
TP5	De 1000001	A 1500000	2.5
TP6	De 1500001	A 3000000	2.5
TP7	De 3000001	A 5000000	2.5
TP8	De 5000001	A 7500000	2.5
TP9	De 7500001	A 10000000	2.5
TP10	De 10000001	A 12500000	2.5
TP11	De 12500001	A 15000000	2.5
TP12	De 15000001	A 20000000	3.0
TP13	De 20000001	A 25000000	3.0
TP14	De 25000001	A 30000000	3.0

Fuente: Adaptado del Manual de carreteras – Sección suelos y pavimentos capítulo 14

El índice de serviciabilidad final PF para el tipo de tráfico es: 2.5.

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

❖ Módulo de reacción de la subrasante (k)

El factor k proporciona una medida del asentamiento que experimenta la subrasante al aplicarle un esfuerzo de compresión numéricamente. Matemáticamente, se determina dividiendo la carga aplicada en libras por pulgada cuadrada sobre una superficie específica entre la deflexión resultante en pulgadas para esa misma carga. Los valores obtenidos para este coeficiente se expresan comúnmente como libras por pulgada cuadrada por pulgada (pci).

Debido a que las pruebas con cargas sobre placas son procedimientos largos y costosos, el valor del coeficiente k generalmente se estima mediante correlaciones establecidas con ensayos más rápidos y económicos, tales como el índice CBR (relación de soporte californiana) o las pruebas del valor R.

$$k_c = \left[1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 * \left(\frac{k_1}{k_0} \right)^{2/3} \right]^{0.5} * k_0$$

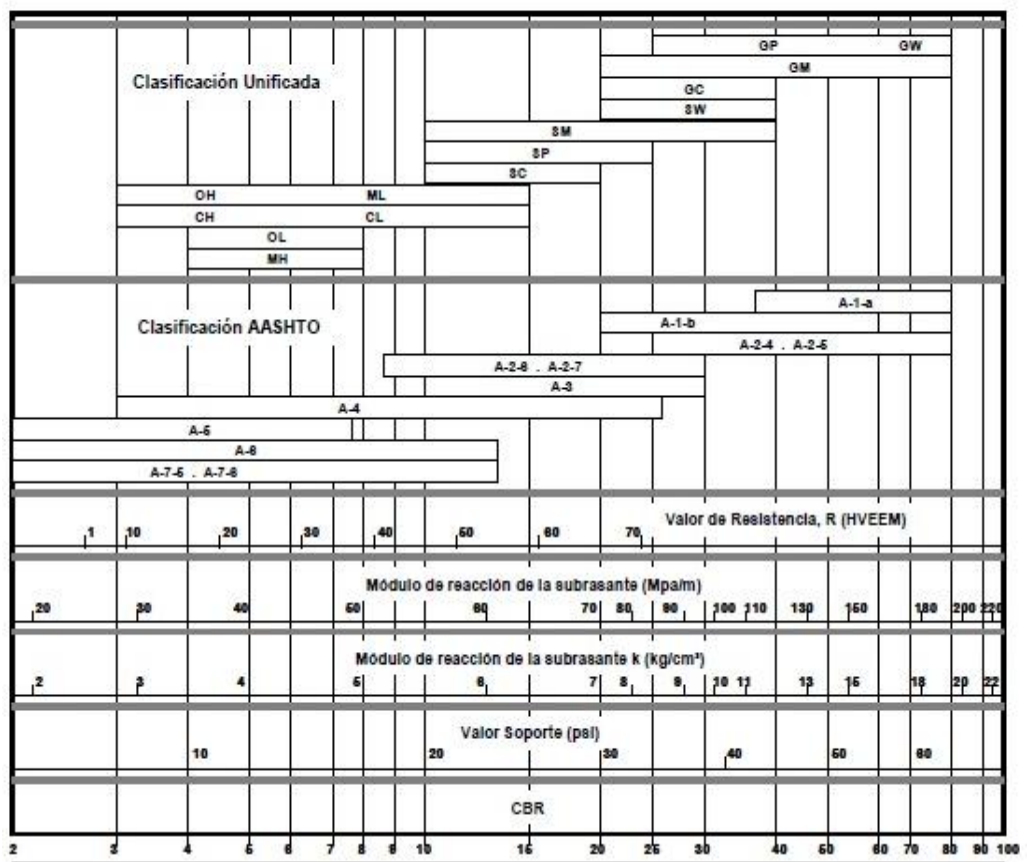
K1 (kg/cm3): Coeficiente de reacción de la sub base granular.

KC (kg/cm3): Coeficiente de reacción combinado.

K0 (kg/cm3): Coeficiente de reacción de la subrasante.

h: Espesor de la subbase granular.

Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y los diferentes ensayos



Fuente: Tomado de Manual de carreteras – Sección suelos y pavimentos capítulo 14: Figura 14:1 Correlación CBR y Modulo de Reacción de la Subrasante.

Con el Abaco anterior brindado por la Normativa se procedió a calcular y obtener los valores para el módulo de reacción.

Tabla 18. Rango de tráfico, ensayo norma y requerimiento (CBR min)

RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO	ENSAYO NORMA	REQUERIMIENTO (CBR MIN)
<15000000	MTC E 132	40.00 %
<15000000	MTC E 132	60.00 %

Fuente: Adaptado del Manual de carreteras – Sección suelos y pavimentos capítulo 14

Tabla 19. Descripción del diseño

DESCRIPCIÓN	COEFICIENTE	MÓDULO CBR (95%)	K (Kg/cm ³)	K(Mpa)
Coefficiente combi.	Kc	16.08 %	6.587	65.87
Coefficiente Subrasante	K0	9.78 %	5.454	54.54
Coefficiente Sub-base	K1	40.00 %	11.621	116.21

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Cálculo de espesor

Cálculo del espesor (H) de la Sub-base

H	RC(Nominal)	RC(Calculado)
19 cm	6.4 kg/cm ³	6.4 kg/cm ³

Fuente: Elaboración propia.

Nota. Resultados tomados del estudio de suelos realizado en el proyecto Ju-108.

❖ Resistencia a la Flexo tracción del concreto (MR)

Este parámetro es crucial en el diseño de pavimentos rígidos debido a su papel en controlar el agrietamiento por fatiga que resulta de las cargas repetidas generadas por los vehículos pesados. Además, es conocido como resistencia a la tracción del concreto bajo flexión y su valor suele estimarse basándose en la resistencia a compresión del material.

Tabla 21. Resistencia mínima de flexotracción y compresión

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MINIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA MINIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (kg/cm ²)
≤ 5000000 EE	40	280
> 50000000 EE ≤ 15000000 EE	42	300
> 15000000 EE	45	350

Fuente: Adaptado del Manual de carreteras – Sección suelos y pavimentos – capítulo 14:

Figura 14:7 Valores recomendados de resistencia del concreto según rango del Tráfico.

Las resistencias a la flexotracción cumplen con lo especificado según normativa.

❖ Módulo de Elasticidad del concreto (E_c)

Este parámetro es una medida que refleja tanto la rigidez como la capacidad para distribuir cargas en una losa de pavimento. Matemáticamente se expresa como la relación entre tensión y deformación. Las deflexiones, curvaturas y tensiones están estrechamente vinculadas al módulo de elasticidad junto con los coeficientes térmicos —expansión y contracción— del concreto, siendo estos factores clave para determinar las condiciones tensionales en las armaduras internas. En cuanto a los concretos normales por su peso específico, el Instituto Americano del Concreto proporciona recomendaciones específicas sobre este aspecto.

$$f'c = 280 \frac{kg}{cm^2} = 631 \text{ psi}$$

$$E_c = 57000 \sqrt{f'c}$$

$$E_c = 3597113 \text{ psi}$$

❖ Módulo de Transferencia de Carga (J)

Es fundamental que las cargas del tráfico se transfieran eficazmente entre una losa y otra para reducir al mínimo las deflexiones en las juntas. Deflexiones excesivas pueden provocar el bombeo de la subbase, lo cual puede resultar en una posterior fractura de la losa de concreto.

Tabla 22. Tipo de berma

TIPO DE BERMA	MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE CARGA			
	GRANULAR O ASFALTICA		CONCRETO HIDRAULICO	
VALORES J	CON PASADORES	SIN PASADORES	SIN PASADORES	CON PASADORES
	3.2	3.8 - 4.4	2.8	3.8

Fuente: Tomado de Manual de carreteras – Sección suelos y pavimentos – capítulo 14:
Figura 14:10 Valores coeficiente de transmisión de carga J.

El diseño será un concreto hidráulico con pasadores por lo que el valor a tomar es de $J=3.8$

❖ Coeficiente de Drenaje (Cd)

El proceso que se encarga de la eliminación del agua que se infiltra en la superficie o que proviene de las capas subterráneas en suelos y rocas, mediante el uso de métodos tanto naturales como artificiales, se denomina drenaje. Este aspecto es fundamental para asegurar la durabilidad, funcionalidad y seguridad de los pavimentos. La acumulación de agua en las capas superficiales o subyacentes puede dar lugar a problemas severos, tales como el deterioro prematuro del material, la disminución de la capacidad portante del suelo y la aparición de grietas o deformaciones. Estos efectos no solo ponen en riesgo la vida útil de las estructuras, sino que también representan un peligro considerable para los usuarios.

Tabla 23. Porcentaje de tiempo en la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad cercana a la saturación

Cd	Tiempo transcurrido para que el	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad cercana a la saturación			
Calificación	suelo libere el 50% de su agua libre	< 1%	1 - 5 %	5 - 25 %	>25%
Excelente	2 horas	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1 día	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1 semana	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1 mes	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy Pobre	Nunca	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Fuente: Tomado de Manual de carreteras – Sección suelos y pavimentos – capítulo 14: Figura 14:9 Coeficiente de Drenaje de las capas Granulares Cd.

Dado que la calidad del drenaje es evaluada como buena, cuando se relaciona con el porcentaje de tiempo en que la estructura permanece expuesta a condiciones potencialmente perjudiciales debido al agua, este parámetro toma un valor específico de Cd=1.

Con todos los datos completos y disponibles, se elabora un cuadro resumen detallado. Posteriormente, se realizan cálculos precisos del espesor requerido para la losa en dos escenarios distintos: uno utilizando concreto patrón y otro empleando un tipo especializado de concreto mejorado que incluye una mezcla compuesta por 0.5% de fibra de Estopa de coco (FEC) junto a un 1% del Aloe Vera (AV).

PARA LA RESISTENCIA CON EL CONCRETO PATRÓN:

Tabla 24. Uso de fórmula con el procedimiento

USO DE FORMULA CON EL PROCEDIMIENTO	
W18	3.20E+06
Zr	-1.037
So	0.35
ΔPSI	1.80
S'c	631
Cd	1.00
Ec	3597113
k	65.87
J	3.80
Pt	2.50

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 25. Resumen de espesor y condición

ESPESOR (cm)	N18 nominal	N18 Calculado	Condición
22	6.505	6.458	Cumple

Fuente: *Elaboración propia.*

PARA LA RESISTENCIA CON LA DOSIFICACIÓN MAS FAVORABLE:

Para la resistencia con la más favorable de las Adiciones 05%FEC+1%AV.

Tabla 26. Uso de fórmula con el procedimiento

USO DE FORMULA CON EL PROCEDIMIENTO	
W18	3.20E+06
Zr	-1.037
So	0.35
ΔPSI	1.80
S'c	792
Cd	1.00
Ec	4513829
k	65.87
J	3.80
Pt	2.50

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 27. Resumen de diseño de espesor

ESPESOR (cm)	N18 nominal	N18 Calculado	Condición
20	6.505	6.499	Cumple

Fuente: *Elaboración propia.*

COMPARATIVA

Se puede apreciar una diferencia de 2 cm en cuanto al espesor de las losas que, para temas de costo, se traduce en una ganancia siendo así que se presenta el cuadro siguiente en el que se realiza el cálculo:

Tabla 28. Precio unitario por m³

PRECIO UNITARIO POR M3			
Concreto f'c 280 kg/cm2 (Promedio)	S/	330.00	

	Espesores	Costo por m3	
Concreto Patrón	22	S/	7,260.00
Concreto con Aditivo 0.5%FEC+1%AV	20	S/	6,600.00

Ganancia =	S/	660.00	
Ganancia =		9%	

Fuente: *Elaboración propia.*

Decisión: Al emplear los Aditivos no solo genera un beneficio en cuanto a la mejora de las propiedades mecánicas del concreto, sino también una ganancia significativa en temas de costo.

4.2 Prueba de hipótesis

Para realizar la prueba de hipótesis, se empleó el software SPSS y se aplicó un enfoque de estadística inferencial para sustentar de manera clara cuál de las muestras es superior.

❖ Hipótesis Específica 1:

La adición de las fibras de estopa de coco y Aloe vera mejora la resistencia a la compresión del Pavimento Rígido $F'c$ 280 kg/cm² en la carretera JU-108 del Km 2+300 al 3+100 en la provincia de Huancayo-2024.

❖ Planteamiento de la prueba de hipótesis:

Hipótesis Alterna (H1): La adición de las fibras de estopa de coco y Aloe vera mejorará la resistencia a la compresión del Pavimento Rígido $F'c$ 280 kg/cm² en la carretera JU-108 del Km 2+300 al 3+100 en la provincia de Huancayo-2024.

Hipótesis Nula (H0): La adición de las fibras de estopa de coco y Aloe vera no mejorará la resistencia a la compresión del Pavimento Rígido $F'c$ 280 kg/cm² en la carretera JU-108 del Km 2+300 al 3+100 en la provincia de Huancayo-2024.

Al analizar los resultados obtenidos, se constata que las resistencias de los tratamientos son superiores a las del patrón conforme avanzan en su maduración. Aunque visualmente presentan diferencias aparentes, será necesario aplicar una prueba de hipótesis para establecer si estas diferencias son significativas desde un punto de vista estadístico.

❖ Prueba de normalidad de los resultados de la prueba de hipótesis general:

Tabla 29. Pruebas de normalidad

Pruebas de normalidad				
Edades		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Patrón	7 d	0.761	3	0.125
	14 d	0.999	3	0.932
	28 d	0.956	3	0.595
0.5% FEC + 1% AV	7 d	0.910	3	0.417
	14 d	0.989	3	0.797
	28 d	0.998	3	0.919
1% FEC + 1%AV	7 d	0.842	3	0.218
	14 d	0.973	3	0.687
	28 d	0.864	3	0.278

1%FEC+ 1.5% AV	7 d	0.972	3	0.679
	14 d	0.969	3	0.659
	28 d	0.993	3	0.837

Fuente: *Elaboración propia.*

Nota. a. Corrección de significación de Lilliefors.

Como se demuestra en la prueba de normalidad, todos los valores de significancia resultan ser mayores que 0.05, incluyendo tanto el diseño patrón como los demás tratamientos. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula según la cual los datos provienen de una distribución normal.

❖ Prueba de Homogeneidad de varianzas:

Tabla 30. Prueba de homogeneidad de varianza

Prueba de homogeneidad de varianza					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Se basa en la media	1.268	3	32	0.302
	Se basa en la mediana	0.766	3	32	0.521
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.766	3	28.250	0.523
	Se basa en la media recortada	1.187	3	32	0.330

Fuente: *Elaboración propia.*

Según se observa, los valores de significancia son mayores a 0.05 entonces no se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la varianza de los grupos es homogénea. Lo que indica que el supuesto de homogeneidad de varianzas para un Anova paramétrico se cumple, por lo que se procede a la prueba de Anova.

❖ Prueba de Anova:

Con el propósito de determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre los cuatro tipos sometidos a evaluación, se realizará una prueba de Anova. Esta prueba se basará en los resultados recopilados después de 28 días.

Tabla 31. Prueba Anova

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	51262.407	3	17087.469	12.094	0.000
Dentro de grupos	45211.349	32	1412.855		
Total	96473.756	35			

Fuente: Elaboración propia.

Significancia ($0.000 < 0.05$):

Valor de F (12.094): El valor F es una medida de la relación entre la variabilidad entre los grupos y la variabilidad dentro de los grupos. Un valor de F alto indica que la variabilidad entre los grupos es considerablemente mayor que la variabilidad dentro de los grupos. En este caso, el valor de 12.094 sugiere que las diferencias entre los grupos son notoriamente mayores que las diferencias dentro de los grupos, lo que indica una diferencia significativa.

Valor p (0.000): El valor p es el valor que te dice si los resultados son estadísticamente significativos. En este caso, el valor p es 0.000, lo que es mucho menor que el umbral común de 0.05. Esto significa que las diferencias entre los grupos no son producto del azar y son altamente significativas.

En este sentido, se rechaza la hipótesis nula que nos indica que hay similitud en los tratamientos y aceptar la hipótesis alterna que indica que los tratamientos son diferentes. Esto indica que la variable dependiente varía significativamente en función de los tratamientos aplicados.

La significancia en el ANOVA sugiere que al menos uno de los grupos difiere de los otros en cuanto a su media. Para identificar cuáles grupos son significativamente diferentes entre sí, se necesitaría realizar pruebas post hoc, como el test de Tukey.

Tabla 32. Comparaciones múltiples con la prueba de Tukey

HSD Tukey						
DOSIFICACIONES		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
PATRON	0.5% FEC + 1% AV	-67,85556*	17.71913	0.003	-115.8631	-19.8480
	1% FEC + 1%AV	6.73333	17.71913	0.981	-41.2742	54.7409

	1%FEC+ 1.5% AV	34.90000	17.71913	0.221	-13.1075	82.9075
	PATRON	67,85556*	17.71913	0.003	19.8480	115.8631
0.5% FEC + 1% AV	1% FEC + 1%AV	74,58889*	17.71913	0.001	26.5813	122.5964
	1%FEC+ 1.5% AV	102,75556*	17.71913	0.000	54.7480	150.7631
	PATRON	-6.73333	17.71913	0.981	-54.7409	41.2742
1% FEC + 1%AV	0.5% FEC + 1% AV	-74,58889*	17.71913	0.001	-	-26.5813
	1%FEC+ 1.5% AV	28.16667	17.71913	0.399	-19.8409	76.1742
	PATRON	-34.90000	17.71913	0.221	-82.9075	13.1075
1%FEC+ 1.5% AV	0.5% FEC + 1% AV	-	17.71913	0.000	-	-54.7480
	1% FEC + 1%AV	-28.16667	17.71913	0.399	-76.1742	19.8409

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: *Elaboración propia.*

El análisis de Tukey muestra varias diferencias significativas en la resistencia a la compresión entre los diferentes grupos evaluados.

En primer lugar, se observa que el grupo PATRON presenta una resistencia a la compresión significativamente mayor que el grupo 0.5% FEC + 1% AV ($p = 0.003$), y viceversa, 0.5% FEC + 1% AV tiene una resistencia significativamente mayor que PATRON ($p = 0.003$).

También se encuentran diferencias significativas entre el grupo 0.5% FEC + 1% AV y el grupo 1% FEC + 1% AV ($p = 0.001$), así como entre 0.5% FEC + 1% AV y 1% FEC + 1.5% AV ($p = 0.000$).

Por otro lado, no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre PATRON y 1% FEC + 1% AV ($p = 0.981$), como aquel con mayor concentración 1% FEC + 1.5% AV ($p = 0.221$), lo que sugiere que estos grupos tienen una resistencia similar.

En general, las diferencias significativas indican que la adición de FEC y AV en distintas concentraciones influye notablemente sobre la resistencia a compresión del material estudiado; sin embargo, no todos los pares de grupos presentan estas diferencias.

Tabla 33. Dosificación

HSD Tukey ^a			
Dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
PATRON	9	315.9333	
1%FEC+ 1.5% AV	9	281.0333	
1% FEC + 1%AV	9	309.2000	
0.5% FEC + 1% AV	9		383.7889
Sig.		0.221	1.000

Fuente: *Elaboración propia.*

Interpretación:

En base a los resultados presentados por Tukey, si nos enfocamos en maximizar el valor de la variable dependiente, en este caso, la resistencia a compresión evidencia que el tratamiento que contiene 0.5 % FEC y 1 % AV, es el tratamiento con mejores resultados con una media de 383.7889, ya que, no solo tiene la media más alta, sino que también es estadísticamente comparable a otros tratamientos que están en un rango de medias elevado, lo que indica que ofrece el mejor rendimiento en términos de la variable medida.

Decisión:

Estos hallazgos son relevantes para guiar decisiones sobre la dosificación y formulación en futuros desarrollos. Por lo que se acepta la H1 que señala que la adición de las Fibra de estopa de coco y Aloe vera mejora la resistencia a la compresión del Pavimento Rígido F'c 280 kg/cm² en la carretera JU-108 del Km 2+300 al 3+100 en la provincia de Huancayo-2024.

❖ Hipótesis Especifica 2:

La adición de las Fibra de estopa de coco y Aloe vera mejora la resistencia a la flexión del Pavimento Rígido F'c 280 kg/cm² en la carretera JU-108 del Km 2+300 al 3+100 en la provincia de Huancayo-2024.

❖ Planteamiento de la prueba de hipótesis:

Hipótesis Alterna (H1): La adición de las Fibra de estopa de coco y Aloe vera mejorará la resistencia a la flexión del Pavimento Rígido F'c 280 kg/cm² en la carretera JU-108 del Km 2+300 al 3+100 en la provincia de Huancayo-2024.

