

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

Propiedades físico-mecánicas del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos con adición de fibras de polipropileno reciclado - Cusco, 2022

Liduvina Isabel Mamani Sarco
Shirley Karina Rodriguez Mamani

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Cusco, 2024

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 : FELIPE GUTARRA MEZA
Decano de la Facultad de Ingeniería

DE : Augusto Elías García Corzo
Asesor de trabajo de investigación

ASUNTO: Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 10 de junio de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "**PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ EN PAVIMENTOS RÍGIDOS CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO RECICLADO - CUSCO 2022**", perteneciente **Bach. MAMANI SARCO LIDUVINA ISABEL y Bach. RODRIGUEZ MAMANI SHIRLEY KARINA**, de la E.A.P. de Ingeniería Civil; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 15 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

• Filtro de exclusión de bibliografía

SI NO

• Filtro de exclusión de grupos de palabras menores

SI NO

(Nº de palabras excluidas: 20)

• Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante

SI NO

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

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

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

Atentamente,



MSc/AUGUSTO GARCIA
CIP: 85267

Augusto Elías García Corzo
ASESOR de tesis

Cc.
Facultad
Interesado(a)

AGRADECIMIENTOS

Principalmente, a Dios, por regalarme la vida, salud, fuerza y darme la oportunidad de haber logrado esta meta.

A mis padres, por su soporte, por creer en mí y por guiarme en que todo esfuerzo en la vida tiene su recompensa.

Shirley Karina Rodriguez.

A Dios, a mi hijo, quien es motivo de perseverancia; a mi abuela, que está en el cielo, que me guía e ilumina mi camino para conseguir mis metas.

Liduvina Isabel Mamani

DEDICATORIA

Con aprecio y estima, a nuestro asesor Msc. Ing. Augusto Elías García Corzo, por la orientación, guía y enseñanza en la elaboración de nuestra tesis

A nuestro creador, Dios, por obsequiarnos la vida. Con su gracia y bendición ha encauzado nuestros caminos y llenado de color y alegría nuestra existencia. Por las lecciones que nos da la vida y que aprendemos cada día más de los errores, por permitir este logro tan anhelado.

A la Universidad Continental, por pertenecer a esta institución de estudios y a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, por permitirnos alcanzar nuestros sueños anhelados de ser profesionales.

También agradecer a los amigos, compañeros que han colaborado en el desarrollo de nuestra investigación, por lo cual expresamos nuestra gratitud.

Liduvina Isabel Mamani Sarco y Shirley Karina Rodríguez

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	1
AGRADECIMIENTOS	2
DEDICATORIA	3
ÍNDICE DE CONTENIDOS	4
CONTENIDO DE TABLAS	7
CONTENIDO DE FIGURAS	10
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	16
1.1 Planteamiento y Formulación del Problema.	16
1.1.1 Problema General.....	16
1.1.2 Problema Específico.	16
1.2 Objetivos.	17
1.2.1 Objetivo General.....	17
1.2.2 Objetivo Específicos.	17
1.3 Justificación e Importancia.....	17
1.3.1 Justificación social	17
1.3.2 Justificación teórica	17
1.3.3 Justificación metodológica.....	18
1.3.4 Importancia	18
1.4 Delimitación del proyecto.	18
1.4.1 Delimitación espacial.....	18
1.4.2 delimitación temporal	18
1.4.3 delimitación conceptual	19
1.5 Hipótesis y Variables.	19
1.5.1 Hipótesis	19
1.5.2 Descripción de Variables.	20
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	21
2.1 Antecedentes del Problema.	21
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	21
2.1.2 Antecedentes Nacionales.	24

2.2	Bases teóricas.....	27
2.2.1	Polipropileno.....	27
2.2.2	Concreto.....	29
2.2.3	Pavimento Rígido.....	30
2.2.4	Método ACI-211.....	30
2.2.5	Propiedades en estado fresco del concreto.....	30
2.2.6	Propiedades en estado endurecido del concreto.....	32
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		36
3.1	Método, tipo, alcance de la Investigación.....	36
3.1.1	Enfoque de la Investigación.....	36
3.1.2	Tipo de Investigación.....	36
3.1.3	Nivel de Investigación.....	36
3.1.4	Diseño de Investigación.....	36
3.1.5	Población y Muestra.....	36
3.1.6	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	37
3.1.7	Validez.....	38
3.1.8	Confiabilidad.....	38
3.2	Materiales y Métodos (aplicación de la ingeniería).....	39
3.3	Métodos de análisis de Datos.....	39
3.4	Aspectos éticos.....	39
3.4.1	Procedimiento y Materiales empleados.....	39
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN		42
4.1	Desarrollo del procedimiento.....	42
4.1.1	Etapa 1: Obtención de fibras de polipropileno recicladas.....	42
4.1.2	Etapa 2: Desinfección de las mascarillas recicladas.....	43
4.1.3	Etapa 3: Clasificación y triturado de las mascarillas quirúrgicas.....	44
4.1.4	Etapa 4: Adquisición de materiales (agregados).....	44
4.1.5	Etapa 5: Ensayos previos de laboratorio.....	45
4.1.6	Etapa 6: Elaboración de Muestras de probetas cilíndricas, prismáticas y control de Slump.....	46
4.1.7	Etapa 7: Ensayos de ruptura de testigos.....	47
4.1.8	Etapa 8: Trabajo de gabinete y procesamiento de datos.....	47
4.2	Presentación de resultados.....	48

4.2.1	Resumen de resultados del ensayo de Slump con adición de fibras de polipropileno reciclado.	49
4.2.2	Resumen de resultados del ensayo de compresión.	52
4.2.3	Resumen de resultados del ensayo a flexión.....	57
4.2.4	Indicador 01: Trabajabilidad (cm)	58
4.2.5	Indicador 02: Resistencia a la compresión (kg/cm ²).....	59
4.2.6	Indicador 02: Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	61
4.3	Prueba de hipótesis (Análisis estadístico)	63
4.4	Discusión de resultados	83
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		88
5.1	Conclusiones	88
5.2	Recomendaciones.....	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		91
ANEXOS 93		
ANEXO 01 (Matriz Operacionalización)		94
ANEXO 02 (Matriz Consistencia).....		96
ANEXO 03 (Registro Fotográfico).....		98
ANEXO 04 (Certificados de ensayos realizados y calibración)		107

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1.	Propiedades Eléctricas.....	27
Tabla 2.	Propiedades Físicas	27
Tabla 3.	Propiedades Mecánicas	28
Tabla 4.	Propiedades Térmicas	28
Tabla 5.	Propiedades Térmicas	28
Tabla 6.	Propiedades de Película del polipropileno.....	28
Tabla 7.	Formato de control para el ensayo de compresión.....	37
Tabla 8.	Formato de control para el ensayo de flexo - compresión	37
Tabla 9.	Formato de control para verificación del asentamiento	38
Tabla 10.	Tabla Rangos de validez	38
Tabla 11.	Tabla de validez según expertos.....	38
Tabla 12.	Tabla Rangos de confiabilidad	38
Tabla 13.	Dosificación en peso por m ³	45
Tabla 14.	Dosificación en Volumen por m ³	46
Tabla 15.	Dosificación del concreto según volumen del molde cilíndrico.	48
Tabla 16.	Dosificación del concreto según volumen del molde prismático.....	49
Tabla 17.	Resultados – de la prueba de Slump con (0.00% patrón).....	49
Tabla 18.	Resultados – de la prueba de Slump con (0.05% de adición).	50
Tabla 19.	Resultados – de la prueba de Slump con (0.10% de adición).	50
Tabla 20.	Resultados – de la prueba de Slump con (0.15% de adición).	50
Tabla 21.	Resultados – de la prueba de Slump con (0.25% de adición).	51
Tabla 22.	Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.00% patrón) a los 7 días.....	52
Tabla 23.	Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.05% de adición) a los 7 días...52	
Tabla 24.	Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.10% de adición) a los 7 días...52	
Tabla 25.	Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.15% de adición) a los 7 días...53	
Tabla 26.	Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.25% de adición) a los 7 días...53	
Tabla 27.	Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0% patrón) a los 14 días.	53
Tabla 28.	Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.05% de adición) a los 14 días.53	
Tabla 29.	Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.10% de adición) a los 14 días.54	
Tabla 30.	Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.15% de adición) a los 14 días.54	
Tabla 31.	Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.25% de adición) a los 14 días.54	
Tabla 32.	Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.00% patrón) a los 28 días.	54
Tabla 33.	Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.05% de adición) a los 28 días.55	

Tabla 34.	Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.10% de adición) a los 28 días.	55
Tabla 35.	Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.15% de adición) a los 28 días.	55
Tabla 36.	Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.25% de adición) a los 28 días.	55
Tabla 37.	Resultados – de Ensayo de Probetas prismáticas (0.00% patrón) a los 28 días.	57
Tabla 38.	Resultados – de Ensayo de Probetas prismáticas (0.05% de adición) a los 28 días.	57
Tabla 39.	Resultados – de Ensayo de Probetas prismáticas (0.10% de adición) a los 28 días.	57
Tabla 40.	Resultados – de Ensayo de Probetas prismáticas (0.15% de adición) a los 28 días.	57
Tabla 41.	Resultados – de Ensayo de Probetas prismáticas (0.25% de adición) a los 28 días.	58
Tabla 42.	Resumen promedio del Ensayo de Asentamiento del concreto en estado fresco.	58
Tabla 43.	Resumen promedio del ensayo de resistencia de compresión.....	59
Tabla 44.	Resumen promedio del ensayo de resistencia a flexión.....	61
Tabla 45.	Estadísticos descriptivos de trabajabilidad con adición de fibras de polipropileno	63
Tabla 46.	Prueba de normalidad en la trabajabilidad del concreto con fibras de polipropileno 64	
Tabla 47.	Correlaciones de la trabajabilidad edad 28 días.....	66
Tabla 48.	Resultados de Análisis de varianza Anova de la prueba slump	66
Tabla 49.	Resultados de la prueba de comparación múltiple Tukey en la prueba slump	67
Tabla 50.	Estadísticos descriptivos resistencia a la compresión edad 7 días	67
Tabla 51.	Prueba de normalidad resistencia a la compresión edad 7 días.....	68
Tabla 52.	Correlaciones de la resistencia a la compresión edad 7 días.....	70
Tabla 53.	Resultados de Análisis de varianza Anova de Resistencia a la Compresión a edad de 7 días ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$).....	70
Tabla 54.	Resultados de la prueba de comparación múltiple Tukey de la Resistencia a la Compresión a edad de 7 días ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$).....	70
Tabla 55.	Estadísticos descriptivos resistencia a la compresión edad 14 días	71
Tabla 56.	Prueba de normalidad resistencia a la compresión edad 14 días.....	72
Tabla 57.	Correlaciones de la resistencia a la compresión edad 14 días	73
Tabla 58.	Resultados de Análisis de varianza Anova de Resistencia a la Compresión a edad de 14 días ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$).....	74
Tabla 59.	Resultados de la prueba de comparación múltiple Tukey de la Resistencia a la Compresión a edad de 14 días ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$).....	74
Tabla 60.	Estadísticos descriptivos resistencia a la compresión edad 28 días	75
Tabla 61.	Prueba de normalidad resistencia a la compresión edad 28 días.....	76
Tabla 62.	Correlaciones de la resistencia a la compresión edad 28 días	77