Hipótesis Nula (H0): La adición de las Fibra de estopa de coco y Aloe vera **no** mejorará la resistencia a la flexión del Pavimento Rígido F'c 280 kg/cm² en la carretera JU-108 del Km 2+300 al 3+100 en la provincia de Huancayo-2024.

Al analizar los resultados obtenidos, se constata que las resistencias de los tratamientos son superiores a las del patrón conforme avanzan en su maduración. Aunque visualmente presentan diferencias aparentes, será necesario aplicar una prueba de hipótesis para establecer si estas diferencias son significativas desde un punto de vista estadístico.

❖ **Prueba de normalidad de los resultados de la prueba de hipótesis general:**

Tabla 34. Pruebas de normalidad

Pruebas de normalidad				
Edades		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Patrón	7 d	0.816	3	0.152
	14 d	1.000	3	1.000
	28 d	0.980	3	0.726
0.5% FEC + 1% AV	7 d	0.998	3	0.915
	14 d	0.998	3	0.915
	28 d	0.964	3	0.637
1% FEC + 1%AV	7 d	0.974	3	0.688
	14 d	0.902	3	0.391
	28 d	0.937	3	0.516
1%FEC+ 1.5% AV	7 d	0.750	3	0.125
	14 d	0.842	3	0.220
	28 d	1.000	3	1.000

Fuente: Elaboración propia.

Nota. a. Corrección de significación de Lilliefors.

Según se evidencia en la prueba de normalidad, todos los valores de significancia son mayores a 0.05 incluyendo al diseño patrón como el resto, entonces se acepta la hipótesis nula de que los datos provienen de una distribución normal.

❖ **Prueba de Homogeneidad de varianzas:**

Tabla 35. Pruebas de homogeneidad de Varianza

Prueba de homogeneidad de varianza					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Se basa en la media	1.392	3	32	0.263
	Se basa en la mediana	1.055	3	32	0.382
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.055	3	29.213	0.383
	Se basa en la media recortada	1.371	3	32	0.269

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, los valores de significancia son mayores a 0.05 entonces no se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la varianza de los grupos es homogénea. Esto indica que el supuesto de homogeneidad de varianzas para un Anova paramétrico se cumple, por lo que se procede a la prueba de Anova.

❖ **Prueba de Anova:**

Se aplicará la prueba de Anova con el fin de identificar diferencias significativas entre los 4 tipos evaluados, para ello se evaluarán los resultados obtenidos a los 28 días.

Tabla 36. Prueba de Anova

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	461.710	3	153.903	8.564	0.000
Dentro de grupos	575.042	32	17.970		
Total	1036.752	35			

Fuente: *Elaboración propia.*

Significancia ($0.000 < 0.05$):

Valor de F (8.564): El valor F es una medida de la relación entre la variabilidad entre los grupos y la variabilidad dentro de los grupos. Un valor de F alto indica que la variabilidad entre los grupos es considerablemente mayor que la variabilidad dentro de los grupos. En este caso, el valor de 8.564 sugiere que las diferencias entre los grupos son notoriamente mayores que las diferencias dentro de los grupos, lo que indica una diferencia significativa.

Valor p (0.000): El valor p es el valor que indica si los resultados son estadísticamente significativos. En este caso, el valor p es 0.000, lo que es mucho menor que el umbral común de 0.05. Esto significa que las diferencias entre los grupos no son producto del azar y son altamente significativas.

Se puede concluir que se rechaza la hipótesis nula que indica que hay similitud en los tratamientos y aceptar la hipótesis alterna que indica que los tratamientos son diferentes. Esto indica que la variable dependiente varía significativamente en función de los tratamientos aplicados.

La significancia en el ANOVA sugiere que al menos uno de los grupos difiere de los otros en cuanto a su media. Para identificar cuáles grupos son significativamente diferentes entre sí, se necesitaría realizar pruebas post hoc, como el test de Tukey.

Tabla 37. Comparaciones múltiples con la prueba de Tukey

		HSD Tukey			Intervalo de confianza al 95%	
DOSIFICACIONES		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Límite inferior	Límite superior
PATRON	0.5% FEC + 1% AV	-8.80000*	1.99834	0.001	-14.2142	-3.3858
	1% FEC + 1%AV	-6.13333*	1.99834	0.021	-11.5475	-0.7191
	1%FEC+ 1.5% AV	-1.22222	1.99834	0.928	-6.6364	4.1920
0.5% FEC + 1% AV	PATRON	8.80000*	1.99834	0.001	3.3858	14.2142
	1% FEC + 1%AV	2.66667	1.99834	0.548	-2.7475	8.0809
	1%FEC+ 1.5% AV	7.57778*	1.99834	0.003	2.1636	12.9920
1% FEC + 1%AV	PATRON	6.13333*	1.99834	0.021	0.7191	11.5475
	0.5% FEC + 1% AV	-2.66667	1.99834	0.548	-8.0809	2.7475
	1%FEC+ 1.5% AV	4.91111	1.99834	0.086	-0.5031	10.3253
1%FEC+ 1.5% AV	PATRON	1.22222	1.99834	0.928	-4.1920	6.6364
	0.5% FEC + 1% AV	-7.57778*	1.99834	0.003	-12.9920	-2.1636
	1% FEC + 1%AV	-4.91111	1.99834	0.086	-10.3253	0.5031

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: *Elaboración propia.*

El análisis de Tukey muestra varias diferencias significativas en la resistencia a la compresión entre los diferentes grupos. En primer lugar, se observa que el grupo PATRON presenta una resistencia a la compresión significativamente mayor que el grupo 0.5% FEC + 1% AV ($p = 0.001$), y viceversa, 0.5% FEC + 1% AV tiene una resistencia significativamente mayor que PATRON ($p = 0.001$). También, se encuentran diferencias significativas entre el grupo 0.5% FEC + 1% AV y el grupo 1% FEC + 1% AV ($p = 0.001$), así como entre 0.5% FEC + 1% AV y 1% FEC + 1.5% AV ($p = 0.003$).

Estos resultados sugieren que estos grupos tienen una resistencia similar. En general, las diferencias significativas indican que la adición de FEC y AV en distintas concentraciones influye notablemente en la resistencia a la compresión, aunque no todos los pares de grupos muestran esas diferencias.

Tabla 38. Dosificación

HSD Tukey ^a				
Dosificación	N	Subconjunto para $\alpha = 0.05$		
		1	2	3
PATRON	9	55.3889		
1%FEC+ 1.5% AV	9	56.6111		
1% FEC + 1%AV	9			61.5222
0.5% FEC + 1% AV	9		56.6111	64.1889
Sig.		0.928	61.5222	0.5485

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

En base a los resultados presentados por Tukey, si nos enfocamos en maximizar el valor de la variable dependiente, en este caso la resistencia a flexión evidencia que el tratamiento que contiene 0.5 % FEC + 1 % AV y el que contiene 1% FEC + 1% AV, son los tratamientos con mejores resultados con una media de 61.5222 y 64.1889 respectivamente, ya que no solo tiene la media más alta, sino que también es estadísticamente comparable a otros tratamientos que están en un rango de medias elevado, lo que indica que ofrecen el mejor rendimiento en términos de la variable medida.

Decisión:

Estos hallazgos son relevantes para guiar decisiones sobre la dosificación y formulación en futuros desarrollos. Por lo que se acepta la H1 que señala que la adición de las Fibras de estopa de coco y Aloe vera mejora la resistencia a la flexión del Pavimento Rígido $F'c$ 280 kg/cm² en la carretera JU-108 del Km 2+300 al 3+100 en la provincia de Huancayo-2024.

4.3 Discusión de resultados

En el proyecto de Ahmad et al. (2024), titulada *Effect of Coconut Fiber Length and Content on Properties of High Strength Concrete*, se obtuvieron resultados distintos a los del presente estudio, ya que se halló una resistencia máxima a la compresión de 255.9 kg/cm² con una adición del 1.5% de fibras de coco. Esto contrasta con los resultados obtenidos en este trabajo, donde se da el mejor porcentaje de integración de fibras se obtuvo con cantidades menores.

Por otro lado, Yusra et al. (2024), en su estudio *Effect of the Addition of Natural Fibers on the Mechanical Properties of Concrete*, evaluaron la resistencia a la compresión y flexión del concreto con integración de fibras de ratán y bambú, generando una resistencia máxima a la compresión de 252.1 kg/cm² también con una integración del 1.5%. Este comportamiento es similar al observado en la investigación de Ahmad et al. (2024), donde un aumento moderado

de fibras permitió mejorar la resistencia del concreto, confirmando la tendencia de que el uso de fibras naturales a un nivel óptimo puede aumentar la resistencia.

De manera similar, en el estudio de Más y Solano (2024), titulado *Diseño y análisis del concreto sostenible $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con fibra de coco para elevar la capacidad resistente en compresión y flexión de estructuras en viviendas multifamiliares en Huancayo - Perú*, se realizaron ensayos de compresión y flexión con la integración de fibra de coco. En este caso, los resultados más apropiados en la resistencia a la compresión que se obtuvieron con porcentajes bajos de adición, alcanzando valores de 225.60 kg/cm^2 y 231.60 kg/cm^2 . Sin embargo, al incrementar el porcentaje de adición, la resistencia disminuyó hasta 187.20 kg/cm^2 y 165.60 kg/cm^2 . Esta tendencia es consistente con lo observado en el presente estudio, donde un aumento excesivo en la cantidad de fibras también afectó negativamente la resistencia a la compresión.

En el estudio realizado por Huamán (2024), titulado *Influencia de la incorporación del Aloe vera en la unión del concreto estructural $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, sobre la resistencia a la compresión axial del concreto en la ciudad de Abancay-Apurímac, 2018*, se visualizó un incremento en la resistencia a la compresión con la integración de Aloe vera, alcanzando un porcentaje óptimo con una adición del 2.5%, lo que resultó en una resistencia de 333.4 kg/cm^2 . Sin embargo, al subir el porcentaje de integración por encima del 2.5%, la resistencia bajó a 322.5 kg/cm^2 .

En el estudio realizado por Nilber (2021), titulado *Diseño de bloques de concreto con aditivo natural de Aloe vera para uso en la construcción en el distrito de Nueva Cajamarca – Rioja San Martín*, tuvo como objetivo diseñar bloques de concreto con aditivo natural de Aloe vera para uso en la construcción en el distrito de Nueva Cajamarca-Rioja-San Martín, se observó una disminución de la resistencia a la compresión respecto al patrón, teniendo una resistencia de 84 kg/cm^2 ; para el 2% una resistencia de 79 kg/cm^2 ; para el 4% una resistencia de 72 kg/cm^2 ; para el 6% una resistencia de 67% ; y, para el 8% una resistencia de 54 kg/cm^2 . Esto permite observar que el aumento de adición de Aloe vera disminuye la resistencia a la compresión del concreto.

En la investigación de Ahmad et al. (2024), titulada *Effect of Coconut Fiber Length and Content on Properties of High Strength Concrete*, se encontraron resultados diferentes a los obtenidos en el presente trabajo, ya que al adicionar un 2% de fibras de coco se alcanzó una resistencia máxima a la flexión de 42.42 kg/cm^2 . Estos resultados contrastan con los obtenidos en esta investigación, donde se observó una tendencia distinta en la resistencia a la flexión con porcentajes menores de adición.

Por otro lado, Yusra et al. (2024), en su estudio *Effect of the Addition of Natural Fibers on the Mechanical Properties of Concrete*, también realizaron ensayos de resistencia a la compresión y a la flexión utilizando fibras de ratán y bambú. En el caso de la resistencia a la flexión, los resultados no fueron mejores que el concreto patrón; sin embargo, se obtuvo un valor significativo de 26.46 kg/cm² con una adición del 2% de fibras, destacándose como la mejor opción entre las combinaciones evaluadas. Esta tendencia se alinea con los hallazgos de Ahmad et al. (2024), quienes también encontraron mejoras con adiciones del 2%.

De manera similar, el estudio de Más y Solano (2024), titulado *Diseño y evaluación del concreto sostenible $f'c = 210$ kg/cm² elaborado con fibra de coco para aumentar la capacidad resistente en compresión y flexión de estructuras en viviendas multifamiliares en Huancayo - Perú*, reveló mejores resultados en resistencia a la flexión en todos los porcentajes de adición de fibra de coco. El valor máximo alcanzado fue de 89.40 kg/cm² con una adición del 2%, en comparación con el concreto patrón que presentó una resistencia de 72.10 kg/cm². Estos hallazgos reafirman los resultados obtenidos en el presente estudio, en los que el aumento en la adición de fibras también mejoró las propiedades de flexión del concreto.

Finalmente, Medina y Luya (2021), en su investigación titulada *Influencia de la fibra de Fibra de estopa de coco al 1.5%-2% y penca de tuna 1.5%-2% en la trabajabilidad, las resistencias a la compresión y flexión del concreto $f'c = 210$ kg/cm², Huancayo-Junín 2021*, observaron que el porcentaje óptimo para mejorar la resistencia fue el 2% de fibra de coco y el 1.5% de penca de tuna. En particular, se obtuvo una resistencia a la tracción de 44.57 kg/cm², superando los valores del concreto patrón, lo cual confirma la tendencia de que las fibras naturales en proporciones adecuadas mejoran las propiedades mecánicas del concreto, lo que coincide con lo reportado en el presente trabajo.

4.4 Flujograma de diseño de la investigación

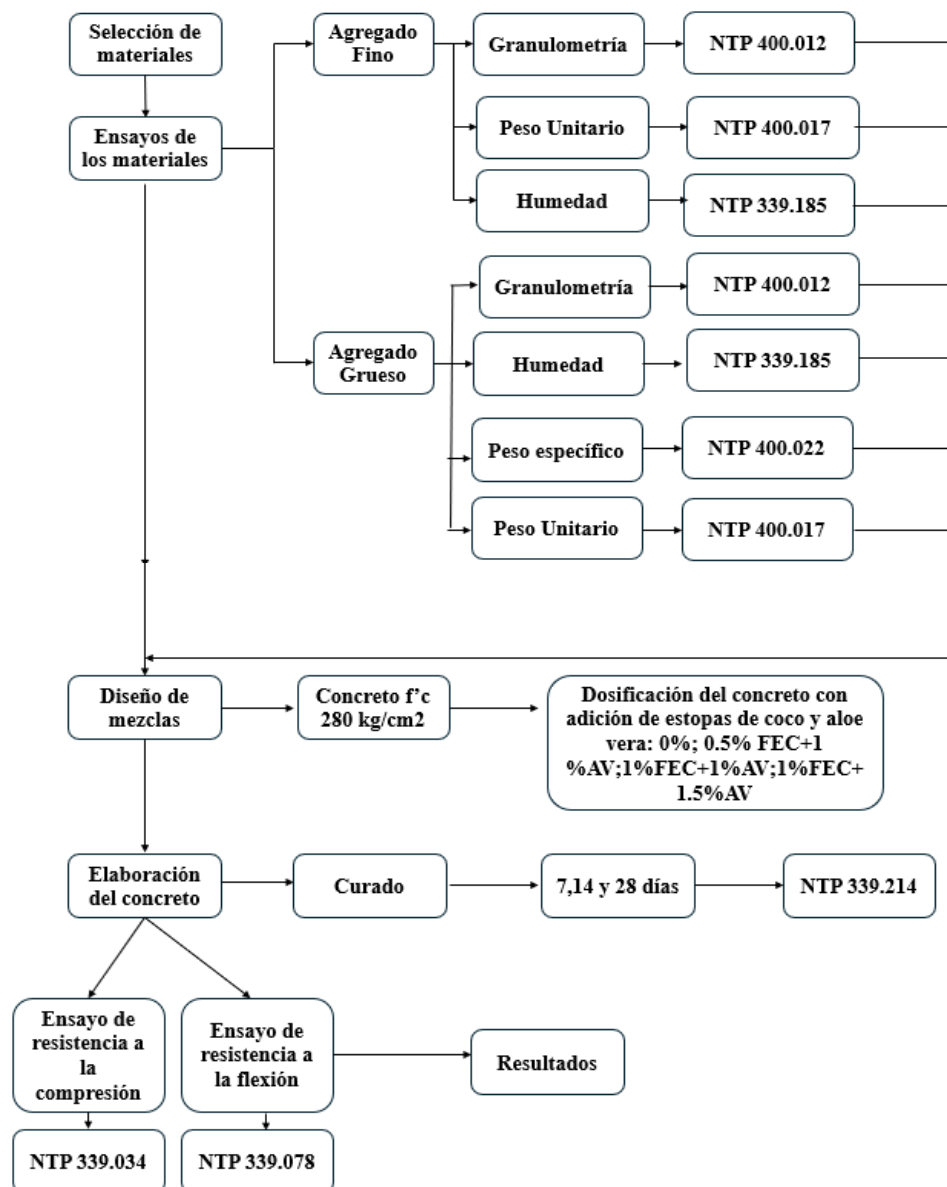


Figura 30. Flujograma de diseño de la investigación.

Fuente: *Elaboración propia.*

CAPÍTULO V:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- En conclusión, se determinó que la adición de Fibra de estopa de coco y Aloe vera en porcentajes bajos tuvo un efecto positivo en la resistencia del pavimento rígido con $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en la carretera Ju-108, específicamente en el tramo comprendido entre el Km 2+300 y el Km 3+100 en la provincia de Huancayo, 2024. Los ensayos realizados mostraron que el uso de estas fibras permitió mejorar las propiedades mecánicas del concreto, en particular la resistencia a la flexión y compresión, lo que coincide con estudios previos. En síntesis, el uso de fibras naturales en proporciones controladas contribuye a mejorar la resistencia del pavimento, proporcionando una alternativa innovadora para mejorar el rendimiento estructural del concreto en pavimentos rígidos.
- Respecto a la resistencia a la compresión, se concluye que el concreto patrón presentó una resistencia promedio a los 7 días de 283.87 kg/cm^2 , 313.20 kg/cm^2 a los 14 días y 350.73 kg/cm^2 a los 28 días. Por otro lado, al analizar el concreto con 0.5% de estopas de coco y 1% de Aloe vera, se registró una resistencia promedio de 335.10 kg/cm^2 a los 7 días, 375.37 kg/cm^2 a los 14 días y 440.90 kg/cm^2 a los 28 días. Para el concreto con 1% de estopas de coco y 1% de Aloe vera se registró una resistencia promedio de 270.27 kg/cm^2 a los 7 días, 322.37 kg/cm^2 a los 14 días y 334.97 kg/cm^2 a los 28 días. Finalmente, para el concreto con adición de 1% de estopas de coco y 1.5% de Aloe vera, se registró una resistencia promedio de 240.77 kg/cm^2 a los 7 días, 269.57 kg/cm^2 a los 14 días y 332.77 kg/cm^2 a los 28 días, por lo que la mejor dosificación para mejorar la resistencia a compresión resulta ser 0.5% de fibra de estopa de coco y 1 % AV.
- Respecto a la resistencia a la flexión, se observa que el concreto patrón presentó una resistencia promedio a los 7 días de 51.2 kg/cm^2 , aumentando a 54.5 kg/cm^2 a los 14 días y alcanzando una resistencia máxima de 60.4 kg/cm^2 a los 28 días. Por otro lado, al analizar el concreto con 0.5% de estopas de coco y 1% de Aloe vera se registró una resistencia promedio 57.9 kg/cm^2 a los 7 días, 64.6 kg/cm^2 a los 14 días y 70.1 kg/cm^2 a los 28 días. Para el concreto con 1% de estopas de coco y 1% de Aloe vera se registró una resistencia promedio de 58.5 kg/cm^2 a los 7 días, 61 kg/cm^2 a los 14 días y 65.1 kg/cm^2 a los 28 días. Finalmente, para el concreto con adición de 1% de estopas de