Tabla 63. Resultados de Análisis de varianza Anova de Resistencia a la Compresión a edad de 28 días ($f^c=210 \text{ kg/cm}^2$).....	78
Tabla 64. Resultados de la prueba de comparación múltiple Tukey de la Resistencia a la Compresión a edad de 28 días ($f^c=210 \text{ kg/cm}^2$).....	78
Tabla 65. Estadísticos descriptivos resistencia a la flexión edad 28 días.....	79
Tabla 66. Prueba de normalidad resistencia a la flexión edad 28 días.....	80
Tabla 67. Correlaciones de la resistencia a la flexión edad 28 días.....	81
Tabla 68. Resultados de Análisis de varianza Anova de Resistencia a la Flexo Compresión a edad de 28 días ($f^c=210 \text{ kg/cm}^2$).....	82
Tabla 69. Resultados de la prueba de comparación múltiple Tukey de la Resistencia a la Flexo Compresión a edad de 28 días ($f^c=210 \text{ kg/cm}^2$).....	82
Tabla 70. Diseño de mezcla con fibra de polipropileno.....	83
Tabla 71. Diseño de mezcla con fibra de polipropileno reciclado.....	84
Tabla 72. Matriz de Operacionalización.....	95
Tabla 73. Matriz de Consistencia.....	97

CONTENIDO DE FIGURAS

FIGURA 1. Estructura típica del pavimento rígido.....	30
FIGURA 2. Cono de Abrams – instrumento para la medición de consistencia del concreto.....	32
FIGURA 3. Tipos de falla o rotura que presenta una briqueta cilíndrica en la ejecución del ensayo de compresión.	33
FIGURA 4. Esquema del ensayo de flexión de la muestra prismática (viga simple) cargada en los dos tercios.....	33
FIGURA 5. Economía circular del reciclado de materiales de fibra de polipropileno.	35
FIGURA 6. Obtención de fibras de polipropileno reciclado	42
FIGURA 7. Desinfección de mascarillas recicladas	43
FIGURA 8. Secado de mascarillas recicladas.....	43
FIGURA 9. Secado de gorras y batas recicladas.....	44
FIGURA 10. Triturado de fibras de polipropileno reciclados	44
FIGURA 11. Elaboración de testigos de concreto	46
FIGURA 12. Muestras de testigos de concreto.....	46
FIGURA 13. Ruptura de testigos cilíndricos	47
FIGURA 14. Ruptura de testigos Prismáticos.....	47
FIGURA 15. Trabajos de Gabinete.....	48
FIGURA 16. Trabajos de Gabinete análisis estadístico	48
FIGURA 17. Prueba de Slump Promedio	51
FIGURA 18. Resistencia promedio a los 07 días.....	56
FIGURA 19. Resistencia promedio a los 14 días.....	56
FIGURA 20. Resistencia promedio a los 28 días.....	56
FIGURA 21. Módulo de rotura promedio a los 28 días	58
FIGURA 22. Asentamiento de concreto fresco con diferentes % de adición de fibras de polipropileno reciclado	59
FIGURA 23. Evolución de la resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas	60
FIGURA 24. Evolución de la resistencia a la flexión de las probetas prismáticas	62
FIGURA 25. Diagrama de bigotes en la trabajabilidad.....	65
FIGURA 26. Diagrama de bigotes en la resistencia a la compresión edad 7 días	69
FIGURA 27. Diagrama de bigotes en la resistencia a la compresión edad 14 días	73
FIGURA 28. Diagrama de bigotes en la resistencia a la compresión edad 28 días	77
FIGURA 29. Diagrama de bigotes en la resistencia a la flexión edad 28 días	81
FIGURA 30. Asentamiento en el cono de Abrams para los grupos de prueba.....	84

FIGURA 31. Resistencias obtenidas según adición de fibras de polipropileno a la resistencia de compresión simple	85
FIGURA 32. Resistencia a la compresión a los 28 días del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales	85
FIGURA 33. Resistencia a la flexión a los 28 días del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando fibras de polipropileno recicladas	86
FIGURA 34. Resistencia a la flexión los 28 días del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales	87

RESUMEN

Esta investigación tiene por objetivo analizar la influencia de la adición de fibras de Polipropileno Reciclado en las características físicas y mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² en pavimentos rígidos. Para su desarrollo se efectuaron actividades previas como la recolección de mascarillas quirúrgicas, gorras y batas desechables de material con polipropileno, también se realizó el diseño de mezclas con los materiales agregados empleados para la producción de especímenes de concreto cilíndricas y prismáticas añadiendo fibras de polipropileno reciclado a diferentes cantidades desde el 0.00% (patrón), 0.05%, 0.10%, 0.15% y 0.25%. Y estos especímenes de concreto fueron sometidos al ensayo de compresión de las cuales a una edad de 28 días resulto una resistencia de 210.51 kg/cm² con adición al 0.00%, con adición al 0.05% logró una resistencia de 249.45 kg/cm², al 0.10% - 256 kg/cm², 0.15%-264.41 kg/cm² y al 0.25% una resistencia de 272.14kg/cm². En el ensayo de flexión se obtuvieron resultados para 0.00% un módulo de rotura R de 36.07 kg/cm², a una adición del 0.05% un R=37.45kg/cm², al 0.10% un R de38.14 45kg/cm², al 0.15% un R=39.06 45kg/cm² y con una adición del 0.25% se obtuvo un R de 40.15 45kg/cm². Y como prueba de control del slump en el concreto fresco se obtuvieron los siguientes asentamientos; de la muestra control se obtuvo un slump de 8.90 cm, para la adición del 5% un 9.31 cm, 0.10% - 8.04 cm, 0.15% - 6.77 cm. Y para una adición al 0.25% se consiguió un slump de 3.95 cm. En el ámbito de la investigación, se aplica el método científico con un enfoque cuantitativo del tipo aplicado, nivel explicativo y diseño experimental. La población de estudio se centra en la producción de concreto (testigos) y la muestra de estudio fueron las probetas cilíndricas y prismáticas realizadas.

Se han obtenido resultados positivos como un aumento de la resistencia a la compresión y la flexión de las fibras de polipropileno reciclado, por lo que esta investigación es fundamental para la producción de concreto utilizando estas fibras.

Se ha llegado a la conclusión de que agregar fibras de polipropileno reciclado al concreto para pavimentos rígidos mejora la resistencia a la compresión, flexión y la durabilidad de la superficie de rodadura.

Palabras clave: Concreto, fibras de polipropileno, reciclado, pavimento rígido, resistencia, compresión, flexión, trabajabilidad

ABSTRACT

The objective of this research is to analyze the influence of the addition of Recycled Polypropylene fibers on the physical and mechanical characteristics of concrete $f'_c=210$ kg/cm² in rigid pavements. For its development, previous activities were carried out such as the collection of surgical masks, caps and disposable gowns made of polypropylene material, also the design of mixtures with the aggregate materials used for the production of cylindrical and prismatic concrete specimens by adding recycled polypropylene fibers at different amounts from 0.00% (standard), 0.05%, 0.10%, 0.15% and 0.25%. And these concrete specimens were subjected to the compression test of which at an age of 28 days resulted in a resistance of 210.51 kg/cm² with 0.00% addition, with 0.05% addition achieved a resistance of 249.45 kg/cm², at 0.10% - 256 kg/cm², 0.15% - 264.41 kg/cm² and at 0.25% a resistance of 272.14kg/cm². In the flexural test, results were obtained for 0.00% a modulus of rupture R of 36.07 kg/cm², at an addition of 0.05% an R=37.45kg/cm², at 0.10% an R of 38.14 45kg/cm², at 0.15% an R=39.06 45kg/cm² and with an addition of 0.25% an R of 40.15 45kg/cm² was obtained. And as a control test of the slump in the fresh concrete, the following slumps were obtained; from the control sample a slump of 8.90 cm was obtained, for the addition of 5% a slump of 9.31 cm, 0.10% - 8.04 cm, 0.15% - 6.77 cm. And for an addition of 0.25%, a slump of 3.95 cm was obtained. In the scope of the research, the scientific method is applied with a quantitative approach of the applied type, explanatory level and experimental design. The study population is focused on the production of concrete (cores) and the study sample was the cylindrical and prismatic specimens made.

Positive results have been obtained as an increase in the compressive and flexural strength of recycled polypropylene fibers, making this research fundamental for the production of concrete using these fibers.

It has been concluded that adding recycled polypropylene fibers to concrete for rigid pavements improves the compressive strength, flexural strength and durability of the bearing surface.

Keywords: Concrete $F'_c=210$, recycled polypropylene fibers, rigid pavement, strength, compression, bending, workability

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, en el rubro de la construcción, se emplea el concreto como uno de los materiales más significativos debido a sus altas resistencias, trabajabilidad y su costo. Pero es cierto también que su firmeza a los impactos, la tracción y variación de humedad presentan bajos índices. Esto debido a que en la mezcla ocurre un desprendimiento en las fases iniciales del endurecimiento del componente, causando una respuesta exotérmica y generando que se disipe el agua debido a la evaporación.

A nivel internacional, la pandemia ha generado la fabricación y uso de mascarillas, gorras desechables de polipropileno y batas en el sector salud estos en relación al incremento poblacional y propagación del Sars-Cov-2, ante esta situación, es importante reciclar adecuadamente los materiales que contienen fibras de polipropileno para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

La adición de fibras de polipropileno aporta a las construcciones y obras de infraestructura vial.

Así mismo, esta investigación tiene un fin que es conocer la cantidad necesaria de fibras recicladas de polipropileno para un concreto $f'c=210$ kg/cm² en pavimentos rígidos urbanos, conocer el comportamiento frente a las pruebas de compresión, flexión y trabajabilidad.

La pregunta central de esta tesis es ¿cuál es la influencia con la adición de fibras de Polipropileno Reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $F'c=210$ kg/cm² en pavimentos rígidos? Estos en correspondencia a sus indicadores de adición de fibras d polipropileno reciclado al 0.05%, 0.10%,0.15% y 25% en relación con la resistencia de compresión y flexión. Tiene como hipótesis general; La adición de fibras de Polipropileno Reciclado tiene un impacto significativo en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $F'c=210$ kg/cm² en pavimentos rígidos.

Lo resultados alcanzados con respecto a la resistencia de compresión simple fue; para la muestra control su ruptura a una edad de 28 días resulto 210.51 kg/cm², para la muestra con adición de fibras de polipropileno reciclado al 0.05% logró una resistencia de 249.45 kg/cm², al 0.10%-256 kg/cm², 0.15%-264.41 kg/cm² y al 0.25% una resistencia de 272.14kg/cm².

En el ensayo de flexión se obtuvieron resultados para 0.00% un módulo de rotura R de 36.07 kg/cm², a una adición del 0.05% un R=37.45kg/cm², al 0.10% un R de38.14

45kg/cm², al 0.15% un R=39.06 45kg/cm² y con una adición de fibras de polipropileno del 0.25% se consiguió un R de 40.15 45kg/cm². Y como control final a la prueba del slump en el concreto fresco se obtuvieron los siguientes asentamientos; de la muestra control se obtuvo un slump de 8.90 cm, para la adición del 5% un 9.31 cm, 0.10% - 8.04 cm, 0.15% - 6.77 cm. Y para una adición al 0.25% se consiguió un slump de 3.95 cm.

La siguiente tesis se ha estructurado en (5) capítulos. El primero es el planteamiento del problema de estudio, que describe el contexto, los objetivos, la importancia, las delimitaciones y las hipótesis del problema. El marco teórico del tema se describe en el segundo capítulo, también se mencionan los antecedentes a nivel nacional e internacional y las bases teóricas relevantes. El capítulo tres aborda la metodología de investigación, la población, la muestra y los métodos e instrumentos utilizados para recopilar datos. Los resultados y el análisis se detallan en el capítulo cuatro. Finalmente, el capítulo 5 analiza la discusión de los resultados.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y Formulación del Problema.

“En el transcurso de la historia, la idea del refuerzo con materiales fibrosos se remonta al antiguo Egipto, cuando se introducían pajas en los bloques de arcilla, y con ellas se fabricaban ladrillos que los hacían más resistentes, de manera que cocidos al sol tuvieran una buena manejabilidad.” Milán (2013).

El armado del hormigón mediante la adición de fibras durante el proceso de amasado es un arte y una técnica consolidada desde hace décadas, se han realizado diversos estudios en el campo del hormigón estructural y sigue siendo objeto de numerosos investigadores. industria de construcción.

La abundancia y producción de materiales e insumos derivados de las fibras de polipropileno contaminan el medio ambiente en el que vivimos, es por ello que se ha propuesto el reciclaje de estas fibras de polipropileno para buscar mejorar algunas de sus propiedades mecánicas como rigidez, durabilidad, resistencia a la compresión y resistencia a la tracción del hormigón.

Es importante destacar que las fibras de polipropileno tienen algunas propiedades que las convierten en un aditivo ideal para lograr ciertas ventajas en la ingeniería, especialmente como complemento del hormigón. La fibra de polipropileno es un material compuesto que consta de fibras de polipropileno continuas o discontinuas ensambladas en una matriz plástica. El polipropileno se utiliza como refuerzo por las siguientes razones: muy buena relación costo-beneficio y versatilidad, compatibilidad con la mayoría de las tecnologías de procesamiento existentes y para diferentes aplicaciones en la industria de la construcción Delta (2021).

1.1.1 Problema General.

- ¿Cuál es la influencia de la adición de fibras de Polipropileno Reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Cusco 2022?

1.1.2 Problema Específico.

- ¿De qué manera influye la adición de fibras de Polipropileno Reciclado en la trabajabilidad del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Cusco 2022?

- ¿De qué manera influye la adición de fibras de Polipropileno Reciclado en la resistencia a compresión del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Cusco 2022?
- ¿De qué manera influye la adición de fibras de Polipropileno Reciclado en la resistencia a la flexión del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Cusco 2022?

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivo General.

- Analizar la influencia de la adición de fibras de Polipropileno Reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Cusco 2022.

1.2.2 Objetivo Específicos.

- Analizar la adición de fibras de Polipropileno Reciclado en la trabajabilidad del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Cusco 2022.
- Analizar la adición de fibras de Polipropileno Reciclado en la resistencia a la compresión del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Cusco 2022.
- Analizar la adición de fibras de Polipropileno Reciclado en la resistencia a la flexión del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Cusco 2022.

1.3 Justificación e Importancia.

1.3.1 Justificación social

Al incorporar fibras de polipropileno reciclado al concreto, se busca mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los pavimentos rígidos y promover la seguridad, la comodidad, la economía y una mejor protección del medio ambiente, ya que contribuye directamente al proceso de reutilización y el reciclaje de materiales. está hecho de fibras de polipropileno, además de permitir entender las aplicaciones y usos de dichas fibras de polipropileno.

1.3.2 Justificación teórica

Para pavimentos rígidos, agregar fibra de polipropileno reciclado al concreto mejorará la resistencia a compresión y flexión al mejorar significativamente la adherencia de los materiales del concreto.

Además, la fibra de polipropileno es un material con propiedades mecánicas que pueden lograr un buen equilibrio rigidez/rendimiento y, debido a sus propiedades químicas, tiene una excelente resistencia química a los solventes comunes y una buena estabilidad dimensional a altas temperaturas y transferencia de humedad.

1.3.3 Justificación metodológica

La adición de fibras de polipropileno reciclado al concreto para pavimentaciones rígidas aumentaría su resistencia, por lo que se utilizaron cuatro proporciones diferentes de fibras de polipropileno reciclado en esta investigación. Además, se examinaría el comportamiento de las fibras en estado fresco y endurecido.

1.3.4 Importancia

La investigación es crucial porque permitirá evaluar los efectos de la adherencia de fibras de polipropileno en un concreto rígido para pavimento, para lo que se realizaron ensayos para conocer las propiedades físico-mecánicas de especímenes de concreto como briquetas prismáticas y cilíndricas.

1.4 Delimitación del proyecto.

1.4.1 Delimitación espacial

La investigación actual se desarrolla en el distrito de Cusco, ubicado en el departamento de Cusco, al sureste del Perú. El objetivo de la experimentación fue evaluar los desafíos del uso de materiales hechos de polipropileno y cómo mejorar los pavimentos rígidos en áreas urbanas. La investigación se llevó a cabo en laboratorios específicos de la ciudad de Cusco.

1.4.2 Delimitación temporal

La investigación se desarrolló en el mes de mayo, junio, julio y agosto del año 2022.

1.4.3 Delimitación conceptual

La investigación actual analiza las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² en pavimentos rígidos con fibras de polipropileno reciclado, se utilizarán testigos de concreto cilíndrico y prismático para evaluar su resistencia y se realizarán ensayos de compresión simple y flexión a diferentes edades y dosis por porcentaje de fibras de polipropileno reciclado.

- Pavimentos rígidos
- Compresión Simple
- Ensayo a flexión
- Prueba del Revenimiento

1.5 Hipótesis y Variables.

1.5.1 Hipótesis

1.5.1.1 Hipótesis General.

- La adición de fibras de Polipropileno Reciclado influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $F'c=210$ kg/cm² en pavimentos rígidos, Cusco 2022.

1.5.1.2 Hipótesis Especifica.

- La adición de fibras de Polipropileno Reciclado influye significativamente en la trabajabilidad del concreto $F'c=210$ kg/cm² en pavimentos rígidos, Cusco 2022.
- La adición de fibras de Polipropileno Reciclado influye significativamente en la resistencia a compresión del concreto $F'c=210$ kg/cm² en pavimentos rígidos, Cusco 2022.
- La adición de fibras de Polipropileno Reciclado influye significativamente en la resistencia a la flexión del concreto $F'c=210$ kg/cm² en pavimentos rígidos, Cusco 2022.

1.5.2 Descripción de Variables.

1.5.2.1 VI: Fibras de Polipropileno Reciclado

Definición conceptual

Las industrias petroquímica y textil investigan y desarrollan fibras artificiales o naturales conocidas como fibras sintéticas. Las fibras sintéticas van desde el acrílico hasta el carbono, el nailon, el poliéster, el polietileno y el polipropileno. (ACI 544.1R-96, 2002)

Definición operacional

Las variables de las fibras de polipropileno que se utiliza mediante su dimensión de las dosis de fibras de polipropileno reciclado aplicadas al concreto.

1.5.2.2 V2: Propiedades físicas y mecánicas del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Definición conceptual

A una losa de hormigón se le denomina pavimento rígido, el cual se apoya sobre una capa de material formado denominada capa base (MONSALVE ESCOBAR, et al., 2012 p. 23). El hormigón tiene propiedades mecánicas, conocidas como capacidad de respuesta del elemento cuando se le aplican cargas y fuerzas, y propiedades físicas, que se presentan en su estado fresco, endurecido y plasticidad, absorción, procesabilidad, etc.

Definición operacional

Se elaborará muestras o especímenes de concreto para los ensayos de verificación de propiedades mecánicas como es la compresión (45 und) y flexión (15 und), Para los ensayos de verificación de Propiedades físicas un total de 15 muestras para el asentamiento (slump) de acuerdo con las normativas estipuladas.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del Problema.

2.1.1 Antecedentes Internacionales.

Según Velázquez (2017), establece el objetivo de comparar experimentalmente los resultados de las propiedades mecánicas del hormigón utilizando fibras de polipropileno reciclado y comercial. Realizan ensayos de compresión y flexión. Para ello, utilizando métodos cuantitativos y métodos de diseño experimental se obtuvo los siguientes resultados: Para la ruptura de un cilindro de 02 de concreto bajo tracción indirecta con fibras comerciales de polipropileno de 0.80 kg/m^3 logré alcanzar resistencias de 350 psi y 320 a los 28 días. psi, a partir de la ruptura de 02 cilindros, se adicionó 1 kg/m^3 de fibras de polipropileno comercial, resistencias de 360 y 350 psi, se sometió a ruptura de la misma forma a 02 cilindros de concreto, se agregaron 0.80 kg/m^3 de fibras de polipropileno reciclado, estos cilindros obtuvieron resistencias de 360 y 350 psi, de igual forma se adicionaron fibras de polipropileno reciclado, aplicadas a razón de 1 kg/m^3 , y se obtuvieron resistencias de 350 y 360 psi. De los resultados conseguidos concluyo que el uso de polipropileno reciclado reduce la resistencia a compresión axial y se evidencia en la región de compresión a flexión del concreto endurecido, pero se determinó en ensayos de concreto fresco que los resultados son muy similares y el material experimental no aumentar el peso unitario de hormigón.