coco y 1.5% de Aloe vera, se registró una resistencia promedio de 51.5 kg/cm² a los 7 días, 57.8 kg/cm² a los 14 días y a los 60.5 kg/cm² a los 28 días, por lo que la mejor dosificación para mejorar la resistencia flexión resultan ser 0.5% de fibra de estopa de coco + 1 % Aloe Vera y 1% Fibra de estopa de coco + 1% Aloe vera.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una caracterización detallada y precisa de las propiedades físicas, mecánicas y químicas de los agregados antes de su uso en la mezcla. Esto incluye la evaluación de su granulometría, absorción, resistencia al desgaste y contenido de materia orgánica, ya que estos parámetros influyen directamente en la calidad del diseño de mezcla. Una correcta caracterización permitirá garantizar la uniformidad y confiabilidad del concreto, base esencial para investigaciones futuras en pavimentos rígidos con adiciones no convencionales.
- Se sugiere llevar a cabo estudios adicionales sobre la dosificación óptima de Fibra de estopa de coco y Aloe vera, explorando variaciones dentro de un rango más amplio de porcentajes. Los resultados obtenidos indican que porcentajes menores generan un mejor desempeño en resistencia, lo que podría reducir costos sin comprometer la calidad del pavimento. En investigaciones futuras, se podría evaluar el impacto de estas proporciones en la durabilidad a largo plazo y en condiciones climáticas extremas, contribuyendo a desarrollar diseños de mezcla más sostenibles y rentables.
- Si bien la resistencia a la tracción indirecta no es la propiedad más representativa en concreto rígido, se recomienda incluir este ensayo como parte del análisis integral. Los resultados del comportamiento en compresión y flexión sugieren que podría existir una correlación positiva con las fibras añadidas. Incorporar este ensayo permitirá comprender mejor cómo influyen las adiciones en las propiedades mecánicas y estructurales del concreto, proporcionando datos valiosos para futuras aplicaciones, como en pavimentos sometidos a esfuerzos combinados o condiciones severas de carga.
- Se recomienda que esta investigación sea el punto de partida para desarrollar estudios en campo en condiciones reales de carga y tráfico. Esto permitirá validar los resultados de laboratorio y determinar el comportamiento a largo plazo del pavimento rígido mejorado con Fibra de estopa de coco y Aloe vera. Adicionalmente, se sugiere evaluar el impacto ambiental de esta tecnología, destacando su contribución a la reducción de desechos orgánicos y promoviendo su inclusión en normativas locales de diseño de pavimentos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] MURGA, C. E. et al. Mejora del Rendimiento de Pavimentos Rígidos mediante el Uso de Métodos Modernos en la Optimización de Capas. *GnosisWisdom* [en línea]. 2023, vol. 3, n.º 3, pp. 25–34 [consultado el 12 de mayo de 2024]. ISSN 2789-4282. Disponible en: <https://doi.org/10.54556/gnosiswisdom.v3i3.65>
- [2] HUAMÁN, A. K. Y. et al. Ciclo de vida del pavimento orientado a su agrietamiento y mantenimiento. *Llamkasun* [en línea]. 2023, vol. 4, n.º 1, pp. 33–39 [consultado el 12 de mayo de 2024]. ISSN 2709-2275. Disponible en: <https://doi.org/10.47797/llamkasun.v4i1.117>
- [3] AGUIRRE, L. Una carretera de pavimento rígido debe durar 60 años. *La Razón* [en línea]. 20 de julio de 2020 [consultado el 12 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.la-razon.com/financiero/2020/07/20/una-carretera-de-pavimento-rigido-debe-durar-60-anos/>
- [4] TÉLLEZ, R. Pavimentos rígidos o flexibles, concreto vs. asfalto, dilema en Infraestructura de Vías Terrestres. *Instituto Mexicano del Transporte* [en línea]. Enero de 2012 [consultado el 12 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=361&IdBoletin=134>
- [5] MONTES, M. P. et al. Evaluación del desempeño de los pavimentos rígidos en Costa Rica. *Infraestructura Vial* [en línea]. 2021, vol. 23, n.º 42, pp. 53–60 [consultado el 12 de mayo de 2024]. ISSN 2215-3705. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15517/iv.v23i42.46947>
- [6] CAMACHO, I. M. Listado de los deterioros que se presentan en pavimentos de concreto hidráulico. *Instituto Mexicano del Transporte* [en línea]. Junio de 2001 [consultado el 12 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=164&IdBoletin=54>
- [7] MORENO, J. Y. et al. Modelado de agrietamiento en estructuras de concreto: enfoque de grieta distribuida y enfoque de grieta discreta. *Acta universitaria* [en línea]. 2019, vol. 29 [consultado el 12 de mayo de 2024]. ISSN 2007-9621. Disponible en: <https://doi.org/10.15174/au.1641>
- [8] UNIVERSIDAD DE LIMA. Beneficios de los pavimentos rígidos. *Universidad de Lima* [en línea]. [sin fecha] [consultado el 12 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.ulima.edu.pe/pregrado/ingenieria-civil/noticias/beneficios-de-los-pavimentos-rigidos>
- [9] MCCOPA. Latinoamérica avanza en pavimentos de hormigón sustentables. *Carreteras Pan-Americanas* [en línea]. 9 de noviembre de 2021 [consultado el 12 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.carreteras-pa.com/reportajes/latinoamerica-avanza-en-pavimentos-de-hormigon-sustentables/>
- [10] Fernández Acosta, P. Y. (2019). Incorporación de fibra de coco para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos Lima, 2019.

- [11] PORRAS, K. K y RÍOS, K. J. *Análisis del comportamiento físico y mecánico del concreto al adicionar fibra de metal para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo*, 2021. En: Repositorio Institucional CONTINENTAL [base de datos en línea]. Tesis de pregrado, Universidad Continental, 2022 [consultado el 12 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/11492>
- [12] QUINTERO, S. L. y L. O. GONZÁLEZ. Uso de fibra de Fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. *Ingeniería y Desarrollo* [en línea]. 2006, 20, pp. 134–150 [consultado el 12 de mayo de 2024]. ISSN 0122-3461. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85202010>
- [13] NYABUTO, A.O., SILVESTER OCHIENG ABUODHA, MWERO, J.N., LENKA SCHEINHERROVÁ y MARANGU, J.M., 2023. Aloe vera-Based Concrete Superplasticizer for Enhanced Consolidation with Limestone Calcined Clay Cement. *Applied Sciences* [en línea], vol. 14, no. 1, [consulta: 20 diciembre 2024]. DOI <https://doi.org/10.3390/app14010358>. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/1/358>.
- [14] AHMAD, W. et al. Effect of Coconut Fiber Length and Content on Properties of High Strength Concrete. *Materials* [en línea]. 2020, vol. 13, n.º 5), 1075 [consultado el 12 de mayo de 2024]. ISSN 1996-1944. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ma13051075>
- [15] MD, B. y S. UNNIKRISHNAN. Mechanical strength and impact resistance of hybrid fiber reinforced concrete with coconut and polypropylene fibers. *Materials Today: Proceedings* [en línea]. 2022, vol. 65, pp. 1873–1880 [consultado el 12 de mayo de 2024]. ISSN 22147853. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.05.048>
- [16] SINGH, C. P. et al. Fabrication and evaluation of physical and mechanical properties of jute and coconut coir reinforced polymer matrix composite. En: *1st International Conference and Exposition on Mechanical, Material and Manufacturing Technology, ICE3MT 2020* [en línea]. Materials Today: Proceedings, 2020, pp. 2572–2577 [consultado el 12 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.07.684>
- [17] YUSRA, A. et al. Effect of the Addition of Natural Fibers on the Mechanical Properties of Concrete. En: *4th Aceh International Symposium on Civil Engineering, AISCE 2023* [en línea]. E3S Web of Conferences, 2024 [consultado el 12 de mayo de 2024]. ISBN 25550403. Disponible en: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447601027>
- [18] SHAAT, M. H., N. F. ABAS y H. E. RABABAH. Study of the Mechanical and Physical Properties of Pervious Concrete Modified with Treated and Untreated Natural Coconut Fiber for Pavement. *Journal of Advanced Research in Applied Mechanics* [en línea]. 2023, vol. 110, n.º 1, 11–21 [consultado el 13 de mayo de 2024]. ISSN 2289-7895. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.37934/aram.110.1.1121>
- [19] HUAMÁN, W. *Influencia de la incorporación del Aloe vera en la mezcla del concreto estructural $f'c=210\text{ kg/cm}^2$, sobre la resistencia a la compresión axial del concreto en la ciudad de Abancay-*

- Apurímac*, 2018. En: Repositorio Institucional UTEA [base de datos en línea]. Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes, 2021 [consultado el 12 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/294>
- [20] HUARANGA, V. A. *Incidencia de la fibra de coco utilizando proporciones variables de 0.1%, 0.2% y 0.3% en las propiedades de resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto*, Lima 2019. En: Repositorio Institucional UPN [base de datos en línea]. Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte, 2020 [consultado el 12 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/24348>
- [21] MAS, J. A y SOLANO, R. S. *Diseño y evaluación del concreto sostenible $f''c=210$ kg/cm² elaborado con fibra de coco para aumentar la capacidad resistente en compresión y flexión de estructuras en viviendas multifamiliares en Huancayo - Perú*. En: Repositorio Académico UPC [base de datos en línea]. Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2023 [consultado el 12 de mayo de 2024]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10757/668919>
- [22] MEDINA, C. Ch. *Influencia fibra de Fibra de estopa de coco al de 1.5 % - 2 % y penca de tuna 1.5 % - 2 % en la trabajabilidad, las resistencias a la compresión y flexión del concreto $F'C=210$ kg/cm², Huancayo - Junín 2021*. En: Repositorio Institucional CONTINENTAL [base de datos en línea]. Tesis de pregrado, Universidad Continental, 2021. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/11556>
- [23] ESPINOZA, N. R. *Diseño de bloques de concreto con aditivo natural de Aloe vera para uso en la construcción en el distrito de Nueva Cajamarca-Rioja-San Martín*. En: Repositorio Institucional Digital UCSS [base de datos en línea]. Tesis de pregrado, Universidad Católica Sedes Sapientiae, 2021 [consultado el 12 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14095/1629>
- [24] MOHANTY, A. K., M. MISRA y T. D. LAWRENCE. *Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites*. London: Taylor & Francis Group, 2005. ISBN 0-8493-1741-X.
- [25] PARICAGUÁN, B. M. y J. L. MUÑOZ. Estudio de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar. *INGENIERÍA UC* [en línea]. 2019, vol. 26, n.º 2. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/707/70760276009/html/>
- [26] VILLEGAS, N. H. *Elaboración de módulos estructurales a base de fibra de estopa de coco para viviendas de bajo costo*. En: Repositorio institucional UG [base de datos en línea]. Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil, 2007 [consultado el 12 de mayo de 2024]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/1650>
- [27] GRANADOS, S. D. y G. F. LÓPEZ. Manejo de la palma de coco (Fibra de estopa de coco 1.). *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* [en línea]. 2002, vol. 8, n.º 1, pp. 39–48 [consultado el 12 de mayo de 2024]. ISSN 2007-3828. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62980105>
- [28] SOTO, L. M. *Efectos de la adición de mucilago de nopal en las propiedades físico - mecánicas del concreto convencional $f''c=210$ kg/cm² con fines de pavimento rígido, Ayacucho, 2022*. En:

- Repositorio Institucional UNSCH [base de datos en línea]. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2023 [consultado el 12 de mayo de 2024]. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/6327>
- [29] VITERVO, A. y O. DÍAZ. *Métodos para la dosificación del concreto* [en línea]. Estado de Morelos: Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 1993 [consultado el 12 de mayo de 2024]. ISBN 9688780049. Disponible en: https://books.google.com.pe/books/about/Métodos_para_la_dosificación_del_concr.html?id=1QHXAACAAJ&redir_esc=y
- [30] VALDERRAMA, S. *Pasos para Elaborar Proyectos de Investigación Científica Cualitativa, Cuantitativa y Mixta* [en línea]. 2ª ed. 2013 [consultado el 12 de mayo de 2024]. ISBN 978-612-302-878-7. Disponible en: http://www.editorialsanmarcos.com/index.php?id_product=211&controller=product
- [31] HERNÁNDEZ, R., C. FERNÁNDEZ y M. P. BAPTISTA. *Metodología de la investigación* [en línea]. 6ª ed. México: Delegación Álvaro Obregón, 2014 [consultado el 12 de mayo de 2024]. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodología%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- [32] CONSTRUNEIC. (S. F.). *Pavimento rígido*. Construneic. <https://construneic.com/pavimentos/pavimento-rigido>.
- [33] REYES RIVERA, J. R. (2022). Diseño de pavimento rígido incorporando mucílago de Aloe vera (Sábila) en la Avenida Jorge Chávez, Santiago de Surco-2022.
- [34] InfoAndes. (2023). *Presunta sobrevaloración en mantenimiento de vía departamental JU-108 que ejecuta la DRTC-J*. <https://infoandes.pe>.
- [35] MEDINA, C, PÉREZ, D. y LUYA, E., 2021. Influencia fibra de estopa de coco al de 1.5 % - 2 % y penca de tuna 1.5 % - 2 % en la trabajabilidad, las resistencias a la compresión y flexión del concreto F'c=210 kg/cm², Huancayo - Junín 2021. *Continental.edu.pe* [en línea], [consulta: 11 febrero 2025]. DOI <https://hdl.handle.net/20.500.12394/11556>. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11556>.
- [36] PEREZ, P., 2021. Aplicación de ceniza de cabuya y extracto de aloe vera en la subrasante de la carretera Muyurina – Quinua, Ayacucho - 2021. *Ucv.edu.pe* [en línea], [consulta: 11 febrero 2025]. DOI <https://hdl.handle.net/20.500.12692/85099>. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85099>.
- [37] MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, 2014. Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos, sección suelos y pavimentos. (n.d.). https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PD_F/MAN_7%20SGGP-2014.pdf

ANEXOS

Tabla 39. Matriz de consistencia

TÍTULO: Efecto de la adición de la fibra de estopa de coco y aloe vera en la resistencia del Pavimento Rígido F'c 280 kg/cm2 en la carretera JU-108 del km 2+300 Al km 3+100 en la Provincia Huancayo, 2024.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
Problema general: ¿Cuál es el efecto de la fibra de estopa de coco y Aloe vera en la resistencia del Pavimento Rígido f'c 280 kg/cm2 carretera Ju - 108 del Km 2+300 al km 3+100 en la Provincia de Huancayo - 2024? Problemas específicos: • ¿Cómo influye el de la presencia de Fibra de estopa de coco, con adición de Aloe vera al en la resistencia a compresión del pavimento rígido f'c 280 kg/cm2 carretera JU - 108 del km 2+300 al km 3+100 en la provincia de Huancayo - 2024? • ¿Cómo influye el de la presencia de Fibra de estopa de coco, con adición de Aloe vera al en la resistencia a flexión del pavimento rígido f'c 280 kg/cm2 carretera Ju - 108 del km 2+300 al km 3+100 en la Provincia de Huancayo - 2024?	Objetivo general: Determinar el efecto de la fibra de estopa de coco y aloe vera en la resistencia del Pavimento Rígido f'c 280 kg/cm2 carretera Ju - 108 del Km 2+300 al km 3+100 en la Provincia de Huancayo - 2024. Objetivos específicos: • Determinar la influencia de la presencia de Fibra de estopa de coco con adición de Aloe vera en la resistencia a compresión del pavimento rígido f'c 280 kg/cm2 carretera Ju - 108 del km 2+300 al km 3+100 en la provincia de Huancayo - 2024. • Determinar la influencia de la presencia de Fibra de estopa de coco con adición de Aloe vera en la resistencia a flexión del pavimento rígido f'c 280 kg/cm2 carretera Ju - 108 del km 2+300 al km 3+100 en la Provincia de Huancayo - 2024.	Hipótesis general: La adición de la fibra de estopa de coco y aloe vera mejorará la resistencia del pavimento Rígido f'c 280 kg/cm2 carretera Ju - 108 del km 2+300 al km 3+100 en la Provincia de Huancayo - 2024. Hipótesis específicas: • La resistencia a compresión del concreto f'c 280 kg/cm2 mejoró con la adición de las Fibra de estopa de coco y Aloe vera • La resistencia a flexión del concreto f'c 280 kg/cm2 mejoró con la adición de las Fibra de estopa de coco y Aloe vera	Variable independiente: •Fibras de estopa de coco • Aloe vera Dimensiones: % de dosificación de Fibra de estopa de coco y Aloe vera en proporción al peso del cemento Variable dependiente: Resistencia Del Pavimento Rígido F'c 280 Kg/Cm2. Dimensiones: • Resistencia a compresión. • Resistencia a flexión	Tipo de investigación: Aplicada Nivel de investigación: Explicativa Diseño: Experimental Método específico: Método científico Diseño: Cuasi experimental GE: X O2 GC: --- O1 Donde: GE: grupo experimental GC: grupo de control O2: observación grupo experimental, post test O1: observación grupocontrol, post test Población: La población estará conformada por • 36 probetas de concreto (9 probetas de cada tipo). • 36 vigas de concreto armado (9 vigas por cada tipo) Muestra: La muestra estará conformada por • 36 probetas de concreto (9 probetas de cada tipo) • 36 vigas de concreto armado (9 vigas por cada tipo) Muestreo: No probabilístico Técnicas: • Observación Instrumentos: • Fichas de inspección y observación • Fichas de cotejo • Máquina de ensayo a compresión. Técnicas de procesamiento de datos: • Revisión de datos para su ordenamiento y clasificación. • Tabulaciones • Representación gráfica.

Tabla 40. Formato de Validación de criterios de Expertos**I. Datos Generales**

Fecha	
Validador	
Cargo e institución donde labora	
Instrumento que validar	
Objetivo del instrumento	
Autor(es) del instrumento	

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:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.				
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.				
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.				
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.				
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.				
CONSISTENCIA	Se han formulado con relación a la teoría de las dimensiones de la variable.				
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con las dimensiones.				
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.				
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.				
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.				
TOTAL					

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	31/05/2024
Validador	Ing. Maria Milagros Gramma Cenzano
Cargo e institución donde labora	Especialista de Suelos y Pavimentos - CGEC
Instrumento a validar	Ficha de ensayos a compresión y flexión
Objetivo del instrumento	Determinar la resistencia del concreto a compresión y f
Autor(es) del instrumento	Santos Leon Cornelio

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	
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				20	

Coefficiente de validez


 MARIA MILAGROS GRAMMA CENZANO
 INGENIERA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 CGEC
 VALIDADOR

Figura 31. Validación de Expertos.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	30/09/2016
Validador	Jose Luis Perez Gonzales
Cargo e institución donde labora	Especialista en Obras de arte y Drenaje - JU 108
Instrumento a validar	Ficha de ensayos a compresión y flexión
Objetivo del instrumento	Determinar la resistencia del concreto a compresión y f.
Autor(es) del instrumento	Santos Leon Cereño

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	
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				20	

Coefficiente de validez

MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL JU-108
TRAMO PALMA PANDURUNCA REGIÓN AJUNT
Ing. JOSE LUIS PEREZ GONZALES
CP. 184001
ESPECIALISTA EN OBRAS DE ARTE Y DRENAJE
CHINA GEZHUO GROUP COMPANY LIMITED
SUCURSAL PERU

VALIDADOR

Figura 32. Validación de Expertos.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	31-05-2024
Validador	Ing. Eduardo Salinas Graos
Cargo e institución donde labora	Especialista de Control de Calidad
Instrumento a validar	Ficha de ensayos a compresión y flexión
Objetivo del instrumento	Determinar la resistencia del concreto a compresión y flexión
Autor(es) del instrumento	Santos Leon Cornelio

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	
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				20	

Coefficiente de validez

MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL JU-108
TRAMO: PALJAN - PARIAMAYCA, REGIÓN JUNÍN

EDUARDO LEONIDAS SALINAS GRAOS
CIP: 346678
INGENIERO RESPONSABLE DE CONTROL DE CALIDAD
CHINA GEZHOUBA GROUP COMPANY LIMITED

VALIDADOR

Figura 33. Validación de Expertos.

Tabla 41. Evaluación de los instrumentos según la V de Aiken

Ítems	Expertos			Suma de Acuerdos Total (S)	V Aiken	Descripción
	1	2	3			
1	3	3	3	9	1.00	Fuerte
2	3	3	3	9	1.00	Fuerte
3	3	3	3	9	1.00	Fuerte
4	3	3	3	9	1.00	Fuerte
5	3	3	3	9	1.00	Fuerte
6	3	3	3	9	1.00	Fuerte
7	3	3	3	9	1.00	Fuerte
8	3	3	3	9	1.00	Fuerte
9	3	3	3	9	1.00	Fuerte
10	2	3	3	8	0.89	Aceptable
Media					0.99	Fuerte

Nota. Se muestra el formato para la validación de instrumentos de investigación según criterios de expertos. El instrumento contiene 3 ítems con una validez de contenido Fuerte, debido a que el coeficiente se ubica en el intervalo de 0.90 a 1.00 teniendo el valor de 0.99 lo que indica que los 3 expertos están totalmente de acuerdo con el instrumento a emplear. Con una validez de contenido Fuerte con una validez de 0.99.

A continuación, se muestra los formatos en donde se colocarán los datos de dimensión de resistencia a la flexión y a la compresión.

Tabla 42. Ficha de recolección de datos para la dimensión de resistencia a la flexión

DIMENSION DE RESISTENCIA A LA FLEXOTRACCIÓN

Norma ASTM C78, NTP 339.078

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN										
DOSIFICACIÓN	COD	FECHA		EDAD N° DÍAS	ASENT. (plg)	DIMENSIONES			CARGA (MPa)	Módulo de rotura (Mpa)
		MOLDEO	ROTURA			Ancho (cm)	Altura (cm)	Longitud (cm)		
M0 - PATRON	P-01									
	P-02									
	P-03									
M1 0.5% FEC + 1% AV	M1-01									
	M1-02									
	M1-03									
	M2-01									

M2 1% FEC + 1%AV										
	M2-02									
	M2-03									
M3 1%FEC+ 1.5% AV	M3-01									
	M2-02									
	M3-03									

Tabla 43. Ficha de recolección de datos para la dimensión de resistencia a la compresión

DIMENSIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN MUESTRAS CILINDRICAS

Norma ASTM C39, NTP 339.034

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN													
DOSIFICACIÓN	COD	FECHA		EDAD N° DÍAS	ASENT. (plg)	Resistencia de Testigo (Kn)	Resistencia de Testigo (Kgf)	DIMENSIONES		CARGA (Kg)	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA OBTENIDA	TIPO DE FRACTURA
		MOLDEO	ROTURA					Diametro (cm)	Area (cm ²)		(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	
M0 - PATRON	P-01												
	P-02												
	P-03												
M1 0.5% FEC + 1% AV	M1-01												
	M1-02												
	M1-03												
M2 1% FEC + 1%AV	M2-01												
	M2-02												

	M2-03												
M3 1%FEC+ 1.5% AV	M3-01												
	M2-02												
	M3-03												



SERVICIOS CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



GICA005025062024-CO

INFORME N° GICA005025062024-CO

PETICIONARIO : BACH. SANTOS LEON CORNELIO
EFECTO DE LA ADICIÓN DE LAS FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL
TESIS : PAVIMENTO RÍGIDO F'C 280 KG/CM2 EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM 2+300 AL 3+100 EN LA
PROVINCIA HUANCAYO, 2024
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-06-21
FECHA DE EMISIÓN : 2024-06-25

DISEÑO DE MEZCLAS (f'c = 280 kg/cm²)

DISEÑO PATRÓN

CEMENTO : ANDINO TIPO I
Peso específico : 3.12

AGREGADO FINO

ARENA TRITURADA

PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 12+500 LI

Peso específico de masa : 2.68
Peso específico de masa S.S.S. : 2.69
Peso específico de aparente : 2.72
Peso unitario suelto : 1603 Kg/m³
Peso unitario compactado : 1860 Kg/m³

GRANULOMETRIA

Malla	% Retenido
1/2"	0.0
3/8"	0.0
Nº4	0.2
Nº8	16.9
Nº16	17.4
Nº30	16.3
Nº50	17.1
Nº100	18.5
FONDO	13.6

Modulo de fineza : 2.571
Absorción : 0.50
Humedad : 0.20

AGREGADO GRUESO

GRAVA TRITURADA 3/4 "

PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 11+900 LD

Peso específico de masa : 2.65
Peso específico de masa S.S.S. : 2.67
Peso específico de aparente : 2.71
Peso unitario suelto : 1507 Kg/m³
Peso unitario compactado : 1627 Kg/m³

Malla	% Retenido
2"	0.0
1 1/2"	0.0
1"	0.0
3/4"	18.7
1/2"	36.9
3/8"	14.3
Nº4	26.5
FONDO	3.6

Tamaño Máximo Nominal : 3/4
Absorción : 0.88%
Humedad : 0.15%

Van...///



Servicios Construction and Geotechnical
Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
RUC CIP N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
Pagina web: www.gicaperu.com
Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 34. Diseño de mezcla f'c 289 kg/cm².



SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

Vienen...///
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



GICA005025062024-CO

INFORME N° GICA005025062024-CO

PETICIONARIO : BACH. SANTOS LEON CORNELIO
EFFECTO DE LA ADICIÓN DE LAS FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL
PROYECTO : PAVIMENTO RÍGIDO F'C 280 KG/CM2 EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM 2+300 AL 3+100 EN LA
PROVINCIA HUANCAYO, 2024
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-06-21
FECHA DE EMISIÓN : 2024-06-25

DOSIFICACION (f'c = 280 kg/cm²)

DISEÑO PATRÓN

ASENTAMIENTO : 6 pulg
FACTOR CEMENTO : 11.42 bc/m³
RELACION AGUA CEMENTO DE OBRA : 0.501
RELACION AGUA CEMENTO DE DISEÑO : 0.466
PROPORCION EN PESO 1 : 1.22 : 2.15 / 21.3 lt/por bolsa de cemento
PROPORCION EN VOLUMEN 1 : 1.09 : 2.14 / 21.3 lt/por bolsa de cemento

CANTIDAD DE MATERIALES SECOS POR METRO CUBICO P.U.C. = 2352 kg/m³

CEMENTO : 483 kg : ANDINO TIPO I
AGUA : 242 L : POTABLE
AGREGADO FINO : 589 kg PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 12+500 LI
AGREGADO GRUESO : 1038 kg PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 11+900 LD

CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CUBICO, CORREGIDOS POR HUMEDAD Y POR PESO UNITARIO
DEL CONCRETO: P.U.C. = 2364 kg/m³

CEMENTO : 485 kg : ANDINO TIPO I
AGUA : 243 L : POTABLE
AGREGADO FINO : 592 kg PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 12+500 LI
AGREGADO GRUESO : 1043 kg PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 11+900 LD

*MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

*EN OBRA CORREGIR POR HUMEDAD.

*EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginchie
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
Pagina web: www.gicaperu.com
Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 35. Diseño de mezcla f'c 280 kg/cm².



SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



GICA005027062024-CO

INFORME N° GICA005027062024-CO

PETICIONARIO : BACH. SANTOS LEON CORNELIO
EFECTO DE LA ADICIÓN DE LAS FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL
TESIS : PAVIMENTO RÍGIDO F'C 280 KG/CM2 EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM 2+300 AL 3+100 EN LA
PROVINCIA HUANCAYO, 2024
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-06-21
FECHA DE EMISIÓN : 2024-06-27

DISEÑO DE MEZCLAS ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)

ADICIÓN DE 0.5% FIBRA DE COCO + 1% ALOE VERA

CEMENTO : ANDINO TIPO I
Peso específico : 3.12

AGREGADO FINO

ARENA TRITURADA
PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 12+500 LI

Peso específico de masa : 2.68
Peso específico de masa S.S.S. : 2.69
Peso específico de aparente : 2.72
Peso unitario suelto : 1603 Kg/m³
Peso unitario compactado : 1860 Kg/m³

AGREGADO GRUESO

GRAVA TRITURADA 3/4 "
PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 11+900 LD

Peso específico de masa : 2.65
Peso específico de masa S.S.S. : 2.67
Peso específico de aparente : 2.71
Peso unitario suelto : 1507 Kg/m³
Peso unitario compactado : 1627 Kg/m³

GRANULOMETRIA

Malla	% Retenido	Malla	% Retenido
1/2"	0.0	2"	0.0
3/8"	0.0	1 1/2"	0.0
N°4	0.2	1"	0.0
N°8	16.9	3/4"	18.7
N°16	17.4	1/2"	36.9
N°30	16.3	3/8"	14.3
N°50	17.1	N°4	26.5
N°100	18.5	FONDO	3.6
FONDO	13.6		

Modulo de fineza : 2.571
Absorcion : 0.50
Humedad : 0.20
Tamaño Maximo Nominal : 3/4
Absorcion : 0.88%
Humedad : 0.15%

FIBRA DE COCO	PROPIEDADES: Apariencia : fibra Color : rojizo y coriáceo Procedencia: La Merced - Chanchamayo
ALOE VERA	PROPIEDADES: Apariencia : líquido Color : verdoso Procedencia: Huancayo



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Gúinche
Gerente de Geotecnia
RUC CIP N° 193550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
Pagina web: www.gicaperu.com
Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 36. Diseño de mezcla $f'c 280 \text{ kg/cm}^2$.



SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

Vienen...///

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



GICA005027062024-CO

INFORME N° GICA005027062024-CO

PETICIONARIO : BACH. SANTOS LEON CORNELIO
EFFECTO DE LA ADICION DE LAS FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL
PROYECTO : PAVIMENTO RÍGIDO F'C 280 KG/CM2 EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM 2+300 AL 3+100 EN LA
PROVINCIA HUANCAYO, 2024
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-06-21
FECHA DE EMISIÓN : 2024-06-27

DOSIFICACION (f'c = 280 kg/cm²)

ADICIÓN DE 0.5% FIBRA DE COCO + 1% ALOE VERA

ASENTAMIENTO : 6 pulg
FACTOR CEMENTO : 11.42 bc/m³
RELACION AGUA CEMENTO DE OBRA : 0.506
RELACION AGUA CEMENTO DE DISEÑO : 0.466

PROPORCION EN PESO 1 : 1.22 : 2.15 : 0.22 : 0.45 / 21.51 lt/por bolsa de cemento
PROPORCION EN VOLUMEN 1 : 1.09 : 2.14 : 0.21 : 0.43 / 21.51 lt/por bolsa de cemento

CANTIDAD DE MATERIALES SECOS POR METRO CUBICO P.U.C. = 2354 kg/m³

CEMENTO : 483 kg : ANDINO TIPO I
AGUA : 244 L : POTABLE
AGREGADO FINO : 589 kg PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 12+500 LI
AGREGADO GRUESO : 1038 kg PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 11+900 LD
FIBRA DE COCO : 2.41 kg 0.5% FIBRA DE COCO
ALOE VERA : 4.83 kg 1% ALOE VERA

**CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CUBICO, CORREGIDOS POR HUMEDAD Y POR PESO UNITARIO
DEL CONCRETO:** P.U.C. = 2367 kg/m³

CEMENTO : 485 kg : ANDINO TIPO I
AGUA : 246 L : POTABLE
AGREGADO FINO : 592 kg PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 12+500 LI
AGREGADO GRUESO : 1044 kg PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 11+900 LD
FIBRA DE COCO : 2.43 Kg 0.5% FIBRA DE COCO
ALOE VERA : 4.85 Kg 1% ALOE VERA

*MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

*EN OBRA CORREGIR POR HUMEDAD.

*EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN
SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)



Servicios Construction and Geotechnical
Engineering

Ing. Adolfo E. Camayo Gínche
Gerente de Geotécnica
RGS CP N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
Página web: www.gicaperu.com
Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 37. Diseño de mezcla f'c 280 kg/cm².



SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



GICA005001072024-CO

INFORME N° GICA005001072024-CO

PETICIONARIO : BACH. SANTOS LEON CORNELIO
EFECTO DE LA ADICIÓN DE LAS FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL
TESIS : PAVIMENTO RÍGIDO F'c 280 KG/CM2 EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM 2+300 AL 3+100 EN LA
PROVINCIA HUANCAYO, 2024
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-06-21
FECHA DE EMISIÓN : 2024-07-01

DISEÑO DE MEZCLAS (f'c = 280 kg/cm²)

ADICIÓN DE 1% FIBRA DE COCO + 1% ALOE VERA

CEMENTO : ANDINO TIPO I
Peso específico : 3.12

AGREGADO FINO

ARENA TRITURADA
PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 12+500 LI

Peso específico de masa : 2.68
Peso específico de masa S.S.S. : 2.69
Peso específico de aparente : 2.72
Peso unitario suelto : 1603 Kg/m³
Peso unitario compactado : 1860 Kg/m³

AGREGADO GRUESO

GRAVA TRITURADA 3/4 "
PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 11+900 LD

Peso específico de masa : 2.65
Peso específico de masa S.S.S. : 2.67
Peso específico de aparente : 2.71
Peso unitario suelto : 1507 Kg/m³
Peso unitario compactado : 1627 Kg/m³

GRANULOMETRIA

Malla	% Retenido
1/2"	0.0
3/8"	0.0
Nº4	0.2
Nº8	16.9
Nº16	17.4
Nº30	16.3
Nº50	17.1
Nº100	18.5
FONDO	13.6

Malla	% Retenido
2"	0.0
1 1/2"	0.0
1"	0.0
3/4"	18.7
1/2"	36.9
3/8"	14.3
Nº4	26.5
FONDO	3.6

Modulo de fineza : 2.571
Absorcion : 0.50%
Humedad : 0.20%

Tamaño Maximo Nominal : 3/4
Absorcion : 0.88%
Humedad : 0.15%

FIBRA DE COCO

PROPIEDADES:

Apariencia : fibra

Color : rojizo y coriáceo

Procedencia: La Merced - Chanchamayc

ALOE VERA

PROPIEDADES:

Apariencia : líquido

Color : verdoso

Procedencia: Huancayo



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
REG CIP N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
Pagina web: www.gicaperu.com
Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 38. Diseño de mezcla f'c 280 kg/cm².



SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

Vienen...///

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



GICA005001072024-CO

INFORME N° GICA005001072024-CO

PETICIONARIO : BACH. SANTOS LEON CORNELIO
TESIS : EFECTO DE LA ADICIÓN DE LAS FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'C 280 KG/CM2 EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM 2+300 AL 3+100 EN LA PROVINCIA HUANCAYO, 2024
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-06-21
FECHA DE EMISIÓN : 2024-07-01

DOSIFICACION (f'c = 280 kg/cm²)

ADICIÓN DE 1% FIBRA DE COCO + 1% ALOE VERA

ASENTAMIENTO : 6 pulg
FACTOR CEMENTO : 11.08 bc/m³
RELACION AGUA CEMENTO DE OBRA : 0.520
RELACION AGUA CEMENTO DE DISEÑO : 0.466
PROPORCION EN PESO : 1 : 1.22 : 2.15 : 0.45 : 0.45 / 22.11 lt/por bolsa de cemento
PROPORCION EN VOLUMEN : 1 : 1.09 : 2.14 : 0.43 : 0.43 / 22.11 lt/por bolsa de cemento

CANTIDAD DE MATERIALES SECOS POR METRO CUBICO P.U.C. = 2361 kg/m³

CEMENTO : 483 kg : ANDINO TIPO I
AGUA : 251 L : POTABLE
AGREGADO FINO : 589 kg : PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 12+500 LI
AGREGADO GRUESO : 1038 kg : PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 11+900 LD
FIBRA DE COCO : 4.83 kg : 1% FIBRA DE COCO
ALOE VERA : 4.83 kg : 1% ALOE VERA

CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CUBICO, CORREGIDOS POR HUMEDAD Y POR PESO UNITARIO DEL CONCRETO: P.U.C. = 2302 kg/m³

CEMENTO : 471 kg : ANDINO TIPO I
AGUA : 245 L : POTABLE
AGREGADO FINO : 574 kg : PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 12+500 LI
AGREGADO GRUESO : 1012 kg : PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 11+900 LD
FIBRA DE COCO : 4.71 kg : 1% FIBRA DE COCO
ALOE VERA : 4.71 kg : 1% ALOE VERA

* MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

* EN OBRA CORREGIR POR HUMEDAD.

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Gineche
Gerente de Geotecnia
REG CIP N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
Pagina web: www.gicaperu.com
Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 399. Diseño de mezcla f'c 280 kg/cm².



SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



GICA005003072024-CO

INFORME N° GICA005003072024-CO

PETICIONARIO : BACH. CASO ROJAS GREIDY WILFRED
TESIS : EFECTO DE LA ADICIÓN DE LAS FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'C 280 KG/CM2 EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM 2+300 AL 3+100 EN LA PROVINCIA HUANCAYO, 2024
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-06-21
FECHA DE EMISIÓN : 2024-07-03

DISEÑO DE MEZCLAS ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)

ADICIÓN DE 1% FIBRA DE COCO + 1.5% ALOE VERA

CEMENTO : ANDINO TIPO I
Peso específico : 3.12

AGREGADO FINO

ARENA TRITURADA
PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 12+500 LI

AGREGADO GRUESO

GRAVA TRITURADA 3/4"
PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 11+900 LD

Peso específico de masa	: 2.68	Peso específico de masa	: 2.65
Peso específico de masa S.S.S.	: 2.69	Peso específico de masa S.S.S.	: 2.67
Peso específico de aparente	: 2.72	Peso específico de aparente	: 2.71
Peso unitario suelto	: 1603 Kg/m ³	Peso unitario suelto	: 1507 Kg/m ³
Peso unitario compactado	: 1860 Kg/m ³	Peso unitario compactado	: 1627 Kg/m ³

GRANULOMETRÍA

Malla	% Retenido	Malla	% Retenido
1/2"	0.0	2"	0.0
3/8"	0.0	1 1/2"	0.0
N°4	0.2	1"	0.0
N°8	16.9	3/4"	18.7
N°16	17.4	1/2"	36.9
N°30	16.3	3/8"	14.3
N°50	17.1	N°4	26.5
N°100	18.5	FONDO	3.6
FONDO	13.6		

Modulo de fineza	: 2.571	Tamaño Maximo Nominal	: 3/4
Absorción	: 0.50	Absorción	: 0.88%
Humedad	: 0.20	Humedad	: 0.15%

FIBRA DE COCO

PROPIEDADES:

Apariencia : fibra

Color : rojizo y coriáceo Procedencia: La Merced - Chanchamayo

ALOE VERA

PROPIEDADES:

Apariencia : líquido

Color : verdoso Procedencia: Huancayo



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotécnica
RCS CP N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
Pagina web: www.gicaperu.com
Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 40. Diseño de mezcla $f'c$ 280 kg/cm².



SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

Vienen...///

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



GICA005003072024-CO

INFORME N° GICA005003072024-CO

PETICIONARIO : BACH. SANTOS LEON CORNELIO
EFFECTO DE LA ADICIÓN DE LAS FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL
PROYECTO : PAVIMENTO RÍGIDO F'C 280 KG/CM2 EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM 2+300 AL 3+100 EN LA
PROVINCIA HUANCAYO, 2024
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-06-21
FECHA DE EMISIÓN : 2024-06-25

DOSIFICACION (f'c = 280 kg/cm²)

ADICIÓN DE 1% FIBRA DE COCO + 1.5% ALOE VERA

ASENTAMIENTO : 6 pulg
FACTOR CEMENTO : 11.07 bc/m³
RELACION AGUA CEMENTO DE OBRA : 0.539
RELACION AGUA CEMENTO DE DISEÑO : 0.466

PROPORCIÓN EN PESO 1 : 1.22 : 2.15 : 0.45 : 0.67 / 22.9 lt/por bolsa de cemento
PROPORCIÓN EN VOLUMEN 1 : 1.09 : 2.14 : 0.43 : 0.64 / 22.9 lt/por bolsa de cemento

CANTIDAD DE MATERIALES SECOS POR METRO CUBICO P.U.C. = 2370 kg/m³

CEMENTO : 483 kg : ANDINO TIPO I
AGUA : 260 L : POTABLE
AGREGADO FINO : 589 kg PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 12+500 LI
AGREGADO GRUESO : 1038 kg PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 11+900 LD
FIBRA DE COCO : 4.83 kg 1% FIBRA DE COCO
ALOE VERA : 7.24 kg 1.5% ALOE VERA

**CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CUBICO, CORREGIDOS POR HUMEDAD Y POR PESO UNITARIO
DEL CONCRETO: P.U.C. = 2309 kg/m³**

CEMENTO : 470 kg : ANDINO TIPO I
AGUA : 253 L : POTABLE
AGREGADO FINO : 574 kg PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 12+500 LI
AGREGADO GRUESO : 1011 kg PROCEDENCIA : ACOPIO ACOPALCA KM 11+900 LD
FIBRA DE COCO : 4.70 kg 1% FIBRA DE COCO
ALOE VERA : 7.06 kg 1.5% ALOE VERA

*MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

*EN OBRA CORREGIR POR HUMEDAD.

*EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA
EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
REG CIP N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
Pagina web: www.gicaperu.com
Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 41. Diseño de mezcla f'c 280 kg/cm².



SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

(NTP 339.185 : 2021)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
INFORME N°	:	GICA005022062024AG-07	
PETICIONARIO	:	BACH. SANTOS LEON CORNELIO	
TESIS	:	EFECTO DE LA ADICIÓN DE LAS FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'C 280 KG/CM2 EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM 2+300 AL 3+100 EN LA PROVINCIA HUANCAYO, 2024	
ATENCIÓN	:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	
FECHA DE RECEPCIÓN	:	2024-06-21	
FECHA DE EMISIÓN	:	2024-06-22	
DATOS DE LA MUESTRA			
PROCEDENCIA :	ACOPIO ACOPALCA KM 12+500 LI		
TIPO :	ARENA TRITURADA		
CONTENIDO DE HUMEDAD			
1	Muestra N°	M-01	
2	Recipiente N°	15	
3	Peso recipiente + suelo humedo (gr)	674.0	
4	Peso recipiente + suelo humedo (gr)	672.8	
5	Peso del recipiente (gr)	72.1	
6	Peso del agua (gr)	1.2	
7	Peso del suelo seco (gr)	600.7	
8	Contenido de Humedad (%)	0.20	
9	PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.20	

OBSERVACIONES:

*MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

*EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)



Adolfo E. Camayo Glinche
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
Pagina web: www.gicaperu.com
Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 42. Diseño de mezcla f'c 280 kg/cm².



SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

(NTP 339.185 : 2021)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
INFORME N°	:	GICA005022062024AG-07	
PETICIONARIO	:	BACH. SANTOS LEON CORNELIO	
TESIS	:	EFECTO DE LA ADICIÓN DE LAS FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'C 280 KG/CM ² EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM 2+300 AL 3+100 EN LA PROVINCIA HUANCAYO, 2024	
ATENCIÓN	:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	
FECHA DE RECEPCIÓN	:	2024-06-21	
FECHA DE EMISIÓN	:	2024-06-22	
DATOS DE LA MUESTRA			
PROCEDENCIA :	ACOPIO ACOPALCA KM 11+900 LD		
TIPO :	GRAVA TRITURADA DE 3/4"		
CONTENIDO DE HUMEDAD			
1	Muestra N°	M-01	
2	Recipiente N°	17	
3	Peso recipiente + suelo humedo (gr)	891.7	
4	Peso recipiente + suelo humedo (gr)	890.5	
5	Peso del recipiente (gr)	109.6	
6	Peso del agua (gr)	1.2	
7	Peso del suelo seco (gr)	780.9	
8	Contenido de Humedad (%)	0.15	
9	PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.15	

OBSERVACIONES:

*MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

*EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)



SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING
Ing. Adolfo E. Camayo Gínche
Gerente de Geotecnia
REG CIP N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
Pagina web: www.gicaperu.com
Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 43. Diseño de mezcla f'c 280 kg/cm².