Según Vásquez (2016), establece una meta para determinar el porcentaje de plástico reciclado que se implementará para mantener la resistencia del concreto. 3000 psi, para determinar el porcentaje máximo de plástico triturado a implementar en el concreto sin cambiar sus propiedades mecánicas y físicas, este es de fácil transporte, lugar y muy factible, para lo cual utilizo métodos cuantitativos para aplicar tipos y métodos de diseño experimental a lograr Se obtuvieron los siguientes resultados: de 07 muestras sometidas a pruebas de flexión con adición de 0% estándar, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% fibras de polipropileno, 30% y 28 días consecutivos de estas Las muestras dieron la siguientes resultados para el control estándar 170 psi cuando se somete a tensión de flexión, además de 5 % de fibras de polipropileno reciclado 710 psi, 10 %-580 psi, 15 %-560 psi, 20 %-490 psi, 25 %-350 psi , 30 -330 psi; de todos estos resultados obtenidos llegué a la conclusión de que el porcentaje máximo de plástico triturado implementado

en el concreto liviano no debe ser mayor al 10% sin que cambien sus propiedades mecánicas y físicas. La proporción óptima de plástico triturado para sustituir el agregado fino y el concreto liviano que sea permeable no debe ser superior al 20% al 30%, por lo que comentó que las tapas de plástico triturado se pueden usar como complemento del agregado liviano.

Según Mendoza et al., (2011), investigaron el efecto de la adhesión e incorporación de fibras cortas de polipropileno sobre las propiedades del hormigón ya en estado endurecido y fresco. La variable que manipularon y consideraron fue el tamaño máximo de agregado grueso y fino (contenido de arena y fibra). Produjeron 08 tipos de concreto y probaron el concreto fresco los días 7 y 28 para determinar la contracción, el contenido de aire, las unidades de masa y las grietas por contracción. En estado endurecido, resistencia a la compresión, módulo de elasticidad, relación de Poisson, resistencia a la tracción, rigidez, resistencia al impacto y contracción por secado. De los resultados: En estado fresco, encontraron que la prueba de asentamiento de la mezcla disminuyó al aumentar el contenido de fibra. En las mezclas que contenían 5 kg de fibras por metro cúbico de concreto en las muestras (M4 y M8), el revenimiento superó el rango aceptable establecido (100 ± 25 mm); para los ensayos en estado endurecido obtuvieron el concreto de ensayo en Compresión resistencia a los 7 días y 28 días, para mezclas de agregado grueso y arena andesítica de dimensión máxima de 9.5 y 19.0 mm, sus resultados fueron Agotamiento de fibras, tendencia bastante decreciente en resistencia eléctrica, módulo elástico, relación de Poisson, máxima deformación simple y relación E/f_c , tres muestras de ensayo obtenidas de sus pruebas de diferentes mezclas muestran que por la incorporación de fibras de polipropileno que dieron como resultado cambios en la rigidez del hormigón, se mantuvieron valores similares en hormigón con o sin fibras sintéticas de polipropileno. La deformación única máxima de los dos hormigones que estudiaron fue prácticamente la misma. Concluyeron que la presencia de fibras de polipropileno en el hormigón fresco cambia la consistencia de la mezcla y reduce la contracción plástica en el estado endurecido, aumenta la rigidez y la resistencia al impacto y reduce la contracción por secado y el agrietamiento.

Según Wang et al., (2022), desarrollaron un enfoque innovador para suprimir los desechos pandémicos mediante el uso de fibras trituradas de máscaras faciales (SFM) como aditivo para la mezcla asfáltica en caliente (HMA) para mejorar la resistencia a la falla de la formación del pavimento flexible y la propagación de surcos, una de las

principales molestias del pavimento asfáltico. Dado que SFM se comporta como un semilíquido entre 115,5 y 160 °C, en el rango de temperatura de mezcla y pavimentación de HMA, actúa como aglomerante para unir agregados. El SFM endurecido proporciona estabilidad y rigidez al HMA a medida que el pavimento se enfría a temperatura ambiente. De acuerdo con los resultados de este estudio, la mezcla modificada exhibió una excelente resistencia a la deformación permanente bajo el Analizador de Pavimento Asfáltico (APA) como resultado del aumento del contenido de SFM de 0% a 1.5%. A partir de los resultados de la prueba de ahuellamiento y el estudio del mecanismo de desgaste prematuro, la adición adecuada del modificador SFM puede mejorar el rendimiento a alta temperatura de HMA, que se puede utilizar para fortalecer las áreas de alta compresión y corte en la estructura del pavimento. El SFM endurecido proporciona estabilidad y rigidez al HMA a medida que el pavimento se enfría a temperatura ambiente. De acuerdo con los resultados de este estudio, la mezcla modificada exhibió una excelente resistencia a la deformación permanente bajo el Analizador de Pavimento Asfáltico (APA) como resultado del aumento del contenido de SFM de 0% a 1.5%. A partir de los resultados de la prueba de ahuellamiento y el estudio del mecanismo de desgaste prematuro, la adición adecuada del modificador SFM puede mejorar el rendimiento a alta temperatura de HMA, que se puede utilizar para fortalecer las áreas de alta compresión y corte en la estructura del pavimento. Llegaron a la conclusión de que la profundidad del surco disminuyó con el aumento del contenido de SFM, lo que podría atribuirse a que el SFM fundido actúa como un aglutinante de asfalto al unir los agregados. Las mezclas que contienen 0 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 %, 1,0 %, 1,25 % y 1,5 % de SFM en HMA cumplen los requisitos del tipo de mezcla S4.75A.

Según Navia et al., (2021), cuyo propósito fue evaluar la adición de fibras a productos de polipropileno. de las mezclas bituminosas tipo MD-12 de la refinería de Barrancabermeja se utilizó en mezclas bituminosas con residuos de enmascaramiento, y se realizaron pruebas de caracterización física sobre betunes base 60-70. Su método de investigación se fundamenta en experimentos, teniendo en cuenta los principios descubiertos en el método científico a través de pruebas de laboratorio, analizando las propiedades físicas de las mezclas asfálticas con la adición de modificadores y luego comparándolas con las propiedades físicas de las mezclas asfálticas convencionales. Concluyeron que para el proceso de modificación del betún y para determinar la

cantidad total de polipropileno en las fibras de enmascaramiento a incorporar como modificador, es necesario mantener el betún bajo agitación de cizalla, para el estiramiento y su resistencia a la luz. la ausencia de aglomeración se realizó cada hora hasta completar 3 horas, que es el tiempo necesario para obtener la plena incorporación de las fibras de polipropileno al asfalto modificado.

2.1.2 Antecedentes Nacionales.

Según Farfan et al., (2020), San Sebastián en el distrito 26 de octubre – Piura. 2020”, que tiene como objetivo determinar el uso de fibras de polipropileno como refuerzo y su impacto en el diseño de pavimentos rígidos, mediante su investigación aplicada, diseño lateral experimental, métodos cuantitativos, y su población son probetas. Cilíndricas, muestras de 24 especímenes de concreto, divididos en un diseño convencional y 3 diseños con distintas cantidades de fibras de polipropileno, al realizar los experimentos consiguieron los siguientes resultados: En la prueba de asentamiento con la adición de 0 gr de concreto fresco, el /m³ disminuyó 4 pulgadas. la muestra con 20 gr/m³ adicionados el asentamiento fue de 3.85". Slump, con 40 g/m³ adicionados el slump fue de 3.30". Para la fibra de polipropileno con 60 gr/m³ adicionados se obtuvo un asentamiento de 2.90". de igual manera agregar fibras de polipropileno de 0 gr/m³, 20 gr/m³, 40 gr/m³, 60 gr/m³ al testigo de F'c= 210 kg/cm², a su vez con una resistencia de 169 kg/m³ Resultados .cm², 182.36 kg/cm², 187.98 kg/cm² y 199.22 kg/cm² Se concluyó que distintas cantidades de 20, 40 y 60 gr/m³ incorporadas al concreto a partir de fibras de polipropileno redujeron el asentamiento en 4%, 17.5% y 27.5%, respectivamente, se relacionan con diseños sin fibras de polipropileno, sin embargo, estos datos son adecuados dentro del rango dado. Se analizó el efecto de la adición de fibras de polipropileno sobre una propiedad mecánica del hormigón como es la resistencia a la compresión. En 20, 40 y 60 gr /m³ de fibras de polipropileno se agregaron 21 días después de la fractura de las probetas para aumentar la resistencia a la compresión del concreto, se compararon los diseños con aquellos con distintas cantidades de fibra y se demostró que el concreto con mayor cantidad de fibra era el adecuado para el proceso constructivo.

Según Isidro (2017), San Sebastián en el distrito 26 de octubre – Piura. 2020”, que tiene como objetivo determinar el uso de fibras de polipropileno como refuerzo y su impacto

en el diseño de pavimentos rígidos, mediante su investigación aplicada, diseño lateral experimental, métodos cuantitativos, y su población son probetas. Cilíndricos, muestras de 24 especímenes de concreto, divididos en 1 diseño convencional y 3 diseños con diferentes cantidades de fibras de polipropileno, al realizar los experimentos obtuvieron los siguientes resultados: En la prueba de asentamiento con la adición de 0 gr de concreto fresco, el /m³ disminuyó 4 pulgadas. la muestra con 20 gr/m³ adicionados el asentamiento fue de 3.85". Slump, con 40 g/m³ adicionados el slump fue de 3.30". Para la fibra de polipropileno con 60 gr/m³ adicionados se obtuvo un asentamiento de 2.90". de igual manera agregar fibras de polipropileno de 0 gr/m³, 20 gr/m³, 40 gr/m³, 60 gr/m³ al testigo de F'c= 210 kg/cm², a su vez con una resistencia de 169 kg/m³ Resultados .cm², 182.36 kg/cm², 187.98 kg/cm² y 199.22 kg/cm² Se concluyó que diferentes cantidades de 20, 40 y 60 gr/m³ incorporadas al concreto a partir de fibras de polipropileno redujeron el asentamiento en 4%, 17.5% y 27.5%, respectivamente, se relacionan con diseños sin fibras de polipropileno, sin embargo, estos datos son adecuados dentro del rango dado. Se analizó el efecto de la adición de fibras de polipropileno sobre una propiedad mecánica del hormigón como es la resistencia a la compresión. En 20, 40 y 60 gr /m³ de fibras de polipropileno se agregaron 21 días después de la fractura de las probetas para aumentar la resistencia a la compresión del concreto, se hicieron comparaciones entre los diseños con diferentes cantidades de fibra y se descubrió que el concreto con la mayor cantidad de fibra era el más adecuado para el proceso de construcción utilizado.