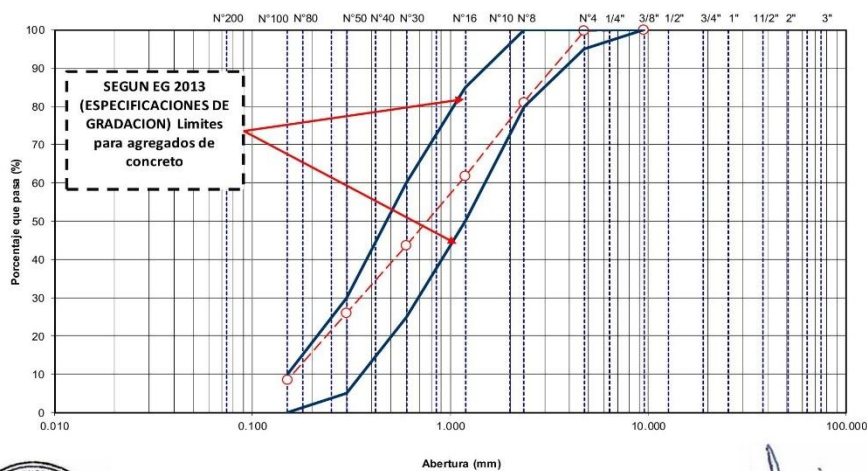
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 400.012 : 2021)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS							
INFORME N°	:	GICA005025062024AG-01					
PETICIONARIO	:	BACH. SANTOS LEON CORNELIO					
PROYECTO	:	EFECTO DE LA ADICIÓN DE LAS FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'C 280 KG/CM2 EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM 2+300 AL 3+100 EN LA PROVINCIA HUANCAYO, 2024					
ATENCIÓN	:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL					
FECHA DE RECEPCIÓN	:	2024-06-21					
FECHA DE EMISIÓN	:	2024-06-25					
DATOS DE LA MUESTRA							
PROCEDENCIA :		ACOPIO ACOPALCA KM 12+500 LI					
TIPO :		ARENA TRITURADA					
Tamiz			Material		Especificaciones		
Æ		Peso	Retenido	Acumulado			Pasante
Pulgada	mm	(g)	(%)	(%)	(%)	min.	max.
						(%)	(%)
2"	37.100				99.0		
1 1/2"	38.100				100.0		
1"	25.400				100.0		
3/4"	19.050				100.0		
1/2"	12.700				100.0		
3/8"	9.525				100.0		
N° 4	4.750	0.9	0.3	0.3	99.7	100	100
N° 8	2.360	65.6	18.7	19.0	81.0	95	100
N° 16	1.190	67.3	19.2	38.2	61.8	80	100
N° 30	0.600	63.3	18.1	56.2	43.8	50	85
N° 50	0.300	62.1	17.7	73.9	26.1	25	60
N° 100	0.150	61.7	17.6	91.5	8.5	5	30
FONDO	0.074	29.7	8.5	100.0			10
TOTAL		350.6	100.0		100.0	2.30	3.1

Descripción	
El Modulo de fineza=% retenido acumulado en las mallas (3"+1 1/2"+3/4"+3/8"+#4+#8+#16+#30+#50 +#100)/100	
Nota: Para agregados gruesosm en los tamices donde no exista retenido considere 100% de retenido acumulado en cada uno.	
El Tamaño maximo = menor tamiz por el que pasa el 100% del agregado tamizado	
CARACTERISTICAS FISICAS	
MODULO DE FINURA	2.571
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	N°8
TAMAÑO MAXIMO	3/8"

Representación Gráfica



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginché
Gerente de Geotecnia
REG CIP N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
Página web: www.gicaperu.com
Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

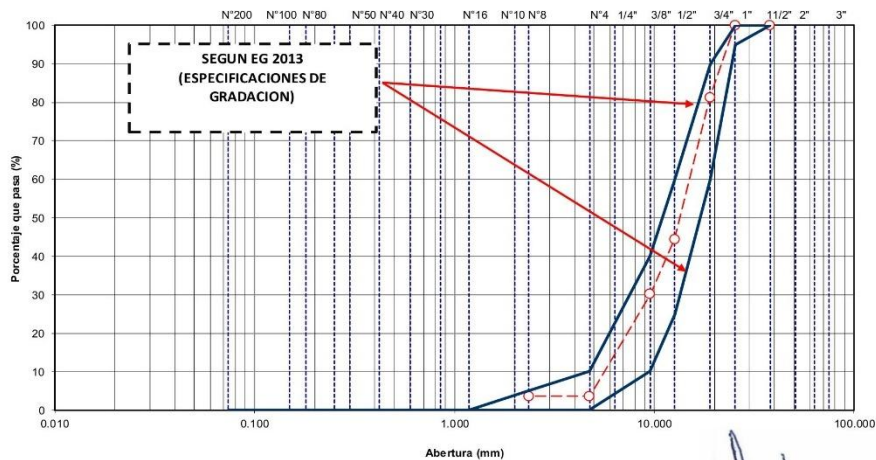
Figura 44. Diseño de mezcla f'c 280 kg/cm².

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(NTP 400.012 : 2021)

[illegible]

Representación Grafica



Services Construction and Geotechnical
Engineering

Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
REG CIP N° 193550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
Pagina web: www.gicaperu.com
Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 45. Diseño de mezcla f'c 280 kg/cm².



SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO. MÉTODO DE ENSAYO		CÓDIGO:	GICA-LA-FO-05-006	
	NTP 400.022 (2020)		FECHA:	2024-05-31	
			VERSIÓN:	1.1	
PÁGINA 1 DE 2					
PETICIONARIO:	BACH. SANTOS LEON CORNELIO		INFORME N°:	GICA036-25062024-AG	
ATENCIÓN:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	CONTACTO DEL PETICIONARIO:	991 423 850	REALIZADO POR:	J.C.H.L.
TESIS:	EFECTO DE LA ADICIÓN DE LAS FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'C 280 KG/CM2 EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM 2+300 AL 3+100 EN LA PROVINCIA HUANCAYO, 2024			FECHA DE RECEPCIÓN:	2024-06-21
				FECHA DE ENSAYO:	2024-06-22
				FECHA DE EMISIÓN:	2024-06-25
DATOS DE LA MUESTRA					
TIPO:	ARENA TRITURADA			FECHA DE MUESTREO:	2024-06-20
PROCEDENCIA:	ACOPPIO ACOPALCA KM 12+500 LI			CÓDIGO DE MUESTRA:	AG-02
CONDICIONES AMBIENTALES					
TEMP. AMBIENTE:	19.0 °C		HUMEDAD RELATIVA:	38.6 %	
DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DE LOS AGREGADOS					
AGREGADO FINO					
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	500.00	500.00		
B	Peso Frasco + agua	498.70	499.60		
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	998.70	999.60		
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	813.70	814.20		
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	185.00	185.40		
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	497.54	497.49		
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)	182.54	182.89		PROMEDIO
RESULTADOS	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.69	2.68		2.69
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.70	2.70		2.70
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.73	2.72		2.72
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.5	0.5		0.5
EQUIPAMIENTO UTILIZADO					
BALANZA: Marca (CHAUS), Modelo (SPX6201/E), Serie (B923771518), Presición 0.1gr y alcance de 6200°C, HORNO: Marca (A&A INSTRUMENTS), Modelo (STHX - 2A), Serie (201034)					
Observaciones:					
*Muestra provista e identificada por el peticionario.					
*El resultado del ensayo corresponden a la muestra proporcionada por el peticionario.					
*El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993).					
*Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el peticionario al laboratorio GICA PERU EIRL.					



Servicios Construcción y Geotécnica Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotécnica
RCS CP N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
Pagina web: www.gicaperu.com
Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 46. Diseño de mezcla f'c 280 kg/cm².



SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

	DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO.		CÓDIGO:	GICA-LA-FO-05-007	
	MÉTODO DE ENSAYO		FECHA:	2024-05-31	
	NTP 400.021 (2020)		VERSIÓN:	1.1	
				PÁGINA 2 DE 2	
PETICIONARIO :	BACH. SANTOS LEON CORNELIO			INFORME N°:	GICA036-25062024-AG
ATENCIÓN:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	CONTACTO DEL PETICIONARIO:	991 423 850	REALIZADO POR :	J.C.H.L.
TESIS:	EFECTO DE LA ADICIÓN DE LAS FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'C 280 KG/CM2 EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM2+300 AL 3+100 EN LA PROVINCIA HUANCAYO, 2024			FECHA DE RECEPCIÓN :	2024-06-21
				FECHA DE ENSAYO:	2024-06-22
				FECHA DE EMISIÓN :	2024-06-25
DATOS DE LA MUESTRA					
TIPO:	GRAVA TRITURADA DE 3/4"			FECHA DE MUESTREO:	2024-06-20
PROCEDENCIA:	ACOPIO ACOPALCA KM 11+900 LD			CÓDIGO DE MUESTRA:	AG-01
CONDICIONES AMBIENTALES					
TEMP. AMBIENTE:	18.9 °C		HUMEDAD RELATIVA:	39.1 %	
DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DE LOS AGREGADOS					
AGREGADO GRUESO					
A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	3426.0	3415.0		
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	2144.4	2132.3		
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	1281.6	1282.7		
D	Peso material seco en estufa (105°C)(gr)	3396.0	3385.0		
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	1251.6	1252.7		PROMEDIO
RESULTADOS	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.65	2.64		2.64
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.67	2.66		2.67
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.71	2.70		2.71
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.9	0.9		0.9
EQUIPAMIENTO UTILIZADO					
BALANZA: Marca (OHAUS), Modelo (R24PE302H), Serie (A8340300300), Presición 1gr y capacidad máxima 30000gr, HORNO: Marca (A&A INSTRUMENTS), Modelo (STHX - 2A), Serie (201034), Alcance - 50 °C a 300 °C.					
Observaciones:					
*Muestra provista e identificada por el peticionario.					
*El resultado del ensayo corresponde a la muestra proporcionada por el peticionario.					
*El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993).					
*Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el peticionario al laboratorio GICA PERU EIRL.					



Services Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotécnica
REG CIP N° 193550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
Pagina web: www.gicaperu.com
Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 47. Diseño de mezcla f'c 280 kg/cm².



SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") Y LOS VACÍOS EN LOS AGREGADOS		CÓDIGO:	GICA-LA-FO-05-008	
	NTP 400.017 (2020)		FECHA:	2024-05-31	
			VERSIÓN:	1.1	
		PÁGINA 1 DE 2			
PETICIONARIO:	BACH. SANTOS LEON CORNELIO			INFORME N°:	GICA043-25062024-AG09
ATENCIÓN:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	CONTACTO DEL PETICIONARIO:	991 423 850	REALIZADO POR:	J.C.H.L.
TESIS:	EFECTO DE LA ADICIÓN DE LAS FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'C 280 KG/CM ² EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM 2+300 AL 3+100 EN LA PROVINCIA HUANCAYO, 2024			FECHA DE RECEPCIÓN:	2024-06-21
				FECHA DE ENSAYO:	2024-06-22
				FECHA DE EMISIÓN:	2024-06-25
DATOS DE LA MUESTRA					
CÓDIGO DE MUESTRA:	AG-02	PROCEDENCIA:	ACOPIO ACOPALCA KM 12+500 LI	TIPO:	ARENA TRITURADA
CONDICIONES AMBIENTALES					
TEMPERATURA AMBIENTE:		19.4 °C	HUMEDAD RELATIVA:		36.9 °C
AGREGADO FINO					
DESCRIPCION	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)				
	1	2	3		
Peso del recipiente + muestra (kg)	6.067	6.088	6.070		
Peso del recipiente (kg)	1.499	1.499	1.499		
Peso de la muestra (kg)	4.568	4.589	4.571		
Constante del molde (1/Vol.molde)	351.0	351.0	351.0		
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1603	1611	1604		
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO HÚMEDO (kg/m ³)	1606				
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m ³)	1603				
DESCRIPCION	PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)				
	1	2	3		
Peso del recipiente + muestra (kg)	6.867	6.888	6.833		
Peso del recipiente (kg)	1.499	1.499	1.499		
Peso de la muestra (kg)	5.368	5.389	5.334		
Constante del molde (1/Vol.molde)	351.0	351.0	351.0		
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1884	1891	1872		
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO HÚMEDO (kg/m ³)	1882				
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m ³)	1860				
EQUIPAMIENTO UTILIZADO					
Balanza Electrónica utilizada: Marca - OHAUS, Modelo - R24PE302H, N° de Serie - A8340300300, precisión 1gr y capacidad máxima - 30000gr; Estufa: Marca - A&A INSTRUMENTS, Modelo - STHX - 2A, N° de Serie - 201034, Alcance - 60 °C a 300 °C.					
Observaciones:					
*Muestra provista e identificada por el peticionario.					
*El resultado del ensayo corresponden a la muestra proporcionada por el peticionario.					
*El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI; GP 004; 1993).					
* Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el peticionario al laboratorio GICA PERU EIRL.					



Services Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Glinche
Gerente de Geotécnica
REG CIP N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
Pagina web: www.gicaperu.com
Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 48. Diseño de mezcla f'c 280 kg/cm².



SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") Y LOS VACÍOS EN LOS AGREGADOS		CÓDIGO:	GICA-LA-FO-05-008	
	NTP 400.017 (2020)		FECHA:	2024-05-31	
			VERSIÓN:	1.1	
		PÁGINA 2 DE 2			
PETICIONARIO:	BACH. SANTOS LEON CORNELIO			INFORME N°:	GICA043-25062024-AQ09
ATENCIÓN:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	CONTACTO DEL PETICIONARIO:	991 423 850	REALIZADO POR:	J.CH.L.
TESIS:	EFECTO DE LA ADICIÓN DE LAS FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'C 280 KG/CM ² EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM 2+300 AL 3+100 EN LA PROVINCIA HUANCAYO, 2024			FECHA DE RECEPCIÓN:	2024-06-21
				FECHA DE ENSAYO:	2024-06-22
				FECHA DE EMISIÓN:	2024-06-25
DATOS DE LA MUESTRA					
CÓDIGO DE MUESTRA:	AG-01	PROCEDENCIA:	ACOPIO ACOPALCA KM 11+900 LD	TIPO:	GRAVA TRITURADA DE 3/4"
CONDICIONES AMBIENTALES					
TEMPERATURA AMBIENTE:		19.4 °C	HUMEDAD RELATIVA:		36.9 °C
AGREGADO GRUESO					
DESCRIPCION	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)				
	1	2	3		
Peso del recipiente + muestra (kg)	18.886	19.086	18.961		
Peso del recipiente (kg)	4.780	4.780	4.780		
Peso de la muestra (kg)	14.106	14.306	14.181		
Constante del molde (1/Vol.molde)	106.3	106.3	106.3		
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1500	1521	1508		
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO HÚMEDO (kg/m ³)	1510				
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m ³)	1507				
DESCRIPCION	PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)				
	1	2	3		
Peso del recipiente + muestra (kg)	20.104	20.078	20.142		
Peso del recipiente (kg)	4.780	4.780	4.780		
Peso de la muestra (kg)	15.324	15.298	15.362		
Constante del molde (1/Vol.molde)	106.3	106.3	106.3		
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1629	1627	1633		
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO HÚMEDO (kg/m ³)	1630				
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m ³)	1627				
EQUIPAMIENTO UTILIZADO					
Balanza Electrónica utilizada: Marca - OHAUS, Modelo - R24PE302H, N° de Serie - A8340300300, precisión 1gr y capacidad máxima - 30000gr; Estufa: Marca - A&A INSTRUMENTS, Modelo - STHX - 2A, N° de Serie - 201034, Alcance - 50 °C a 300 °C.					
Observaciones:					
*Muestra provista e identificada por el peticionario.					
*El resultado del ensayo corresponden a la muestra proporcionada por el peticionario.					
*El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004- 1993).					
* Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el peticionario al laboratorio GICA PERU EIREL.					



Services Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginchie
Gerente de Geotecnia
RUC CIP N° 193550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
Pagina web: www.gicaperu.com
Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 499. Diseño de mezcla f'c 280 kg/cm².



SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

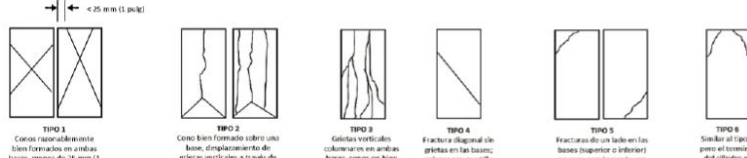
	DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CLÍNDRICAS. MÉTODO DE ENSAYO				CÓDIGO: GICA-LA-FO-05-001								
	NTP 339.034 (2021)				FECHA: 2024-05-31								
					VERSIÓN: 1.1								
				PÁGINA 1 DE 4									
PETICIONARIO :		BACH. SANTOS LEON CORNELIO				INFORME N° :		GICA050-04082024-CO08A					
ATENCIÓN :		UNIVERSIDAD CONTINENTAL		CONTACTO DE PETICIONARIO :		991 423 850		REALIZADO POR :		F.C.B.G			
TESIS		EFECTO DE LA ADICIÓN DE LAS FIBRA DE EST OPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'C 280 KG/CM2 EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM 2+300 AL 3+100 EN LA PROVINCIA HUANCAYO, 2024				FECHA DE RECEPCIÓN :		2024-07-05		FECHA DE EMISIÓN :		2024-08-04	
CONDICIONES AMBIENTALES										RESISTENCIA DE DISEÑO		f_c (Mpa)	
TEMPERATURA:		15.5 °C		HUMEDAD:		37%		27.46					
CÓDIGO DE MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD N° DÍAS	ÁREA (mm ²)	CARGA (KN)	RESISTENCIA OBTENIDA f _c (Mpa)	RESISTENCIA OBTENIDA f _c (Kg/cm ²)	%	TIPO DE FRACTURA			
CO-96	P1 - PATRON	2024-07-05	2024-07-12	7	18099	507.57	28.0	286.0	102.1	TIPO IV			
CO-97	P2 - PATRON	2024-07-05	2024-07-12	7	18534	519.97	28.1	286.1	102.2	TIPO II			
CO-98	P3 - PATRON	2024-07-05	2024-07-12	7	18268	500.64	27.4	279.5	99.8	TIPO II			
CO-99	P4 - PATRON	2024-07-05	2024-07-19	14	18090	556.09	30.7	313.5	112.0	TIPO III			
CO-120	P5 - PATRON	2024-07-05	2024-07-19	14	18197	545.64	30.0	305.8	109.2	TIPO V			
CO-121	P6 - PATRON	2024-07-05	2024-07-19	14	18305	575.04	31.4	320.3	114.4	TIPO II			
CO-135	P7 - PATRON	2024-07-05	2024-08-02	28	18213	616.14	33.8	345.0	123.2	TIPO V			
CO-136	P8 - PATRON	2024-07-05	2024-08-02	28	18209	628.53	34.5	352.0	125.7	TIPO II			
CO-137	P9 - PATRON	2024-07-05	2024-08-02	28	18214	634.50	34.8	355.2	126.9	TIPO V			
NOTA: 1. Las probetas fueron elaboradas en nuestras instalaciones de GICA PERÚ 2. La identificación y resistencia de diseño de las probetas fueron proporcionadas por el peticionario. 3. El factor de conversión de Mpa a kg/cm ² es: 0.0980665. 4. La velocidad de ensayo de resistencia a la compresión es de 0.25 Mpa/s ± 0.05 Mpa/s conforme a la norma NTP 339.034:2021.													
DEFECTOS DE LAS PROBETAS		NO		TAMAÑO DE PROBETAS:				15 x 30 cm					
TIPOS DE FRACTURAS													
EQUIPO UTILIZADO: Prensa de Concreto: ELE INTERNATIONAL, Serie N°150200104, Modelo 36-0690/06, Alcance 1000 KN, Pie de rey: INSIZE, Serie N° 2806171719, Modelo 1108-300W, Alcance 300 mm.													
OBSERVACIONES: Muestras elaboradas por GICA PERÚ. El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993). Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras elaboradas en laboratorio GICA PERU EIRL.													



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 154950

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
Pagina web: www.gicaperu.com
Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 50. Ensayo de resistencia a la compresión

	DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS. MÉTODO DE ENSAYO				CÓDIGO: GICALA-FO-05-001	
	NTP 339.034 (2021)				FECHA: 2024-05-31	
					VERSIÓN: 1.1 PÁGINA 2 DE 4	
PETICIONARIO : BACH. SANTOS LEON CORNELIO						
ATENCION : UNIVERSIDAD CONTINENTAL		CONTACTO DE PETICIONARIO: 991 423 850		INFORME N° : GICA050-08082024-CO08A		
TESIS EFECTO DE LA ADICIÓN DE LAS FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'c 280 KG/CM2 EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM 2+300 AL 3+100 EN LA PROVINCIA HUANCAYO, 2024				REALIZADO POR : F.C.B.G		
				FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-07-09		
				FECHA DE EMISIÓN : 2024-08-08		
CONDICIONES AMBIENTALES						
TEMPERATURA: 15.8 °C		HUMEDAD: 41%		RESISTENCIA DE DISEÑO f_c (Mpa) 27.46		
CÓDIGO DE MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD N° DÍAS	ÁREA (mm²)	CARGA (KN)
CO-100	P1 - 0.5%FDC + 1%AV	2024-07-09	2024-07-16	7	18073	595.56
CO-101	P2 - 0.5%FDC + 1%AV	2024-07-09	2024-07-16	7	18150	594.10
CO-102	P3 - 0.5%FDC + 1%AV	2024-07-09	2024-07-16	7	18122	596.21
CO-124	P4 - 0.5%FDC + 1%AV	2024-07-09	2024-07-23	14	18161	669.93
CO-125	P5 - 0.5%FDC + 1%AV	2024-07-09	2024-07-23	14	18008	674.09
CO-126	P6 - 0.5%FDC + 1%AV	2024-07-09	2024-07-23	14	18194	656.88
CO-142	P7 - 0.5%FDC + 1%AV	2024-07-09	2024-08-06	28	18082	789.31
CO-143	P8 - 0.5%FDC + 1%AV	2024-07-09	2024-08-06	28	18144	777.30
CO-144	P9 - 0.5%FDC + 1%AV	2024-07-09	2024-08-06	28	18163	785.00
RESISTENCIA OBTENIDA f_c (Mpa) 33.0, 32.7, 32.9, 36.9, 37.4, 36.1, 43.7, 42.8, 43.2						
RESISTENCIA OBTENIDA f_c (Kg/cm²) 336.0, 333.8, 335.5, 376.2, 381.7, 368.2, 445.1, 436.9, 440.7						
% 120.0, 119.2, 119.8, 134.3, 136.3, 131.5, 159.0, 156.0, 157.4						
TIPO DE FRACTURA TIPO IV, TIPO V, TIPO V, TIPO V, TIPO V, TIPO II, TIPO IV, TIPO IV, TIPO II						
NOTA: 1. Las probetas fueron elaboradas en nuestras instalaciones de GICA PERÚ. 2. La identificación y resistencia de diseño de las probetas fueron proporcionadas por el peticionario. 3. El factor de conversión de Mpa a kg/cm ² es: 0.0980665. 4. La velocidad de ensayo de resistencia a la compresión es de 0.25 Mpa/s ± 0.05 Mpa/s conforme a la norma NTP 339.034:2021.						
DEFECTOS DE LAS PROBETAS NO		TAMAÑO DE PROBETAS:			15 x 30 cm	
TIPOS DE FRACTURAS						
						
EQUIPO UTILIZADO: Prensa de Concreto: ELE INTERNATIONAL, Serie N°150200104, Modelo 36-0690/06, Alcance 1000 KN, Pie de rey: INSIZE, Serie N° 2806171719, Modelo 1108-300W, Alcance 300 mm.						
OBSERVACIONES: Muestras elaboradas por GICA PERÚ. El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993). Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras elaboradas en laboratorio GICA PERÚ E.I.R.L.						



Services Construction and Geotechnical Engineering
 Ing. Adolfo E. Camayo Glinche
 Gerente de Geotecnia
 RUC CIP N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web: www.gicaperu.com
 Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 51. Ensayo de resistencia a la compresión.



SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

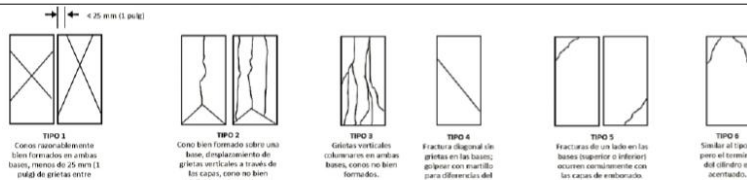
	DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. MÉTODO DE ENSAYO				CÓDIGO: GICA-LA-FO-05-001					
	NTP 339.034 (2021)				FECHA: 2024-05-31					
					VERSIÓN: 1.1					
				PÁGINA 3 DE 4						
PETICIONARIO: BACH. SANTOS LEON CORNELIO				INFORME N°: GICA050-10082024-CO08A						
ATENCIÓN: UNIVERSIDAD CONTINENTAL		CONTACTO DE PETICIONARIO: 991 423 850		REALIZADO POR: F.C.B.G.						
TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LAS FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'C 280 KG/CM2 EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM 2+300 AL 3+100 EN LA PROVINCIA HUANCAYO, 2024				FECHA DE RECEPCIÓN: 2024-07-11						
				FECHA DE EMISIÓN: 2024-08-10						
CONDICIONES AMBIENTALES				RESISTENCIA DE DISEÑO f _c (Mpa)						
TEMPERATURA: 15.8 °C		HUMEDAD: 41%		27.46						
CÓDIGO DE MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD N° DÍAS	ÁREA (mm ²)	CARGA (KN)	RESISTENCIA OBTENIDA f _c (Mpa)	RESISTENCIA OBTENIDA f _c (Kg/cm ²)	%	TIPO DE FRACTURA
CO-109	P1 - 1%FDC + 1%AV	2024-07-11	2024-07-18	7	18179	491.42	27.0	275.7	98.4	TIPO II
CO-110	P2 - 1%FDC + 1%AV	2024-07-11	2024-07-18	7	18307	499.80	27.3	278.4	99.4	TIPO V
CO-111	P3 - 1%FDC + 1%AV	2024-07-11	2024-07-18	7	18237	459.07	25.2	256.7	91.7	TIPO V
CO-127	P4 - 1%FDC + 1%AV	2024-07-11	2024-07-25	14	18652	577.73	31.0	315.9	112.8	TIPO V
CO-128	P5 - 1%FDC + 1%AV	2024-07-11	2024-07-25	14	18181	588.72	32.4	330.2	117.9	TIPO V
CO-129	P6 - 1%FDC + 1%AV	2024-07-11	2024-07-25	14	18112	570.17	31.5	321.0	114.6	TIPO II
CO-145	P7 - 1%FDC + 1%AV	2024-07-11	2024-08-08	28	18201	594.32	32.7	333.0	118.9	TIPO IV
CO-146	P8 - 1%FDC + 1%AV	2024-07-11	2024-08-08	28	18163	597.91	32.9	335.7	119.9	TIPO IV
CO-147	P9 - 1%FDC + 1%AV	2024-07-11	2024-08-08	28	18139	597.98	33.0	336.2	120.1	TIPO V
NOTA:										
1. Las probetas fueron elaboradas en nuestras instalaciones de GICA PERÚ										
2. La identificación y resistencia de diseño de las probetas fueron proporcionadas por el peticionario.										
3. El factor de conversión de Mpa a kg/cm ² es: 0.0980665.										
4. La velocidad de ensayo de resistencia a la compresión es de 0.25 Mpa/s ± 0.05 Mpa/s conforme a la norma NTP 339.034:2021.										
DEFECTOS DE LAS PROBETAS		NO		TAMAÑO DE PROBETAS:		15 x 30 cm				
TIPOS DE FRACTURAS										
EQUIPO UTILIZADO:										
Prensa de Concreto: ELE INTERNATIONAL, Serie N°150200104, Modelo 36-0690/06, Alcance 1000 KN, Pie de rey: INSIZE, Serie N° 2806171719, Modelo 1108-300W, Alcance 300 mm.										
OBSERVACIONES:										
Muestras elaboradas por GICA PERÚ.										
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993).										
Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras elaboradas en laboratorio GICA PERU EIRL.										



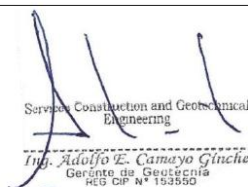
Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
RCS GP N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
Pagina web: www.gicaperu.com
Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 52. Ensayo de resistencia a la compresión.

	DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS. MÉTODO DE ENSAYO					CÓDIGO: GICALA-FO-05-001				
	NTP 339.034 (2021)					FECHA: 2024-05-31				
						VERSIÓN: 1.1 PÁGINA 4 DE 4				
PETICIONARIO : BACH. SANTOS LEON CORNELIO										
ATENCION : UNIVERSIDAD CONTINENTAL		CONTACTO DE PETICIONARIO: 991 423 850			INFORME N° : GICA050-12082024-CO08A					
TESIS EFECTO DE LA ADICIÓN DE LAS FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO RÍGIDO F _C 280 KG/CM ² EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM 2+300 AL 3+100 EN LA PROVINCIA HUANCAYO, 2024					REALIZADO POR : F.C.B.G.					
					FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-07-13					
					FECHA DE EMISIÓN : 2024-08-12					
CONDICIONES AMBIENTALES										
TEMPERATURA: 15.8 °C		HUMEDAD: 41%			RESISTENCIA DE DISEÑO f_c (Mpa) 27.46					
CÓDIGO DE MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD N° DÍAS	ÁREA (mm²)	CARGA (KN)	RESISTENCIA OBTENIDA f_c (Mpa)	RESISTENCIA OBTENIDA f_c (Kg/cm²)	%	TIPO DE FRACTURA
CO-122	P1 - 1%FDC + 1.5%AV	2024-07-13	2024-07-20	7	18333	431.41	23.5	240.0	85.7	TIPO V
CO-123	P2 - 1%FDC + 1.5%AV	2024-07-13	2024-07-20	7	18252	430.60	23.6	240.6	85.9	TIPO V
CO-176	P3 - 1%FDC + 1.5%AV	2024-07-13	2024-07-20	7	18114	429.31	23.7	241.7	86.3	TIPO VI
CO-138	P4 - 1%FDC + 1.5%AV	2024-07-13	2024-07-27	14	18156	464.87	25.6	261.1	93.2	TIPO V
CO-139	P5 - 1%FDC + 1.5%AV	2024-07-13	2024-07-27	14	18091	496.73	27.5	280.0	100.0	TIPO II
CO-177	P6 - 1%FDC + 1.5%AV	2024-07-13	2024-07-27	14	18171	476.93	26.2	267.6	95.6	TIPO II
CO-158	P7 - 1%FDC + 1.5%AV	2024-07-13	2024-08-10	28	18093	604.78	33.4	340.9	121.7	TIPO V
CO-159	P8 - 1%FDC + 1.5%AV	2024-07-13	2024-08-10	28	18145	579.10	31.9	325.4	116.2	TIPO V
CO-178	P9 - 1%FDC + 1.5%AV	2024-07-13	2024-08-10	28	18163	591.30	32.6	332.0	118.6	TIPO IV
NOTA: 1. Las probetas fueron elaboradas en nuestras instalaciones de GICA PERÚ. 2. La identificación y resistencia de diseño de las probetas fueron proporcionadas por el peticionario. 3. El factor de conversión de Mpa a kg/cm ² es: 0.0980665. 4. La velocidad de ensayo de resistencia a la compresión es de 0.25 Mpa/s ± 0.05 Mpa/s conforme a la norma NTP 339.034-2021.										
DEFECTOS DE LAS PROBETAS		NO		TAMAÑO DE PROBETAS:			15 x 30 cm			
TIPOS DE FRACTURAS										
										
EQUIPO UTILIZADO: Prensa de Concreto: ELE INTERNATIONAL, Serie N°150200104, Modelo 36-0690/06, Alcance 1000 KN, Pie de rey: INSIZE, Serie N° 2806171719, Modelo 1108-300W, Alcance 300 mm.										
OBSERVACIONES: Muestras elaboradas por GICA PERÚ. El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993). Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras elaboradas en laboratorio GICA PERÚ EIRL.										




 Ing. Adolfo E. Camayo Gínche
 Gerente de Geotecnia
 RGS GP N° 143550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web: www.gicaperu.com
 Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 533. Ensayo a la resistencia a la compresión

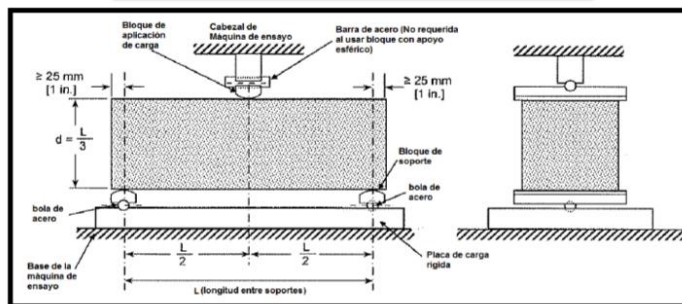
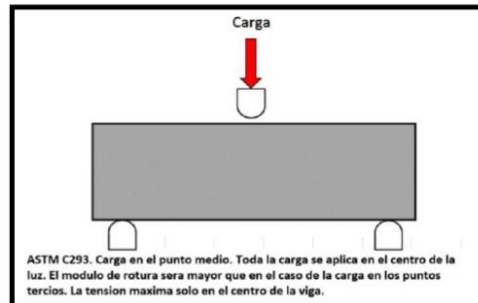
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO**



INFORME N° : GICA-005016082024CO17
PETICIONARIO : BACH. SANTOS LEON CORNELIO
TESIS : EFECTO DE LA ADICIÓN DE LAS FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'C 280 KG/CM2 EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM 2+300 AL 3+100 EN LA PROVINCIA HUANCAYO, 2024
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FECHA DE EMISIÓN : 2024-08-16

INFORME DE ENSAYO (PÁG. 05 DE 05)

Codigo: NTP 339.079:2012 (revisada el 2017)
Título: CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo. 3ª Edición
Codigo: ASTM C293 / C293M - 16
Título: Método de ensayo. Determinación del esfuerzo de flexión en el concreto (Utilizando una viga simplemente soportada con carga al centro de la



OBSERVACIONES:
 Las vigas fueron realizadas en nuestras instalaciones de GICA PERU
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

Realizado por: J.C.H.L.
 Revisado por el Ingeniero: A.E.C.G.



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
 Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 RGS GP N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web: www.gicaperu.com
 Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 54. Ensayo de resistencia a la flexión



SERVICIOS CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO**



INFORME N° : GICA-0050070820240
PETICIONARIO : BACH. SANTOS LEON CORNELIO
TESIS : EFECTO DE LA ADICIÓN DE LAS FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'C 280 KG/CM² EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM 2+300 AL 3+100 EN LA PROVINCIA HUANCAYO, 2024
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-07-09
FECHA DE EMISIÓN : 2024-08-07

INFORME DE ENSAYO (PÁG. 01 DE 05)

Código: NTP 339.079:2012 (revisada el 2017)
Título: CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo. 3ª Edición

Código: ASTM C293 / C293M - 16
Título: Método de ensayo. Determinación del esfuerzo de flexión en el concreto (Utilizando una viga simplemente soportada con carga al centro de la luz).

RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO (VIGA SIMPLE CARGADA EN EL CENTRO DE LA LUZ)										
VIGA PATRON										
FV	FECHA DE VACIADO	9/07/2024			9/07/2024			9/07/2024		
FR	FECHA DE ROTURA	16/07/2024			23/07/2024			6/08/2024		
ID	EDAD	7 días			14 días			28 días		
IM	Identificación de muestras	VP-01	VP-02	VP-03	VP-04	VP-05	VP-06	VP-07	VP-08	VP-09
P	Carga Maxima (kg)	2673	2953	2740	3098	3569	3355	3798	3804	3847
L	Luz libre entre apoyos (cm)	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0
b	Ancho promedio del especimen, en la fractura, mm (cm)	15.3	15.3	15.4	15.3	15.3	15.4	15.2	15.3	15.2
d	Espesor promedio del especimen, en la fractura, mm (cm)	15.4	15.6	15.4	15.4	15.7	15.4	15.6	15.6	15.5
s	Velocidad de incremento del esfuerzo maximo en la cara de traccion MPa/min (kg/cm ² /min)	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
r	VELOCIDAD DE CARGA (kg/min)	491.1	507.2	499.5	492.2	511.9	500.7	499.4	504.6	497.5
R	RESISTENCIA A LA FLEXION (Modulo de Rotura) - kg/cm ²	50.0	53.4	50.3	53.5	54.5	55.5	60.0	60.5	60.8
P	PROMEDIO RESISTENCIA A LA FLEXION (Modulo de Rotura) - kg/cm ²	51.2			54.5			60.4		

Modulo de Ruptura:

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Donde:

R = Modulo de ruptura, (kg/cm²)

P = Carga maxima aplicada indicada por la maquina de ensayo, (kgf)

L = Luz (longitud) entre soportes, (cm)

b = Ancho promedio del especimen, en la fractura, (pulg)

d = Espesor promedio del especimen, en la fractura, (pulg)

Velocidad de Carga:

$$r = \frac{2sbd^2}{3L}$$

Donde:

r = Velocidad de carga, (kg/min)

s = Velocidad de incremento del esfuerzo maximo en la cara de traccion (kg/cm²/min)

b = Ancho promedio del especimen, orientado para el ensayo, (cm)

d = Espesor promedio del especimen, orientado para el ensayo, (cm)

L = Luz (longitud) entre soportes, (cm)

OBSERVACIONES:

Las vigas fueron realizadas en nuestras instalaciones de GICA PERU

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP.004: 1993)

Realizado por: J.CH.L.

Revisado por el Ingeniero: A.E.C.G.



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
Pagina web: www.gicaperu.com
Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 55. Ensayo de resistencia a la flexión



SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



GICA-0050090820240

INFORME N° : GICA-0050090820240
PETICIONARIO : BACH. SANTOS LEON CORNELIO
TESIS : EFECTO DE LA ADICIÓN DE LAS FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'C 280 KG/CM2 EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM 2+300 AL 3+100 EN LA PROVINCIA HUANCAYO, 2024
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-07-11
FECHA DE EMISIÓN : 2024-08-09

INFORME DE ENSAYO (PÁG. 02 DE 05)

Código: NTP 339.079-2012 (revisada el 2017)
Título: CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo. 3ª Edición
Código: ASTM C293 / C293M - 16
Título: Método de ensayo. Determinación del esfuerzo de flexión en el concreto (Utilizando una viga simplemente soportada con carga al centro de la luz).

RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO (VIGA SIMPLE CARGADA EN EL CENTRO DE LA LUZ)									
0.5% DE FIBRA DE COCO + 1% DE ALOE VERA									
FV	FECHA DE VACIADO	11/07/2024			11/07/2024			11/07/2024	
FR	FECHA DE ROTURA	18/07/2024			25/07/2024			8/08/2024	
ID	EDAD	7 días			14 días			28 días	
IM	Identificación de muestras	0.5%FDC+ 1%AV - 01	0.5%FDC+ 1%AV - 02	0.5%FDC+ 1%AV - 03	0.5%FDC+ 1%AV - 04	0.5%FDC+ 1%AV - 05	0.5%FDC+ 1%AV - 06	0.5%FDC+ 1%AV - 07	0.5%FDC+ 1%AV - 08
P	Carga Maxima (kg)	3257	3102	3089	3412	3523	3476	3752	3731
L	Luz libre entre apoyos (cm)	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0
b	Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (cm)	15.3	15.4	15.2	15.3	15.3	15.3	15.2	15.2
d	Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (cm)	15.6	15.5	15.4	15.4	15.5	15.3	15.4	15.3
s	Velocidad de incremento del esfuerzo maximo en la cara de traccion MPa/min (kg/cm²/min)	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
r	VELOCIDAD DE CARGA (kg/min)	505.3	503.0	490.1	494.7	501.4	483.7	490.1	483.8
R	RESISTENCIA A LA FLEXION (Modulo de Rotura) - kg/cm²	59.2	56.6	57.8	63.3	64.5	65.9	70.3	70.8
P	PROMEDIO RESISTENCIA A LA FLEXION (Modulo de Rotura) - kg/cm²	57.9			64.6			70.1	

Modulo de Ruptura:

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Donde:

R = Modulo de ruptura, (kg/cm²)

P = Carga maxima aplicada indicada por la maquina de ensayo, (kgf)

L = Luz (longitud) entre soportes, (cm)

b = Ancho promedio del espécimen, en la fractura, (pulg)

d = Espesor promedio del espécimen, en la fractura, (pulg)

Velocidad de Carga:

$$r = \frac{2sbd^2}{3L}$$

Donde:

r = Velocidad de carga, (kg/min)

s = Velocidad de incremento del esfuerzo maximo en la cara de traccion (kg/cm²/min)

b = Ancho promedio del espécimen, orientado para el ensayo, (cm)

d = Espesor promedio del espécimen, orientado para el ensayo, (cm)

L = Luz (longitud) entre soportes, (cm)

OBSERVACIONES:

Las vigas fueron realizadas en nuestras instalaciones de GICAPERU
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

Realizado por: J.C.H.L.

Revisado por el Ingeniero: A.E.C.G.



Servicios Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Adolfo E. Camayo Glinche
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
Pagina web: www.gicaperu.com
Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 56. Ensayo de resistencia a la flexión



SERVICIOS CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



INFORME N° : GICA-0050170820240
PETICIONARIO : BACH. SANTOS LEON CORNELIO
TESIS : EFECTO DE LA ADICIÓN DE LAS FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'C 280 KG/CM² EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM 2+300 AL 3+100 EN LA PROVINCIA HUANCAYO, 2024
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-07-19
FECHA DE EMISIÓN : 2024-08-17

INFORME DE ENSAYO (PÁG. 02 DE 05)

Código: NTP 339.079.2012 (revisada el 2017)
Título: CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo. 3ª Edición
Código: ASTM C293 / C293M - 16
Título: Método de ensayo. Determinación del esfuerzo de flexión en el concreto (Utilizando una viga simplemente soportada con carga al centro de la luz).