Según Dávila (2021) tenían como objetivo evaluar cómo el uso de fibras de polipropileno recicladas de protectores faciales afecta sus propiedades mecánicas. Hormigón F'c=210 kg/cm². Donde se agregaron, se agregó polipropileno reciclado en porcentajes de 0.12%, 0.17%, 0.22% y 0.27% con respecto al volumen de concreto. Los métodos de investigación utilizados fueron aplicados, de diseño cuasi-experimental y métodos cuantitativos. Para el estudio, se utilizaron 90 muestras cilíndricas para evaluar la resistencia a la compresión y tracción indirecta los días 7, 14 y 28, así como 45 muestras prismáticas para evaluar la resistencia a la flexión los días 7, 14 y 28. Su estudio mostró que un diseño de hormigón con un 0,22 % de adición de fibra era ideal, logrando el mejor aumento en las propiedades mecánicas del hormigón f'c = 210 kg/cm², aumentando la resistencia a la compresión, la tracción indirecta y la flexión, respectivamente, en relación con el diseño del patrón en un 4,54 % . , 18,04% y 26,44%,

también concluyeron que el uso de fibras de polipropileno reciclado de mascarillas sí tuvo un gran efecto en las propiedades mecánicas del hormigón $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Se obtuvo la mejora más efectiva y significativa dosis óptima.

Según Durand (2021), tuvo como propósito determinar el porcentaje óptimo de fibras de polipropileno adicionado en una bolsa de arroz, y se evaluó la resistencia a la flexión del concreto de acuerdo a la NTO 339.078 y adiciones de aire de 0.1% y 0.2%. Aplicado, porque tiene un problema fijo y se basa en resultados, resuelve el problema de forma práctica y cuantitativa, porque utiliza la recolección de datos para probar hipótesis, con base en mediciones y análisis numéricos, se solidifican los resultados obtenidos. Las Muestras de 14 y 28 días fueron ensayadas a flexión con 0.1% de fibras de polipropileno reciclado, con una línea de tendencia más alta para el curado de 28 días, $M_r = 6.63 \text{ kg/cm}^2$, un aumento de 7.25% en relación al concreto con la adición de resistencia de polipropileno. resistencia de 0.2% de concreto convencional vs días de curado para fibras de polipropileno a los 3, 7, 14 y 28 días de curado, 0.2% de días de curado, con línea de tendencia superior para 28 días de curado, $M_r = 6.19 \text{ kg/cm}^2$, 0.20 % de incremento en relación a los días de curado respecto al hormigón convencional, y concluyó que las fibras de polipropileno son un material sintético con buenas propiedades físicas y químicas, y el 0,1 % de adición respecto al hormigón estándar proporciona una mayor resistencia a la flexión. Además, se concluyó que aumentó la resistencia a la flexión en un porcentaje de 0,1% en todas las edades examinadas en comparación con un porcentaje de 0,2% y el hormigón estándar. El porcentaje de aumento de resistencia del 0,2% con respecto al hormigón estándar fue despreciable y hubo una discrepancia estadísticamente significativa entre los grupos, como la adición de 0,1% frente al hormigón, la adición de 0,1% y 0,2% de fibras de polipropileno terminó con hormigón convencional. hormigón y adición No hay diferencia estadísticamente significativa entre el 0,2 % de fibras de polipropileno recicladas.

Según Chapañan et al., (2017), el propósito de su investigación es analizar el comportamiento del concreto hidráulico en el diseño de pavimento rígido mediante la adición de fibras de polipropileno, entender las fibras sintéticas disponibles, y la aplicación de fibras de polipropileno en el hormigón, realizar ensayos de acuerdo al Manual de Ensayo de Materiales, CE.010 Norma de Pavimentos Urbanos, y realizar comparaciones técnicas entre hormigón estándar y hormigón con fibras de

polipropileno. Este tipo de método de investigación es experimental, con resultados de compresión a los 7 días y 28 días; relación agua-cemento de 0.466; relación fibra/cemento de 0.1114%, sus 3 probetas obtuvieron un módulo de ruptura con un promedio de 44.56 kg/cm², con una desviación estándar de 0.55 y un módulo específico de ruptura de 43.82 kg/cm², concluyeron que, en promedio, todos los porcentajes obtenidos en los días 7 y 28 (recomendado por el fabricante 0%, 75 %, 100%, 115%, 125%) y propiedades de resistencia a la compresión con una desviación estándar promedio de 3,2 kg/cm², la más baja fue de 1,01 % y la más alta de 3,75 %. Se han considerado buenas restricciones de control sobre los testigos. Considere datos confiables/aceptables

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Polipropileno

El polipropileno (PP), un plástico estándar universal con propiedades muy equilibradas es un termoplástico semicristalino polimerizado a partir de propileno y representa un estereocatalizador específico. El polipropileno tiene innumerables usos por lo que se considera uno de los mejores productos termoplásticos del futuro. Un material totalmente reciclable, se quema limpio y su tecnología de producción tiene un impacto ambiental mínimo. (11).

2.2.1.1 Propiedades del polipropileno

Tabla 1. *Propiedades Eléctricas*

Propiedades Eléctricas	
PE Constante Dieléctrica @1MHz	2,2-2,6
PE Factor de Disipación a 1 MHz	0,0003 - 0,0005
PE Resistencia Dieléctrica (kV mm ⁻¹)	30-40
PE Resistividad Superficial (Ohm/sq)	1013
PE Resistividad de Volumen a ^C (Ohmcm)	10 ¹⁶ -10 ¹⁸

Fuente: (11)

Tabla 2. *Propiedades Físicas*

Propiedades Físicas	
PF Absorción de Agua - Equilibrio (%)	0,03
PF Densidad (g cm ⁻³)	0,9
PF Índice Refractivo	1,49

PF Índice de Oxígeno Límite (%)	18
PF Inflamabilidad	Combustible
PF Resistencia a los Ultra-violetas	Aceptable

Fuente: (11)

Tabla 3. *Propiedades Mecánicas*

Propiedades Mecánicas	
PM Alargamiento a la Rotura (%)	150-300. para bopp >50
PM Coeficiente de Fricción	0,1-0,3
PM Dureza - Rockwell	R80-100
PM Módulo de Tracción (GPa)	0,9-1,5. para bopp 2,2-4,2
PM Resistencia a la Abrasión ASTM D1044	13-16
PM Resistencia a la Tracción (MPa)	25-40. para bopp 130-300
PM Resistencia al Impacto Izod (J m ⁻¹)	20-100

Fuente: (11)

Tabla 4. *Propiedades Térmicas*

Propiedades Térmicas	
PT Calor Específico (J K ⁻¹ kg ⁻¹)	1700 - 1900
PT Coeficiente de Expansión Térmica (x10 ⁻⁶ K ⁻¹)	100-180
PT Conductividad Térmica a 23C (W m ⁻¹ K ⁻¹)	0,1-0,22
PT Temperatura Máxima de Utilización (°C)	90-120
PT Temperatura Mínima de Utilización (°C)	-10 a -60
PT Temp. de Deflexión en Caliente - 0.45MPa (°C)	100-105
PT Temp. de Deflexión en Caliente - 1.8MPa (°C)	60-65

Fuente: (11)

Tabla 5. *Propiedades Térmicas*

Resistencia Química	
RQ Ácidos - concentrados	Buena
RQ Ácidos - diluidos	Buena
RQ Alcalis	Buena
RQ Alcoholes	Buena
RQ Cetonas	Buena
RQ Grasas y Aceites	Aceptable
RQ Halógenos	Mala
RQ Hidrocarburos Aromáticos	Aceptable

Fuente: (11)

Tabla 6. *Propiedades de Película del polipropileno.*

Propiedad	Valor
P Alargamiento a la Rotura	% 50-1000
P Factor de Disipación @1 MHz	0,0003
P Permeabilidad al Agua @25C	x10 ⁻¹³ cm ³ . cm cm ⁻² s ⁻¹ Pa ⁻¹ 16
P Permeabilidad al CO2 @25C	x10 ⁻¹³ cm ³ . cm cm ⁻² s ⁻¹ Pa ⁻¹ 6 @ 30C
P Permeabilidad al H2 @25C	x10 ⁻¹³ cm ³ . cm cm ⁻² s ⁻¹ Pa ⁻¹ 31
P Permeabilidad al N2 @25C	x10 ⁻¹³ cm ³ . cm cm ⁻² s ⁻¹ Pa ⁻¹ 0,4 @ 33C
P Permeabilidad al O2 @25C	x10 ⁻¹³ cm ³ . cm cm ⁻² s ⁻¹ Pa ⁻¹ 1,7 @ 30C
P Resistencia Dieléctrica 25µm de grosor	kV mm ⁻¹ 200

P Resistencia al Desgarro Inicial	$\text{g } \mu\text{m}^{-1}$	18-27
P Temperatura de Sellado en Caliente	$^{\circ}\text{C}$	140-205

Fuente: (Mariano, 2011) (11)

2.2.1.2 Aplicaciones del polipropileno

La polidispersidad, la incorporación final de comonomeros, la longitud de la cadena (peso molecular) y otras características determinan la variedad de productos de polipropileno que se pueden obtener durante el proceso de fabricación. Las propiedades mecánicas del material y sus propiedades finales están determinadas por estas propiedades fundamentales. En realidad, estamos hablando de varios tipos de polipropileno o grados. Sin embargo, esta poliolefina se puede utilizar en una amplia gama de aplicaciones:

- Piezas de automóvil
- Barriles, contenedores, botellas, bolsas
- Muebles, artículos para el hogar
- Juguete
- Película de envasado de alimentos
- Fibras y Filamentos
- Bolsos y carteras
- Fibra
- Fondo de alfombra
- Máscaras quirúrgicas
- Gorro de quirófano
- Vestido desechable
- Pañales, toallas higiénicas, ropa