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (VIGA SIMPLE CARGADA EN EL CENTRO DE LA LUZ)										
1% DE FIBRA DE COCO + 1% DE ALOE VERA										
FV	FECHA DE VACIADO	19/07/2024			19/07/2024			19/07/2024		
FR	FECHA DE ROTURA	26/07/2024			2/08/2024			16/08/2024		
ID	EDAD	7 días			14 días			28 días		
IM	Identificación de muestras	1%FDC + 1%AV - 01	1%FDC + 1%AV - 02	1%FDC + 1%AV - 03	1%FDC + 1%AV - 04	1%FDC + 1%AV - 05	1%FDC + 1%AV - 06	1%FDC + 1%AV - 07	1%FDC + 1%AV - 08	1%FDC + 1%AV - 09
P	Carga Máxima (kg)	3282	3296	3292	3325	3375	3361	3408	3416	3429
L	Luz libre entre apoyos (cm)	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0
b	Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (cm)	15.4	15.4	15.2	15.3	15.4	15.2	15.3	15.2	15.2
d	Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (cm)	15.6	15.7	15.9	15.6	15.5	15.6	15.4	15.5	15.5
s	Velocidad de incremento del esfuerzo máximo en la cara de tracción MPa/min (kg/cm²/min)	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
r	VELOCIDAD DE CARGA (kg/min)	509.6	516.1	523.5	507.1	503.0	502.9	493.3	496.5	497.6
R	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Modulo de Rotura) - kg/cm²	59.1	58.6	57.7	60.2	61.6	61.3	63.4	66.3	65.5
p	PROMEDIO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Modulo de Rotura) - kg/cm²	58.5			61.0			65.1		

Modulo de Ruptura:

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Donde:

R = Modulo de ruptura, (kg/cm²)
P = Carga máxima aplicada indicada por la maquina de ensayo, (kg)
L = Luz (longitud) entre soportes, (cm)
b = Ancho promedio del espécimen, en la fractura, (pulg)
d = Espesor promedio del espécimen, en la fractura, (pulg)

Velocidad de Carga:

$$r = \frac{2sbd^2}{3L}$$

Donde:

r = Velocidad de carga, (kg/min)
s = Velocidad de incremento del esfuerzo máximo en la cara de tracción (kg/cm²/min)
b = Ancho promedio del espécimen, orientado para el ensayo, (cm)
d = Espesor promedio del espécimen, orientado para el ensayo, (cm)
L = Luz (longitud) entre soportes, (cm)

OBSERVACIONES:

Las vigas fueron realizadas en nuestras instalaciones de GICA PERU
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP/04: 1993)

Realizado por: J.C.H.L.
Revisado por el Ingeniero: A.E.C.G.



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Güiche
Gerente de Geotecnia
REG. DIP. N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
Pagina web: www.gicaperu.com
Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 57. Ensayo de resistencia a la flexión



SERVICIOS CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO**



GICA-0050170820240

INFORME N° : GICA-0050170820240
PETICIONARIO : BACH. SANTOS LEON CORNELIO
TESIS : EFECTO DE LA ADICIÓN DE LAS FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y ALOE VERA EN LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'C 280 KG/CM² EN LA CARRETERA JU-108 DEL KM 2+300 AL 3+100 EN LA PROVINCIA HUANCAYO, 2024
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-07-19
FECHA DE EMISIÓN : 2024-08-17

INFORME DE ENSAYO (PÁG. 02 DE 05)

Código: NTP 339.079:2012 (revisada el 2017)

Título: CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo. 3ª Edición

Código: ASTM C293 / C293M - 16

Título: Método de ensayo. Determinación del esfuerzo de flexión en el concreto (Utilizando una viga simplemente soportada con carga al centro de la luz).

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (VIGA SIMPLE CARGADA EN EL CENTRO DE LA LUZ)									
1% DE FIBRA DE COCO + 1% DE ALOE VERA									
FV	FECHA DE VACIADO	19/07/2024			19/07/2024			19/07/2024	
FR	FECHA DE ROTURA	26/07/2024			2/08/2024			16/08/2024	
ID	EDAD	7 días			14 días			28 días	
IM	Identificación de muestras	1%FDC + 1%AV - 01	1%FDC + 1%AV - 02	1%FDC + 1%AV - 03	1%FDC + 1%AV - 04	1%FDC + 1%AV - 05	1%FDC + 1%AV - 06	1%FDC + 1%AV - 07	1%FDC + 1%AV - 08
P	Carga Máxima (kg)	3282	3296	3292	3325	3375	3361	3408	3416
L	Luz libre entre apoyos (cm)	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0
b	Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (cm)	15.4	15.4	15.2	15.3	15.4	15.2	15.3	15.2
d	Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (cm)	15.6	15.7	15.9	15.6	15.5	15.6	15.4	15.5
s	Velocidad de incremento del esfuerzo máximo en la cara de tracción MPa/min (kg/cm²/min)	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
r	VELOCIDAD DE CARGA (kg/min)	509.6	516.1	523.5	507.1	503.0	502.9	493.3	496.5
R	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Modulo de Rotura) - kg/cm²	59.1	58.6	57.7	60.2	61.6	61.3	63.4	66.3
p	PROMEDIO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Modulo de Rotura) - kg/cm²	58.5			61.0			65.1	

Modulo de Ruptura:

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Donde:

R = Modulo de ruptura, (kg/cm²)

P = Carga máxima aplicada indicada por la maquina de ensayo, (kg)

L = Luz (longitud) entre soportes, (cm)

b = Ancho promedio del espécimen, en la fractura, (pulg)

d = Espesor promedio del espécimen, en la fractura, (pulg)

OBSERVACIONES:

Las vigas fueron realizadas en nuestras instalaciones de GICA PERU

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP/04: 1993)

Realizado por: J.C.H.L.

Revisado por el Ingeniero: A.E.C.G.

Velocidad de Carga:

$$r = \frac{2sbd^2}{3L}$$

Donde:

r = Velocidad de carga, (kg/min)

s = Velocidad de incremento del esfuerzo máximo en la cara de tracción (kg/cm²/min)

b = Ancho promedio del espécimen, orientado para el ensayo, (cm)

d = Espesor promedio del espécimen, orientado para el ensayo, (cm)

L = Luz (longitud) entre soportes, (cm)



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Güiche
Gerente de Geotecnia
REG. DIP. N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
Pagina web: www.gicaperu.com
Oficina: 064-595436, RPC: 997 849535, Movil: 981783290

Figura 58. Ensayo de resistencia a la flexión



Figura 60. Panel Fotográfico-Ensayo a los agregados.



Figura 59. Panel Fotográfico- Ensayo de Slump.



Figura 62. Panel Fotográfico- Preparación de mezcla y ensayo de Slump



Figura 61. Panel fotográfico-Curado de vigas y probetas



Figura 63. Procedimiento del aloe barbadensis miller.



Figura 65. Procedimiento del Aloe barbadensis miller



Figura 64. Procedimiento del Aloe barbadensis Miller.



Figura 66. Procedimiento del Aloe barbadensis Miller.



Figura 67. Procedimiento para las fibras de coco- Lugar de Extracción-La Merced.



Figura 68. Procedimiento para las fibras de coco.



Figura 69. Procedimiento para las fibras de coco.



Figura 70. Procedimiento de fibras de coco



Figura 71. Procedimiento de fibras de coco.



Figura 72. Ensayo de resistencia a la compresión.



Figura 73. Ensayo de resistencia a la compresión.



Figura 74. Ensayo de resistencia a la flexión.



Figura 75. Ensayo de Resistencia la Flexión.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CLF
28
2024

AREA DE METROLOGIA

Página 1 de 2

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de .aproximadamente 95%

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una re calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de .medición o a reglamentaciones vigentes

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad

El Laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración .sin firma y sello carece de validez

Método utilizado :

Materiales metálicos. Calibración y verificación de máquinas de ensayos uniaxiales estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Calibración y verificación del sistema de medida de fuerza. (ISO 7500-1:2018)

Solicitante	:	Services Construction and Geotechnical engineering EIRL
Dirección	:	Jr Edgardo Rebagliati N°180 - El Tambo - Huancayo
Equipo / Instrumento	:	Prensa de Compresión
Marca	:	Ele international
Modelo	:	36-0690106
Serie	:	150200104
Identificación	:	MLAB-PRE-01
Ubicación	:	Laboratorio de calidad de suelos y concreto
Procedencia	:	EEUU
Alcance de indicación	:	De 0 a 1000 kN
División de escala	:	No Aplica
Tipo de medición	:	Digital
Fecha de calibración	:	2024-06-12
Fecha de emisión	:	2024-06-17
Lugar de Calibración	:	Laboratorio de calidad de suelos y concreto

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización del laboratorio solicitante.



2024-06-17
Fecha de emisión



Ing. Carlos Gutiérrez C.
Jefe de Control de materias primas y
metrología
CIP: 269187



Ing. Aleksey Beresovsky
Gerente de Investigación y Desarrollo
CIP: 110210

LABORATORIO DE METROLOGIA : Car. Panamericana sur Nro.11,4 - San Juan de Miraflores - Lima - Lima

Figura 76. Certificado de Calibración.

Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura °C	17.3	19.2
Humedad Relativa %hr	53	47

Patrones de referencia:

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia	Celda de Fuerza	LAT 093 225923F
	Indicador de Fuerza	LAT 093 225923F

Mediciones Realizadas

TABLA DE CALIBRACION EN UNIDADES DEL INSTRUMENTO - COMPRESION

N° de carga	Indicación de la Maquina	Patrón					
		Serie I	Serie II	Serie III	Promedio	Error	U
(%)	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	%
10%	10 197.00	10 238.62	10 257.01	10 270.80	10 255.47	-58.47	0.31
20%	20 394.00	20 296.54	20 298.07	20 363.40	20 319.34	74.66	0.31
30%	30 591.00	30 389.25	30 384.66	30 503.50	30 425.81	165.19	0.31
40%	40 788.00	40 507.82	40 378.86	40 527.70	40 471.46	316.54	0.31
50%	50 985.00	50 505.78	50 468.59	50 816.06	50 596.81	388.19	0.44
60%	61 182.00	60 387.17	60 574.09	60 918.90	60 626.72	555.28	0.52
70%	71 379.00	70 664.10	70 511.34	71 190.12	70 788.52	590.48	0.59
80%	81 576.00	80 714.02	80 615.24	80 940.10	80 756.45	819.55	0.31
90%	91 773.00	90 694.14	90 549.01	90 500.64	90 581.26	1 191.74	0.31
100%	101 970.00	100 750.90	100 664.82	100 802.85	100 739.52	1 230.48	0.31
Error relativo de Cero fo %		0.0003					

TABLA DE CALIBRACION EN UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL

N° de carga	Indicación de la Maquina	Patrón					
		Serie I	Serie II	Serie III	Promedio	Error	U
(%)	kN	kN	kN	kN	kN	kN	(%)
10%	100.0	100.41	100.59	100.72	100.57	-0.57	0.31
20%	200.0	199.04	199.06	199.70	199.26	0.74	0.62
30%	300.0	298.02	297.97	299.14	298.38	1.62	0.93
40%	400.0	397.25	395.98	397.44	396.89	3.11	1.24
50%	500.0	495.29	494.93	498.34	496.19	3.81	2.22
60%	600.0	592.20	594.03	597.41	594.54	5.46	3.14
70%	700.0	692.98	691.48	698.14	694.20	5.80	4.12
80%	800.0	791.53	790.57	793.75	791.95	8.05	2.48
90%	900.0	889.41	887.98	887.51	888.30	11.70	2.79
100%	1 000.0	988.03	987.18	988.54	987.92	12.08	3.10
Error relativo de cero fo %		0.0003					

TABLA DE PARAMETROS RELATIVOS SEGÚN LA NORMA ISO 7500-1

Lecturas		Variables relativas				
Indicación Maquina	Promedio Patrón	Indicación q	Repetibilidad b	Reversibilidad v	Resolución a	Incertidumbre U
kN	kN	%	%	%	%	%
100	100.6	-0.57	0.31	-	0.01	0.31
200	199.3	0.37	0.33	-	0.00	0.31
300	298.4	0.54	0.39	-	0.00	0.31
400	396.9	0.78	0.37	-	0.00	0.31
500	496.2	0.77	0.69	-	0.00	0.44
600	594.5	0.92	0.88	-	0.00	0.52
700	694.2	0.84	0.97	-	0.00	0.59
800	792.0	1.02	0.41	-	0.00	0.31
900	888.3	1.32	0.22	-	0.00	0.31
1 000	987.9	1.22	0.14	-	0.00	0.31

Clase de la escala de la maquina	Valor máximo permitido %				
	Error relativo de				Resolución Relativa
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Cero	
	q	b	v	f ₀	a
0.5	±0.5	0.50	±0.75	±0.05	0.25
1	±1.0	1.00	±1.5	±0.1	0.5
2	±2.0	2.00	±3.0	±0.2	1.0
3	±3.0	3.00	±4.5	±0.3	1.5



Figura 77. Certificado de Calibración.

0002044

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° A-LL-AM0146-2023

Expediente N°: 8451-31652-2023
Fecha de emisión: 2023-11-17
Página: 1 de 3

1. Solicitante : SERVICES CONSTRUCTION AND
GEOTECHNICAL ENGINEERING EMPRESA
INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA

2. Dirección : JR. EDGARDO REBAGLIATI NRO. 180 URB.
LAMBLASPATA (ALTURA EL COLEGIO DE
ARQUITECTOS), EL TAMBO, HUANCAYO,
JUNIN

3. Instrumento calibrado : PIE DE REY

Marca : INSIZE

Modelo : No indica

Número de serie : 2806171700

Código identificación : ILAB-PIE-02(*)

Intervalo de indicación : 0 mm a 300 mm

Resolución : 0,01 mm

Procedencia : No indica

Tipo de indicación : Digital

Código de fábrica : 1108-300W

Ubicación : No indica

4. Lugar de calibración : Laboratorio de longitud de ADVANCED
METROLOGY S.A.C. - Breña

5. Fecha de calibración : 2023-11-17

6. Método de calibración :

La calibración se realizó según el PC-012 "Procedimiento de calibración de pie de rey"
5ta. Edición, Agosto 2012, SNM-INDECOPI.

7. Trazabilidad

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones de referencia del
Laboratorio y/o Laboratorios acreditados, en concordancia con el Sistema
Internacional de Unidades y Medidas (SI).

Instrumento Patrón	Identificación / serie	Número de Certificado	Trazabilidad
Bloques patrón de longitud	ILL-008	LLA-C-056-2023	INACAL-DM
Bloque patrón de longitud	208677	LLA-C-011-2023	INACAL-DM
Varilla cilíndrica	ILL-005	LLA-211-2023	INACAL-DM
Anillo patrón	ILL-003	LLA-221-2023	INACAL-DM
Termómetro de Contacto	ILL-009	LT-114-2023	INACAL-DM

Este certificado de calibración es
trazable a patrones nacionales o
internacionales, que realizan las
unidades de medida de acuerdo al
Sistema Internacional de Unidades (SI).

Advanced Metrology S.A.C. no se
responsabiliza de los perjuicios que
pueda ocasionar el uso inadecuado de
este instrumento o equipo después de la
calibración, ni de una incorrecta
interpretación de los resultados aquí
declarados.

Es recomendable recalibrar el
instrumento o equipo a intervalos
adecuados, los cuales deben ser
elegidos con base en las características
del trabajo realizado, el mantenimiento y
conservación.

Este certificado de calibración sólo
puede ser difundido completamente y sin
modificaciones. Los extractos requieren
la autorización escrita de Advanced
Metrology S.A.C.

El certificado de calibración carece de
validez sin firma y sello.



[Firma]

Gino Pino Cahuana
Supervisor de Laboratorio

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE ADVANCED METROLOGY SAC

Jr. Tnte. Aristides del Carpio N° 1626 Urb. Los Cipreces - Cercado de Lima, Lima - Perú Sucursal: Jr. Recuay 504 - Breña
Telf.: (511) 564-5492 / 5640612 / 5645937 / 6840902 Cel.: 990381037 / 95880968 / 994194670 / 981167242 / 932113476
E-mail: ventas@ametrology.pe / www.ametrology.com

Figura 78. Certificado de Calibración.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: A-LL-AM0146-2023
Página 2 de 3

8. Condiciones Ambientales:

Temperatura Ambiental inicial	20,2 °C
Temperatura Ambiental final	20,1 °C
Humedad Relativa inicial	55,1 %H.R.
Humedad Relativa final	53,4 %H.R.

9. Resultados Obtenidos:

Error de referencia inicial (I): 0 µm

Error de indicación del pie de rey para mediciones de exteriores:

Valor Patrón (mm)	Promedio de la indicación del pie de rey (mm)	Error (µm)
0,000	0,000	0
50,000	50,007	7
100,000	100,010	10
150,001	150,011	10
200,001	200,014	13
300,001	300,018	17

Valor Patrón (mm)	Error de contacto de la superficie parcial (E) (µm)
300,000	10

Valor Patrón (mm)	Error de repetibilidad (R) (µm)
300,000	0

Valor Patrón (mm)	Error de cambio de escala de exteriores a interiores (S _{E-I}) (µm)
10,000	27

Valor Patrón (mm)	Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (S _{E-P}) (µm)
10,000	17



PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE ADVANCED METROLOGY SAC

Jr. Tnte. Aristides del Carpio N° 1626 Urb. Los Cipreces - Cercado de Lima, Lima - Perú Sucursal: Jr. Recuay 504 - Breña
Telf.: (511) 564-5492 / 5640612 / 5645937 / 6840902 Cel.: 990381037 / 958800968 / 994194670 / 981167242 / 932113476
E-mail: ventas@ametrology.pe / www.ametrology.com

Figura 79. Certificado de Calibración.

0002046

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: A-LL-AM0146-2023
Página 3 de 3

Valor Patrón (mm)	Error de contacto lineal (L) (μm)
10,000	0

Valor Patrón (mm)	Error de contacto de superficie completa (J) (μm)
10,000	0

Valor Patrón (mm)	Error debido a la distancia de cruce de las superficies de medición para medición de interiores (K) (μm)
5,001	0

Incertidumbre del error de indicación del pie de rey: $U = (17,44 + 0,007 \cdot L^2)^{1/2} \mu m$
L: Indicación del pie de rey expresado en milímetros

- Nota 1:** Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de Indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a interiores (S_{E_i})
- Nota 2:** Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de Indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (S_{E_p})
- Nota 3:** Los resultados de la calibración solo corresponden al instrumento indicado en el punto 3. del Certificado de calibración.
- Nota 4:** El instrumento tiene un error máximo permisible de $\pm 30 \mu m$, según norma DIN 862.
- Nota 5:** La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura $k=2$, para un nivel de confianza de 95 %.
- Nota 6:** (*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherida y/o grabada al instrumento.



Figura 80. Certificado de Calibración.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0179-2024

*Área de Metrología
Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

1. Expediente	0372	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	
3. Dirección	JR. EDGARDO REBAGLIATI NRO. 180 URB. LAMBLASPATA - JUNIN HUANCAYO EL TAMBO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRÓNICA	
Marca	OHAUS	
Modelo	R31P30	
N° de serie	8341535001	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Identificación	ILAB-BAL-18 (*)	
Procedencia	China	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Capacidad máxima:	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	1 g	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Capacidad mínima	50 g	
Clase de exactitud	II	
5. Fecha de calibración	2024-05-21	

Fecha de Emisión

2024-05-27



Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817546 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 27/05/2024 07:38:44-0600

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Figura 81. Certificado de Calibración.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0179-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI.

7. Lugar de calibración

Instalaciones de SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA ubicado en Jr. Edgardo Rebagliati Nro. 180 Urb. Lamblaspata Junin - Huancayo - El Tambo

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,4 °C	19,2 °C
Humedad relativa	45 %	45 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	Juego de pesas de 1 mg a 1 kg de clase F1	CCP-1029-001-23
ELICROM	Juego de pesas de 1 kg a 5 kg de clase F1	CCP-1029-002-23
ELICROM	Pesa de 10 kg de clase F1	CLC-1532-003-23
ELICROM	Pesa de 20 kg de clase F1	CLC-1532-002-23

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
 - En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
 - Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 30000 g la balanza indicaba 29897 g)
 - El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud se encuentran indicados en la balanza.
 - Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
 - En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 13 °C
 - Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a 0,00001 °C⁻¹ según el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI.
 - El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
 - El cliente no cuenta con la información de los certificados anteriores para la balanza a calibrar. Por lo tanto, la contribución de la incertidumbre de la deriva de la balanza no será considerada.
 - El laboratorio de CALIBRATEC S.A.C. no se hace responsable de los datos suministrados por el cliente.
- (*) Identificación indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Figura 82. Certificado de Calibración.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0179-2024

Página 3 de 4

11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

12. Resultados de la medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	20,4 °C	19,4 °C

	Inicial	Final
Humedad	45,0 %	45,0 %

Carga L1 15 000,0 g		
I	ΔL	E
g	g	g
15 000	0,7	-0,2
15 000	0,7	-0,2
15 000	0,7	-0,2
15 000	0,4	0,1
15 000	0,5	0,0
15 000	0,6	-0,1
15 000	0,6	-0,1
15 000	0,7	-0,2
15 000	0,6	-0,1
15 000	0,7	-0,2
Dif Máx. Encontrada	0,3	
EMP	2	

Carga L2 30 000,0 g		
I	ΔL	E
g	g	g
30 000	0,3	0,2
30 000	0,2	0,3
30 001	0,9	0,6
30 000	0,3	0,2
30 000	0,4	0,1
30 000	0,2	0,3
30 000	0,3	0,2
30 000	0,2	0,3
30 000	0,2	0,3
30 000	0,3	0,2
Dif Máx. Encontrada	0,5	
EMP	3	

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

3	4
2	5

	Inicial	Final
Temperatura	19,4 °C	19,3 °C

	Inicial	Final
Humedad	45,0 %	45,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido Ec				
	C. mínima g	l g	ΔL g	E ₀ g	Carga L g	l g	ΔL g	E g	Ec g
1	10,0	10	0,6	-0,1	10 000,0	10 000	0,6	-0,1	0,0
2		10	0,6	-0,1		9 999	0,3	-0,8	-0,7
3		10	0,6	-0,1		9 999	0,6	-1,1	-1,0
4		10	0,6	-0,1		10 000	0,8	-0,3	-0,2
5		10	0,6	-0,1		10 000	0,7	-0,2	-0,1
Error máximo permitido (±)						2			

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Figura 83. Certificado de Calibración.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0179-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

12. Resultados de la medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final	Humedad	Inicial	Final
	20,4 °C	19,4 °C		45,0 %	45,0 %
Carga L1			Carga L2		
15 000,0 g			30 000,0 g		
I	ΔL	E	I	ΔL	E
g	g	g	g	g	g
15 000	0,7	-0,2	30 000	0,3	0,2
15 000	0,7	-0,2	30 000	0,2	0,3
15 000	0,7	-0,2	30 001	0,9	0,6
15 000	0,4	0,1	30 000	0,3	0,2
15 000	0,5	0,0	30 000	0,4	0,1
15 000	0,6	-0,1	30 000	0,2	0,3
15 000	0,6	-0,1	30 000	0,3	0,2
15 000	0,7	-0,2	30 000	0,2	0,3
15 000	0,6	-0,1	30 000	0,2	0,3
15 000	0,7	-0,2	30 000	0,3	0,2
Dif Máx. Encontrada		0,3	Dif Máx. Encontrada		0,5
EMP		2	EMP		3

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

Temperatura	Inicial	Final	Humedad	Inicial	Final
	19,4 °C	19,3 °C		45,0 %	45,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido Ec				
	C. mínima g	I g	ΔL g	E ₀ g	Carga L g	I g	ΔL g	E g	Ec g
1	10,0	10	0,6	-0,1	10 000,0	10 000	0,6	-0,1	0,0
2		10	0,6	-0,1		9 999	0,3	-0,8	-0,7
3		10	0,6	-0,1		9 999	0,6	-1,1	-1,0
4		10	0,6	-0,1		10 000	0,8	-0,3	-0,2
5		10	0,6	-0,1		10 000	0,7	-0,2	-0,1
					Error máximo permitido (±)				2

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Figura 84. Certificado de Calibración.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0184-2024

*Área de Metrología
Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

1. Expediente 0372

2. Solicitante SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL
ENGINEERING EMPRESA INDIVIDUAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA

3. Dirección JR. EDGARDO REBAGLIATI NRO. 180 URB.
LAMBLASPATA - JUNIN HUANCAYO EL TAMBO

4. Instrumento calibrado **BALANZA ELECTRÓNICA**

Marca OHAUS

Modelo SPX6201

N° de serie C039175142

Identificación ILAB-BAL-14 (*)

Procedencia U.S.A.