2.2.2 Concreto

El concreto es una combinación de cemento, agregados finos, agregados gruesos, agua y aditivos opcionales mezclados en proporciones apropiadas de acuerdo con el diseño de la mezcla para lograr ciertas propiedades, especialmente resistencia. El cemento y el agua reaccionan químicamente, uniendo partículas de agregado y formando un material

heterogéneo, a veces se agregan ciertas sustancias llamadas aditivos para mejorar o cambiar ciertas propiedades del concreto. (12 pág. 23)

2.2.3 Pavimento Rígido

En términos técnicos, es una losa de concreto colocada sobre una capa de material encofrado conocida como base o subbase. Esta capa de material es capaz de resistir cargas y esfuerzos de tracción significativos y funciona bien en áreas donde la subrasante es muy blanda o suave. (13)

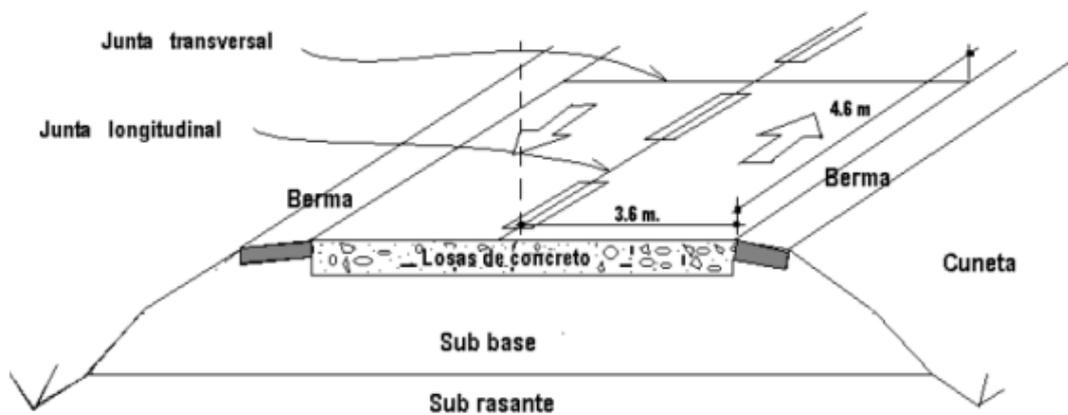


FIGURA 1. Estructura típica del pavimento rígido
Fuente: (13 pág. 23)

2.2.4 Método ACI-211

Sánchez de Guzmán (14) menciona que el método ACI-211 están comprendidos por varios métodos previos que básicamente consiste en la clasificación de los materiales agregados para su elaboración estos en cantidades adecuadas que garanticen las propiedades particulares; de acuerdo con ACI 211, la proporciones deben estar basados en los datos de caracterización de los ingredientes y deben incluir límites y ajustes.

- Diseñar la demarcación de $f'c$, teniendo en cuenta la desviación estándar de la estructura que se demarca $f'cr$.
- Determinar la sedimentación o trabajabilidad de la mezcla.
- Demarcación (tamaño nominal máximo del árido grueso).
- Contenido de aire atrapado estimado
- Determinar la cantidad de agua en la mezcla.

- Definición de la relación agua-cemento.
- Calcular la proporción de cemento por unidad de volumen de hormigón.
- Estimación preliminar de la cantidad agregada
- Ajuste de humedad para la humedad del agregado
- Ajustar y finalizar las cantidades de agregado y agua por unidad de volumen de concreto.
- Determinación de volumen por saco de cemento.

2.2.5 Propiedades en estado fresco del concreto.

Andalucía (15). Definición: El hormigón es maleable y tiene la capacidad de lograr la conformación, aunque esta propiedad tiene un período de tiempo, denominado "tiempo abierto", desde la producción del hormigón hasta el inicio del proceso de fraguado del cemento, que es un tiempo abierto variable, dependiendo de la tipo de cemento utilizado, la cantidad de agua, la temperatura, el uso de aditivos, etc.

2.2.5.1 Trabajabilidad.

La trabajabilidad es la calidad física del hormigón en una condición de nuevo comienzo que determina la facilidad con la que se puede manejar cuando se coloca, compacta y moldea American Concrete Institute (2007). Se debe prestar más atención a esta característica porque el diseño de la mezcla y el control de la cantidad de material durante la etapa de fabricación dependen de la homogeneidad, la reducción de la segregación y el desarrollo de la resistencia del hormigón. Para la prueba de conformidad "slump test", se realiza utilizando un instrumento llamado Abrams Cone, el equipo toma las normas ASTM y lo estandariza, midiendo esencialmente su capacidad de adaptarse a la forma de la plantilla, manteniéndola homogénea. El molde o equipo está hecho de barras de acero ahusadas y barras lisas de 5/8" para la compactación. El proceso general consiste en vaciar el concreto en un molde en tres capas, compactar cada capa con varillas, separar el molde terminado verticalmente y colocarlo al lado de la muestra. El tamaño de la sedimentación se mide como se muestra aquí y el proceso de prueba no debe durar más de dos minutos. (Abanto, 2009 pág. 47)

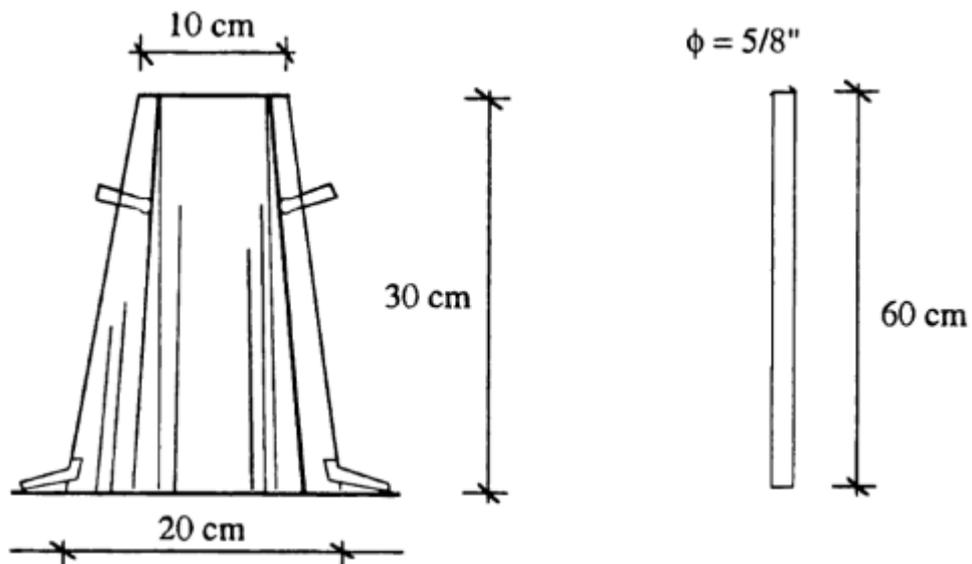


FIGURA 2. Cono de Abrams – instrumento para la medición de consistencia del concreto
 Fuente: Adaptado de (Abanto, 2009 pág. 48)

2.2.6 Propiedades en estado endurecido del concreto.

El aspecto del concreto endurecido se refiere, cuando la mezcla elaborada de un estado plástico y moldeable pasa a conseguir dureza en el proceso de fraguado y por ende el desarrollo de resistencias y consecuentemente con los días las resistencias desarrolladas o adquiridas del concreto serán mucho mayores.

2.2.6.1 Resistencia a la compresión del concreto

La capacidad de resistir una carga de aplastamiento aplicada a una unidad de área, expresada en esfuerzo, generalmente en kg/cm^2 u ocasionalmente en otras unidades de medida, y obtenida mediante un procedimiento de prueba de compresión.

En el Handbook of Materials Testing del MTC, se establece como objeto y fin que es definir el esfuerzo de compresión de la probeta o usualmente llamadas briquetas, el fin es conseguir resultados, y estos pueden ser utilizados como medio para comprobar la calidad. del concreto, principalmente es el material utilizado, el diseño de la mezcla realizada y, en el caso de los aditivos, una medida de su efectividad, el procedimiento se basa en la NTP 339.034 Especificación para el Concreto.

Esto se hace mediante el uso de una máquina de prueba, una máquina hidráulica que realiza la prueba a presión, teniendo en cuenta también el tipo de falla (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016 pp. 789,796)

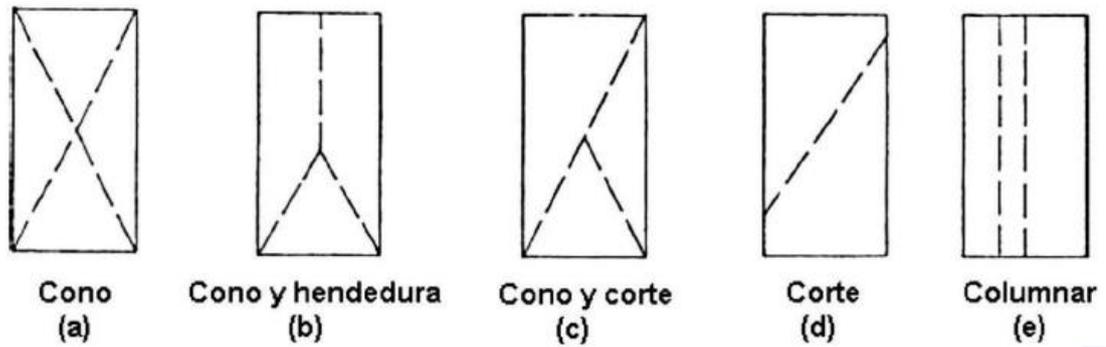


FIGURA 3. Tipos de falla o rotura que presenta una briqueta cilíndrica en la ejecución del ensayo de compresión.

Fuente: (MTC 2016, pág. 796)

2.2.6.2 Resistencia a la Flexión

Según García et al., (16) “Aplicado a la ingeniería de losas de carreteras, pistas de aeropuertos, se divide en vigas prismáticas de sección 15cm x 15cm y largo 50cm, fabricadas según norma NTP 339.078. El método que se utiliza para medir la resistencia a la flexión consiste en utilizar una probeta prismática o viga apoyada sobre dos rodillos, aplicando una carga a dos tercios de la ligera, o en algunos casos a la mitad, y los resultados obtenidos dependen del método que usó”.

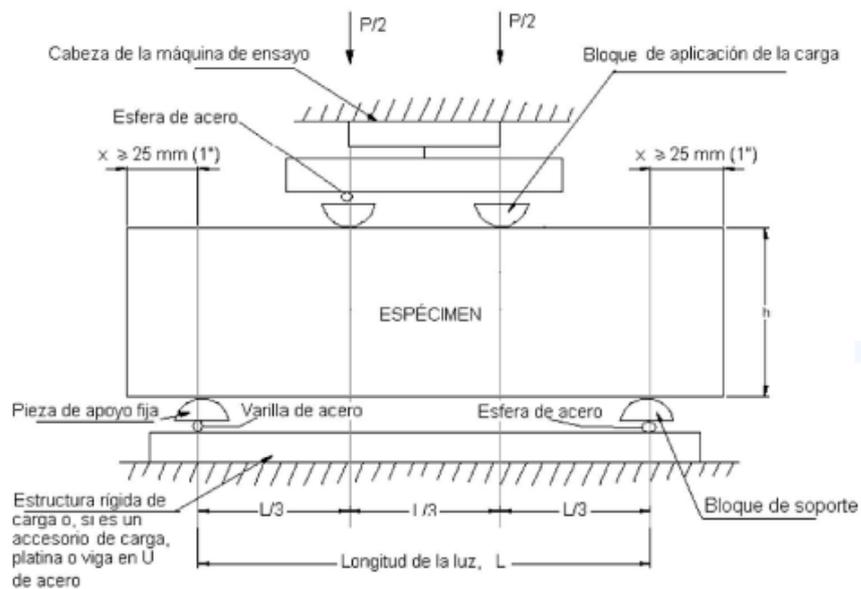


FIGURA 4. Esquema del ensayo de flexión de la muestra prismática (viga simple) cargada en los dos tercios

Fuente: (17 pág. 824)

2.2.6.3 Economía circular y reciclado de materiales

La economía circular de producción y consumo es un modelo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, restaurar y reutilizar materiales y productos existentes para añadir el mayor valor posible. Esto extiende el ciclo de vida del producto.

En la práctica, esto significa, por ejemplo, reducir el desperdicio. Cuando un producto llega al final de su vida útil, sus materiales seguirán siendo lo más económicos posibles. Se pueden utilizar eficazmente una y otra vez, creando valor añadido. La transición a una economía circular no se limita a adaptaciones que reduzcan el impacto negativo de la economía circular, sino que también refleja cambios sistémicos. Genera resiliencia a largo plazo, crea oportunidades económicas y comerciales y ofrece beneficios ambientales y sociales (Europa, 2016).

La producción acumulada de material de fibra de polipropileno como parte de artículos para el hogar y otros materiales se lleva a cabo de forma selectiva. En comparación con otros plásticos, el polipropileno se recicla en cantidades muy pequeñas de la recolección selectiva debido a su volumen muy pequeño en artículos para el hogar. Por tanto, las mayores aportaciones de estos productos proceden de la industria textil, del automóvil, de la restauración, etc.

Los métodos más comunes de reciclaje de polipropileno son la extrusión y la inyección, el reciclaje mecánico, es importante señalar que el material plástico no se puede reciclar indefinidamente porque los gránulos resultantes son de menor calidad. Se seleccionará la valorización energética cuando el material ya esté muy degradado. Una vez reciclado, el polipropileno se usa para una variedad de propósitos, tales como:

- Suministros de oficina
- Macetas y materiales de jardinería
- Bolsa
- Productos para la industria automotriz
- Tapicería: por hilado de fibras e hilos continuos.
- Mobiliario urbano

La industria automotriz es la industria con mayores oportunidades para reciclar el polipropileno, ya que los automóviles se fabrican con grandes cantidades de este material, y si se reciclan estas partes, se pueden triturar y reciclar para obtener nuevos productos para la misma industria. La mayor desventaja del reciclaje es que es difícil

separar el polipropileno de otros materiales, por lo que los talleres y recolectores tienen que trabajar más para lograrlo.

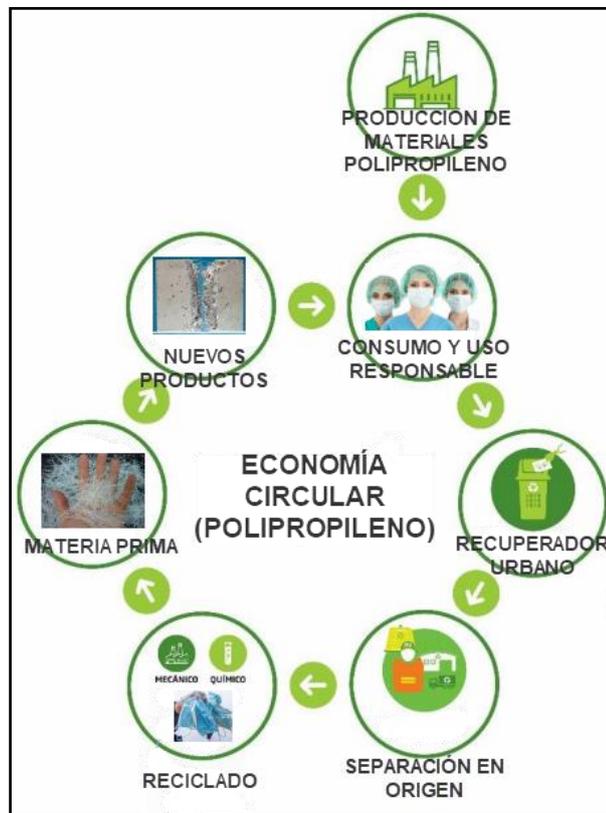


FIGURA 5. Economía circular del reciclado de materiales de fibra de polipropileno.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Método, tipo, alcance de la Investigación.

3.1.1 Enfoque de la Investigación.

Este estudio incluye la recopilación de datos para probar las hipótesis propuestas en el análisis de medidas numéricas y el análisis estadístico y, como tal, tiene un enfoque cuantitativo.

3.1.2 Tipo de Investigación.

Dado que se utilizarán los avances de la investigación básica, esta investigación tendrá un propósito de tipo investigación aplicada, es decir, el marco teórico que proporciona.

3.1.3 Nivel de Investigación.

La presente investigación es de nivel **explicativo causal**, ya que intentará demostrar relaciones causales agregando fibras de polipropileno recicladas a las mezclas de concreto y examinando los efectos sobre las propiedades mecánicas y físicas del concreto de resistencia de $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos.

3.1.4 Diseño de Investigación.

El diseño es **experimental**, porque implica la manipulación de al menos una variable para observar el impacto en la variable dependiente. En resumen, se dice que es experimental porque se manipula una variable y la muestra no es aleatoria. (Hernández et al., 2014)

3.1.5 Población y Muestra.

3.1.5.1 Población.

La población es el conjunto de los casos que va en concordancia con las especificaciones, por lo cual la población está dada por los Testigos de Concreto (producción de concreto). Para la construcción de pavimentos rígidos de $f'c= 210\text{kg./cm}^2$.

3.1.5.2 Muestra.

(Hernandez et al., 2014) nos dice que una encuesta, una muestra es el conjunto de poblaciones de las cuales se recogerán los datos apropiados y debe ser representativa para sistematizar los hallazgos encontrados, en cuyo caso la muestra será igual a la población y estará compuesta por cuerpos cilíndricos. y hormigón prismático Composición de la muestra con fibras de polipropileno reciclado añadidas.

3.1.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.1.6.1 Técnica de Recolección de Datos

- Observación Directa

Radica en el proceso de percibir teorías e hipótesis específicas, utilizando métodos, técnicas e instrumentos apropiados y precisos para recopilar información empírica del fenómeno en estudio (Ortiz, 2003).

3.1.6.2 Instrumentos de Recolección de Datos

Según (Hernández et al., 2014), “existen múltiples instrumentos para identificar y clasificar toda clase de variables y en ciertos casos puedes utilizar varias técnicas para la recolección de los datos”. Se utilizó como instrumentos de recolección de datos como:

- Fichas de trabajo / observación / Formatos de control.

Tabla 7. *Formato de control para el ensayo de compresión*

Ensayo	Edad (días)	Dosis fibra (%)	Q (kg)	F'c (kg/cm ²)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. *Formato de control para el ensayo de flexo - compresión*

Ensayo	Edad (días)	Dosis fibra (%)	Q (kg)	Módulo de rotura (kg/cm ²)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. *Formato de control para verificación del asentamiento*

Ensayo	Dosis fibra (%)	Slump (cm)	Promedio

Fuente: Elaboración propia

3.1.7 Validez

Según (Hernández et al., 2014) “definen la validez como el grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir”. La validez es crucial para medir fenómenos subjetivos en las ciencias sociales y en la ingeniería, especialmente en la ingeniería civil. Los resultados de los ensayos y los experimentos deben ser validados por ingenieros civiles colegiados y habilitados. Como resultado, no se requiere un análisis de validez de los instrumentos.

Tabla 10. *Tabla Rangos de validez*

Rango de validez	Interpretación
0.81 – 1.00	Muy alta
0.61 – 0.80	Alta
0.41 – 0.60	Medio
0.21 – 0.40	Baja
0.00 – 0.20	Muy baja

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. *Tabla de validez según expertos*

Nº	Grado Académico	Nombres y Apellidos	CIP	Validez
1	Ing. Civil	Martin Hernán Salas de la Torre	174021	0.89
2	Ing. Civil	Edward Ramos Carreño	233544	0.87
3	Ing. Civil	Efraín Alvizuri Cuentas	122225	0.88

Fuente: Elaboración propia

3.1.8 Confiabilidad

Tabla 12. *Tabla Rangos de confiabilidad*

Rango de confiabilidad	Interpretación
0.81 – 1.00	Muy alta
0.61 – 0.80	Alta
0.41 – 0.60	Medio
0.21 – 0.40	Baja
0.00 – 0.20	Muy baja

Fuente: Elaboración propia

3.2 Materiales y Métodos (aplicación de la ingeniería)

3.3 Métodos de análisis de Datos

El método de análisis de datos es la estadística descriptiva básica, mediante la comparación de medias.

3.4 Aspectos éticos

Manifestamos la responsabilidad y compromiso formal en la presente investigación, por lo cual declaramos que se ha desarrollado esta indagación con la veracidad del caso desde la fase inicial hasta la fase final de la obtención de resultados seguidamente se considera:

- Derecho de los autores, intuye de la pertenencia intelectual del cual tiene un objetivo de dar solución a una serie de problemas de intereses propio en el ámbito de la ingeniería. Afecto a ello, se pone en conocimiento que este estudio de indagación es propio en su desarrollo y elaboración de quienes los suscriben.
- Similitudes, se refiere a los parecidos con otras investigaciones de estudio que se hayan llevado a cabo, aunque no sean idénticas, ya que el objetivo planteado y la solución de problemas están basados en las expectativas de los investigadores en este caso.
- Calibración de equipos, comprende de la comprobación del patrón o instrumento para una confiabilidad de resultados, cuyo fin es corroborar si los valores obtenidos se encuentran dentro de los parámetros y márgenes para la actividad a efectuar. En este entender se afirma que los procedimientos con equipos de ensayos son eficientes y certeros de las cuales tienen un soporte técnico profesional especializado y capacitado.