Capacidad máxima: 6200 g

División de escala (d) 0,1 g

Div. de verificación (e) 0,1 g

Capacidad mínima 2 g

Clase de exactitud II

5. Fecha de calibración 2024-05-21

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-05-27



Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817546 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 27/05/2024 07:38:48-0600



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Figura 85. Certificado de Calibración.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0184-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI.

7. Lugar de calibración

Instalaciones de SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA ubicado en Jr. Edgardo Rebagliati Nro. 180 Urb. Lamblaspata Junin - Huancayo - El Tambo

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	19,3 °C	19,2 °C
Humedad relativa	42 %	41 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	Juego de pesas de 1 mg a 1 kg de clase F1	CCP-1029-001-23
ELICROM	Juego de pesas de 1 kg a 5 kg de clase F1	CCP-1029-002-23

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
 - En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
 - Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 6000 g la balanza indicaba 5999,8 g)
 - El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud han sido determinados por el fabricante.
 - Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
 - En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 13 °C
 - Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a 0,00001 °C⁻¹ según el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI.
 - El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
 - El cliente no cuenta con la información de los certificados anteriores para la balanza a calibrar. Por lo tanto, la contribución de la incertidumbre de la deriva de la balanza no será considerada.
 - El laboratorio de CALIBRATEC S.A.C. no se hace responsable de los datos suministrados por el cliente.
- (*) Identificación indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Figura 86. Certificado de Calibración.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0184-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

12. Resultados de la medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura			Humedad		
Inicial			Final		
19,3 °C			42,0 %		
19,3 °C			42,0 %		
Carga L1			Carga L2		
3 000,00 g			6 000,00 g		
I	ΔL	E	I	ΔL	E
g	g	g	g	g	g
2 999,9	0,05	-0,10	5 999,8	0,06	-0,21
3 000,0	0,06	-0,01	5 999,8	0,06	-0,21
3 000,0	0,06	-0,01	5 999,8	0,07	-0,22
3 000,0	0,07	-0,02	5 999,8	0,06	-0,21
2 999,9	0,04	-0,09	5 999,8	0,07	-0,22
3 000,0	0,06	-0,01	5 999,8	0,05	-0,20
3 000,0	0,06	-0,01	5 999,8	0,07	-0,22
3 000,0	0,07	-0,02	5 999,8	0,05	-0,20
2 999,9	0,04	-0,09	5 999,8	0,04	-0,19
3 000,0	0,06	-0,01	5 999,8	0,07	-0,22
Dif Máx. Encontrada		0,09	Dif Máx. Encontrada		0,03
EMP		0,3	EMP		0,3

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temperatura			Humedad		
Inicial			Final		
19,3 °C			42,0 %		
19,3 °C			41,0 %		

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido Ec					
	C. mínima g	I g	ΔL g	E ₀ g	Carga L g	I g	ΔL g	E g	Ec g	
1	1,00	1,0	0,07	-0,02		2 000,0	0,08	-0,03	-0,01	
2		1,0	0,07	-0,02		1 999,9	0,07	-0,12	-0,10	
3		1,0	0,06	-0,01	2 000,00	1 999,8	0,03	-0,18	-0,17	
4		1,0	0,07	-0,02		1 999,9	0,05	-0,10	-0,08	
5		1,0	0,07	-0,02		1 999,9	0,05	-0,10	-0,08	
					Error máximo permitido (±)					0,2

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Figura 87. Certificado de Calibración.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-LM-0184-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	19,2 °C	19,2 °C	Humedad	41,0 %	41,0 %

Carga L	Carga creciente					Carga decreciente					EMP
	I	ΔL	E	Ec		I	ΔL	E	Ec		
g	g	g	g	g		g	g	g	g		g
E ₀	1,00	1,0	0,05	0,00							
	2,00	2,0	0,06	-0,01	-0,01	2,0	0,07	-0,02	-0,02		0,1
	600,00	600,0	0,05	0,00	0,00	600,0	0,07	-0,02	-0,02		0,2
	1 200,00	1 200,0	0,06	-0,01	-0,01	1 200,0	0,07	-0,02	-0,02		0,2
	1 500,00	1 500,0	0,08	-0,03	-0,03	1 500,0	0,08	-0,03	-0,03		0,2
	2 000,00	2 000,0	0,07	-0,02	-0,02	2 000,0	0,08	-0,03	-0,03		0,2
	2 500,00	2 500,0	0,06	-0,01	-0,01	2 500,0	0,07	-0,02	-0,02		0,3
	3 000,00	3 000,0	0,05	0,00	0,00	3 000,0	0,10	-0,05	-0,05		0,3
	4 000,00	3 999,9	0,04	-0,09	-0,09	3 999,9	0,05	-0,10	-0,10		0,3
	5 000,00	4 999,9	0,04	-0,09	-0,09	4 999,9	0,07	-0,12	-0,12		0,3
	6 200,00	6 199,7	0,03	-0,28	-0,28	6 199,7	0,03	-0,28	-0,28		0,3

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza

I: Lectura de indicación de la balanza

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

E₀: Error en cero

Ec: Error corregido

ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,0034 \text{ g}^2 + 0,0000000020 \times R^2}$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,000018 \times R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

13. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ comercial@calibratec.com.pe

🏢 CALIBRATEC SAC

Figura 88. Certificado de Calibración.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-LT-031-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 7

1. Expediente: 0372
2. Solicitante: SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
3. Dirección: JR. EDGARDO REBAGLIATI NRO. 180 URB. LAMBLASPATA - JUNIN HUANCAYO EL TAMBO
4. Equipo: HORNO DE SECADO
 Marca: A&A INSTRUMENTS
 Modelo: STHX-2A
 N° de serie: 201034
 Procedencia: NO INDICA
 Identificación: ELAB-HOR-01
 Ubicación: LABORATORIO DE SUELOS

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición 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 la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Dispositivo de control	Instrumento de medición
Intervalo de indicación	0 °C a 300 °C	-50 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	DIGITAL	DIGITAL

5. Fecha de calibración: 2024-05-21

Fecha de Emisión

2024-05-27



Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817546 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 27/05/2024 09:47:28-0600



Jefe del Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Figura 89. Certificado de Calibración.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-031-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 7

6. Método de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

7. Lugar de calibración

Instalaciones de SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA ubicado en Jr. Edgardo Rebagliati Nro. 180 Urb. Lamblaspata Junin - Huancayo -

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22,3 °C	21,1 °C
Humedad relativa	39,4 %	39,4 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
MSG	Termómetro digital con 10 sensores tipo K (CH01 al CH12) con incertidumbre en el orden de 0,11 °C a 0,14 °C	LTT24-0182

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
- Antes de la calibración no se realizó algún tipo de ajuste.
- La tensión eléctrica del equipo es 222,0 VAC
- La carga para la medición fue de 80 % y consistió de 8 bolos con muestra

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Figura 90. Certificado de Calibración.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LT-031-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 7

11. Resultados de la medición

Temperatura ambiental promedio 21,7 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 6 horas
El controlador se seteo en 110 °C

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C													
Tiempo	Term. del equipo °C	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom °C	T _{máx} - T _{mín} °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
min		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	106,9	109,0	106,7	106,6	107,3	112,8	116,7	122,8	119,6	113,0	112,1	16,1
02	110,0	106,8	109,0	106,6	106,6	107,3	112,9	117,0	122,9	119,7	113,2	112,2	16,2
04	110,0	106,8	109,0	106,7	106,7	107,3	112,9	117,1	123,0	119,6	113,2	112,2	16,2
06	110,0	106,8	109,0	106,7	106,6	107,3	113,1	117,2	123,1	119,7	113,3	112,3	16,4
08	110,0	106,8	108,9	106,6	106,6	107,5	113,1	117,1	122,9	119,7	113,3	112,3	16,2
10	110,0	106,7	108,8	106,6	106,7	107,3	113,0	117,0	122,8	119,6	113,2	112,2	16,1
12	110,0	106,6	108,8	106,6	106,6	107,1	112,9	116,9	122,8	119,5	113,1	112,1	16,2
14	110,0	106,6	108,7	106,6	106,6	107,3	112,9	116,9	122,8	119,6	113,2	112,1	16,2
16	110,0	106,7	108,8	106,6	106,6	107,6	113,0	117,0	123,4	119,6	113,2	112,3	16,7
18	110,0	106,9	108,9	106,8	106,7	107,3	113,2	117,2	123,5	119,7	113,3	112,4	16,7
20	110,0	106,8	108,9	106,6	106,6	107,8	113,1	117,1	123,2	119,8	113,3	112,3	16,5
22	110,0	106,6	108,7	106,6	106,6	107,7	113,0	117,0	123,1	119,7	113,3	112,2	16,5
24	110,0	106,6	108,7	106,5	106,6	107,7	113,0	117,0	122,9	119,6	113,2	112,2	16,3
26	110,0	106,8	108,8	106,6	106,6	107,6	113,0	117,0	123,2	119,7	113,1	112,2	16,5
28	110,0	106,8	109,0	106,6	106,7	107,3	113,1	117,1	123,1	119,7	113,2	112,3	16,4
30	110,0	106,9	109,1	106,7	106,7	107,6	113,0	117,3	123,7	119,8	113,3	112,4	16,9
32	110,0	106,7	109,0	106,6	106,7	107,8	112,9	117,0	123,3	119,9	113,5	112,3	16,6
34	110,0	106,6	108,8	106,6	106,6	107,2	113,0	116,9	123,0	119,6	113,3	112,2	16,4
36	110,0	106,6	108,7	106,4	106,5	107,1	112,9	116,9	123,2	119,6	113,2	112,1	16,7
38	110,0	106,7	108,7	106,5	106,5	107,7	113,1	117,1	123,2	119,6	113,3	112,2	16,6
40	110,0	106,7	108,9	106,7	106,6	107,8	113,1	117,1	123,5	119,7	113,4	112,4	16,8
42	110,0	107,0	109,0	106,8	106,8	108,0	113,3	117,4	123,5	119,9	113,4	112,5	16,6
44	110,0	107,0	109,1	106,9	106,8	107,8	113,3	117,3	123,3	119,9	113,3	112,5	16,4
46	110,0	106,9	108,8	106,6	106,7	107,5	113,2	117,0	122,7	119,7	113,2	112,2	16,0
48	110,0	106,7	108,6	106,4	106,5	107,2	112,8	116,6	122,3	119,5	113,1	112,0	15,9
50	110,0	106,5	108,6	106,4	106,4	107,2	112,7	116,7	122,6	119,4	113,1	112,0	16,1
52	110,0	106,5	108,7	106,5	106,5	107,3	112,8	117,0	123,2	119,5	113,3	112,1	16,7
54	110,0	106,6	108,8	106,6	106,6	107,5	113,1	117,3	123,9	119,8	113,5	112,4	17,4
56	110,0	106,8	108,9	106,7	106,7	107,7	113,2	117,5	123,8	119,8	113,6	112,5	17,0
58	110,0	106,8	109,0	106,8	106,6	107,6	113,0	117,2	123,2	119,8	113,5	112,4	16,5
60	110,0	106,7	108,9	106,6	106,6	107,8	113,1	117,0	123,0	119,7	113,3	112,3	16,3
T. PROM		106,7	108,9	106,6	106,7	107,5	113,0	117,0	123,1	119,7	113,3	112,3	
Temp. máxima		107,0	109,1	106,9	106,8	108,0	113,3	117,5	123,9	119,9	113,6		
Temp. mínima		106,5	108,6	106,4	106,4	107,1	112,7	116,6	122,3	119,4	113,0		
DTT		0,5	0,5	0,5	0,4	0,9	0,6	0,9	1,7	0,5	0,6		

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Figura 91. Certificado de Calibración.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LT-031-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 7

PARÁMETROS	Valor °C	Incertidumbre °C
Máxima Temperatura medida	123,9	0,3
Mínima Temperatura medida	106,4	0,4
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,7	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	16,4	0,4
Estabilidad medida	0,85	0,05
Uniformidad medida	17,4	0,4

T. PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T. prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T_{MAX} : Temperatura máxima.
T_{MIN} : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

**Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo
NO CUMPLE con los límites especificados de temperatura**

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

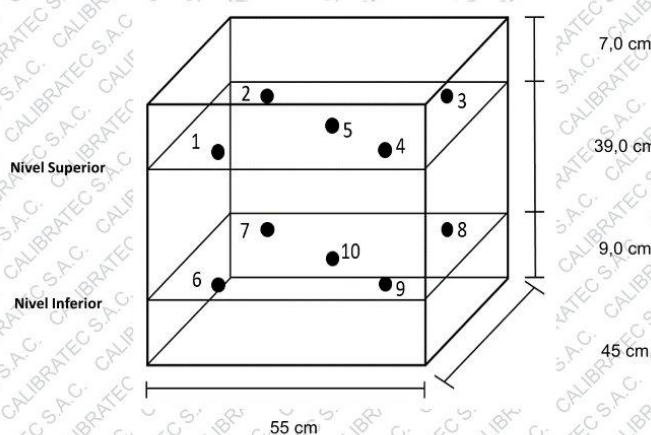
Figura 92. Certificado de Calibración.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LT-031-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 7

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DEL EQUIPO



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 1,5 cm por encima de la carga más alta
Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior
Los sensores del 1 al 4 y 6 al 9 están ubicados 7 cm de las paredes laterales y a 7 cm del frente y fondo del equipo.

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Revisión 00

RT03-F01

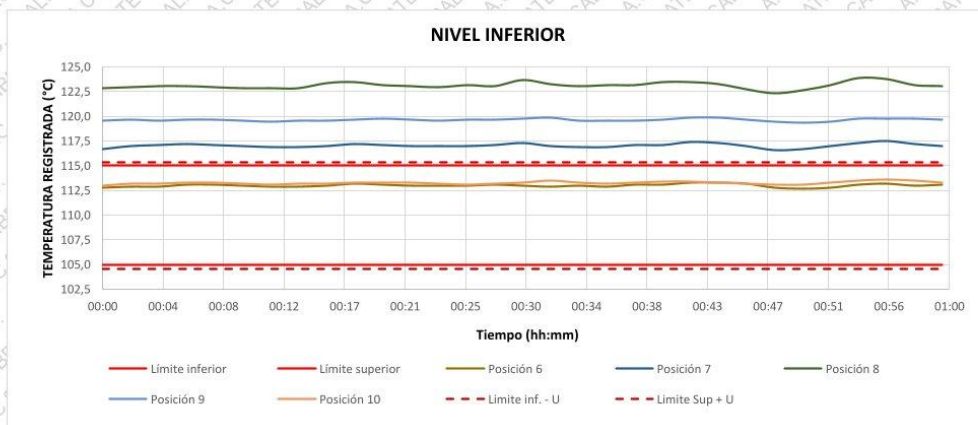
☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Figura 93. Certificado de Calibración.

Página 6 de 7

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C



RT03-F01

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
comercial@calibratec.com.pe
CALIBRATEC SAC

Figura 94. Certificado de Calibración.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LT-031-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 7 de 7

FOTOGRAFÍA INTERNA DEL EQUIPO



FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Figura 95. Certificado de Calibración.



CERTIFICATE

Esto es para certificar que el Sistema de Gestión de Calidad de
**SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL
ENGINEERING EMPRESA INDIVIDUAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA**

JR. EDGARDO REBAGLIATI NRO. 180 URB. LAMBLASPATA
(ALTURA EL COLEGIO DE ARQUITECTOS) JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO
ha sido evaluado y encontrado que cumple con el requisito de

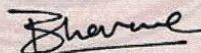
ISO 9001:2015 Sistema de Gestión de la Calidad

este Certificado es válido para el siguiente alcance:

**ESTUDIOS PARA PROYECTOS DE INGENIERIA EN LA ESPECIALIDAD DE GEOLOGIA,
GEOTECNIA, GEOFISICOS. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES EN MUESTRAS
DE SUELOS, CONCRETO FRESCO - ENDURECIDO, ASFALTO, ENSAYOS QUIMICOS EN
AGUA, SUELOS Y AGREGADOS, ENSAYOS EN MUESTRAS DE ALBAÑILERIA. ESTUDIOS
DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION - PAVIMENTACION - PLANTAS
DE HIDROCARBUROS - CENTRALES HIDROELECTRICAS - IRRIGACION**

Certificado No.	:AMER14659
Fecha de Registro	:02/12/2023
Fecha de Asunto	:07/12/2023
Fecha de Expiración	:01/12/2024
Fecha de Recertificación	:01/12/2026




Director

AMERICO QUALITY STANDARDS REGISTECH PVT. LTD

Key Location: 1910 Thomes Ave, Cheyenne, Wyoming, WY 82001, USA

Operations Office: D 303, 104.Nisarg plaza, Bhumkar chowk - Hinjewadi road, Wakad, Pune 411057



For verification and updated information concerning the present certificate, please visit www.americocert.com The Certificate is valid for period of 3 years subject to satisfactory annual surveillance audit. This Certificate is the property of AMERICO Quality Standards Registech Pvt. Ltd. & shall be returned immediately when demanded.

Figura 96. Certificado ISO 9001 Laboratorio.



CERTIFICATE

This is to certify that the Quality Management System of
**SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL
ENGINEERING EMPRESA INDIVIDUAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA**

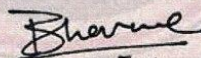
JR. EDGARDO REBAGLIATI NRO. 180 URB. LAMBLASPATA
(ALTURA EL COLEGIO DE ARQUITECTOS) JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO
has been assessed and found to conform to the requirements of

ISO 9001:2015

This Certificate is valid for the following scope
**STUDIES FOR ENGINEERING PROJECTS IN THE SPECIALTY
OF GEOLOGY, GEOTECHNICS, GEOPHYSICS. MATERIALS
TESTING LABORATORY ON SOIL SAMPLES, FRESH - HARDENED
CONCRETE, ASPHALT, CHEMICAL TESTS ON WATER, SOILS AND
AGGREGATES, TESTS ON MASONRY SAMPLES. SOIL MECHANICS
STUDIES FOR THE PURPOSES OF FOUNDATION - PAVEMENT -
HYDROCARBON PLANTS - HYDROELECTRIC PLANTS -
IRRIGATION.**

Certificate No.	:AMER14659
Registration Date	:02/12/2023
Issue Date	:07/12/2023
Expiry Date	:01/12/2024
Recertification Date	:01/12/2026





Director

AMERICO QUALITY STANDARDS REGISTECH PVT. LTD

Key Location: 1910 Thomes Ave, Cheyenne, Wyoming, WY 82001, USA

Operations Office: D 303, 104.Nisarg plaza, Bhumkar chowk - Hinjewadi road, Wakad, Pune 411057



For verification and updated information concerning the present certificate, please visit www.americocert.com. The Certificate is valid for period of 3 years subject to satisfactory annual surveillance audit. This Certificate is the property of AMERICO Quality Standards Registech Pvt. Ltd. & shall be returned immediately when demanded.

Figura 97. Certificado ISO 9001 Laboratorio.