3.4.1 Procedimiento y Materiales empleados.

El procedimiento realizado constó de varias fases, las cuales se realizaron con referencia a las normas técnicas peruanas y ASTM para la valoración de las propiedades físicas-mecánicas del concreto, indicando las diferentes etapas del procedimiento.

Etapa 1: Obtención de fibras de polipropileno recicladas.

Se realizó depósitos de cajas de cartón para la recolección de mascarillas quirúrgicas usadas de los ciudadanos del distrito de Cusco estas ubicadas estratégicamente en las calles más concurridas de la ciudad.

Obtención de las gorras y batas desechables de polipropileno usadas de los diferentes centros de salud de la ciudad del Cusco.

Etapa 2: Desinfección de las mascarillas recicladas.

Ya obtenido las mascarillas quirúrgicas, gorras y batas desechables de material polipropileno se procedió a la desinfección de estos introduciendo en una mezcla de lejía y agua en proporciones por 20ml de lejía por 980 ml de agua, dejándola sumergidas media hora y después se procedió a enjuagarlas con agua y jabón para eliminar los restos de lejía, una vez realizado la desinfección se procedió a extenderlo para el secado.

Etapa 3: Clasificación y triturado de las mascarillas quirúrgicas.

En este caso, se optó sacar las ligas de las gorras de polipropileno, de las batas desechables y de la mascarilla quirúrgica como también la tira nasal metálica moldeable, ya clasificada las mascarillas quirúrgicas, KN95 y la diseño coreanas se realizó el triturado de estas contándolas en hilachas de 1mm x 19mm.

Etapa 4: Adquisición de materiales (agregados).

Se realizó la compra de materiales como es el agregado fino y agregado grueso y cemento de tiendas reconocidas en la venta de materiales de construcción, dichos materiales son procedentes de canteras reconocidas y garantizadas de la ciudad del Cusco como es la cantera Cordova- Huambutio.

Etapa 5: Ensayos previos de laboratorio.

Teniendo ya los materiales a utilizar para la experimentación, se procedió a realizar el diseño de mezclas para una dosificación de 210 kg/cm², estos antes sometiéndolos a ensayos previos de granulometría, humedad, absorción, peso específico, peso unitario, gravedad específica según normativa.

Etapa 6: Elaboración de Muestras de probetas cilíndricas, prismáticas y control de slump.

Ya con los resultados obtenidos del diseño de mezclas, se procedió a realizar las briquetas de concreto con la adición de fibras de polipropileno reciclado proveniente de las mascarillas quirúrgicas, gorras y batas desechables. Se realizaron testigos cilíndricos de concreto con una adición patrón del 0.0%, al

0.05%, 0.10%, 0.15%, 0.20%, 0.25% en relación del peso y volumen según el resultado del diseño de mezclas para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Así mismo, se realizaron briquetas prismáticas de concreto con las adiciones de fibras de polipropileno reciclado en porcentajes, 0%, 0.10%, 0.15%, 0.20%, 0.25% para someterlos al ensayo de flexión.

Realizadas todas las briquetas o testigos de concreto se colocó en agua para su curado.

En cada briqueta realizada se realizó el control de slump según las fibras adheridas en estas.

Etapas 7: Ensayos de rotura de testigos.

Se realizó las rupturas a compresión y flexión según edades de curado y con las adiciones de los diferentes porcentajes de fibras de polipropileno reciclado, la ruptura se realizó a los 7,14 y 28 días de curados de los especímenes de concreto realizados.

Etapas 8: Trabajo de gabinete y procesamiento de datos.

Después de completar los trabajos de laboratorio y los resultados de cada experimento, se llevó a cabo el procesamiento de información en el gabinete. Durante este proceso, se realizaron cálculos e interpretaciones de los resultados para confirmar la hipótesis planteada.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El procedimiento para la obtención de los resultados se basa en la normativa correspondiente para la fabricación de testigos de hormigón con una resistencia de $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$. Estos, luego de ser fabricados con diferentes cantidades de fibras de polipropileno, fueron sometidos a ensayos de compresión en flexión y trabajabilidad a los 07 días, 14 días y 28 días para controlar el asentamiento de las probetas de concreto fabricado. Se realizaron muestras con diferentes porcentajes de adiciones de fibra de polipropileno reciclado, con 0% de adición como muestra patrón y otras adiciones variando entre 0.05%, 0.10%, 0.15% y 25%, de forma que nos permitió hallar el porcentaje óptimo de Propiedades del hormigón, que pueden mejorar beneficiosamente las propiedades físicas y mecánicas del hormigón. Los procedimientos de refinamiento y ensayos se realizan en el “Laboratorio de Ingeniería de Suelos y Concretos Cusco ASET” ubicado en el distrito de San Sebastián de la región Cusco.

4.1 Desarrollo del procedimiento.

4.1.1 Etapa 1: Obtención de fibras de polipropileno recicladas.

Consta, básicamente, de la recolección de mascarillas recicladas realizadas en la ciudad del cusco esto en un tacho basurero colocadas estratégicamente donde incurren varias personas así mismo recolectaron gorras y batas desechables de polipropileno usadas en los puestos de salud de la ciudad en mención.



FIGURA 6. Obtención de fibras de polipropileno reciclado
Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Etapa 2: Desinfección de las mascarillas recicladas.

Consta, básicamente, en el proceso de desinfección de las mascarillas, gorras y batas de material polipropileno recicladas donde estas se sometieron al remojado en un recipiente de goma con lejía por 30 minutos. Estas en proporciones por 20ml de lejía por 980 ml de agua.



FIGURA 7. Desinfección de mascarillas recicladas

Fuente: Elaboración propia



FIGURA 8. Secado de mascarillas recicladas

Fuente: Elaboración propia



FIGURA 9. Secado de gorras y batas recicladas
Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Etapa 3: Clasificación y triturado de las mascarillas quirúrgicas.

Realizadas las actividades de las etapas 1 y 2, se procedió a realizar la exclusión de elementos que no contienen fibras de polipropileno como las ligas, clips nasales y otros, la trituración de esta fibra reciclada de polipropileno se efectuó en hilachas de tamaños de 1mm x 19mm.



FIGURA 10. Triturado de fibras de polipropileno reciclados
Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Etapa 4: Adquisición de materiales (agregados).

Se adquirieron estos materiales e insumos de la zona comercial de venta de materiales de construcción del cuarto paradero de la avenida la Cultura de la ciudad del Cusco

donde estas tiendas venden materiales agregados, selectos y provenientes de canteras certificadas y recomendadas, las cuales se obtuvieron en las siguientes marcas y canteras.

- Cemento: Tipo IP CEMENTO YURA, de fraguado normal.
- Agregado Grueso (Piedra Chancada 1/2''): expendido desde la cantera Cordova-Huambutio.
- Agregado Fino (arena): expendido desde la cantera Cordova-Huambutio.

4.1.5 Etapa 5: Ensayos previos de laboratorio.

Conciérne una evaluación preliminar de las propiedades físicas de los agregados para el diseño de mezclas utilizando el método comité ACI 211.

Caracterización de los agregados (NTP - 339.128 - ASTM - D4318)

- Contenido de humedad MTC E 108 - ASTM-D2216
- Peso Unitario Suelto MTC E 203 - NTP 400.017
- Peso unitario compactado MTC E 203 - NTP 400.017
- Peso específico y absorción Agregado Fino MTC E 205 - NTP 400.022
- Peso específico y absorción Agregado Grueso MTC E 206 - NTP 400.02
- Granulometría MTC E 204 - NTP 400.012
- Diseño de mezcla Comité ACI 211

Tabla 13. Dosificación en peso por m³.

Material	por 1000 gramos de cemento		por bolsa de cemento		por metro cubico de C°	
	Cantidad	Und	Cantidad	Und	Cantidad	Und
Cemento	1000.00	gr	42.50	kg	394.55	kg
Agregado Fino	1556.20	gr	66.14	kg	614.00	kg
Agregado Grueso	2831.07	gr	120.32	kg	1117.00	kg
Agua	446.08	gr	18.96	lts	176.00	lts
0.05% fibras de polipropileno	2.92	gr	0.12	kg	1.15	kg
0.10% fibras de polipropileno	5.83	gr	0.25	kg	2.30	kg
0.15% fibras de polipropileno	8.75	gr	0.37	kg	3.45	kg
0.25% fibras de polipropileno	14.58	gr	0.62	kg	5.75	kg

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. *Dosificación en Volumen por m³.*

Material	Cantidad	Und	Vol. Por m ³ de C ^o	
			Cantidad	Und
Cemento	394.55	kg	9.28	bls
Agregado Fino	614.00	kg	0.35	m ³
Agregado Grueso	1117.00	kg	0.76	m ³
Agua	176.00	lts	176.00	lts
0.05% fibras de polipropileno			1.15	kg
0.10% fibras de polipropileno			2.30	kg
0.15% fibras de polipropileno			3.45	kg
0.25% fibras de polipropileno			5.75	kg

Fuente: Elaboración propia

4.1.6 Etapa 6: Elaboración de Muestras de probetas cilíndricas, prismáticas y control de slump.

En base a los resultados del diseño de mezclas se procedió a realizar los testigos de concreto con la cantidad de fibras de polipropileno reciclado calculadas en relación a peso y volumen del diseño; 0.00% (patrón), 0.05%, 0.10%, 0.15% y 0.25%.



FIGURA 11. Elaboración de testigos de concreto

Fuente: Elaboración propia



FIGURA 12. Muestras de testigos de concreto

Fuente: Elaboración propia

4.1.7 Etapa 7: Ensayos de ruptura de testigos.

Consta de las rupturas en laboratorio con las maquinarias calibradas de compresión y flexión.



FIGURA 13. Ruptura de testigos cilíndricos
Fuente: Elaboración propia



FIGURA 14. Ruptura de testigos Prismáticos
Fuente: Elaboración propia

4.1.8 Etapa 8: Trabajo de gabinete y procesamiento de datos.

Con todos los datos obtenidos de la investigación, se procedió a realizar las tablas, gráficos e interpretaciones de resultados.



FIGURA 15. Trabajos de Gabinete
Fuente: Elaboración propia

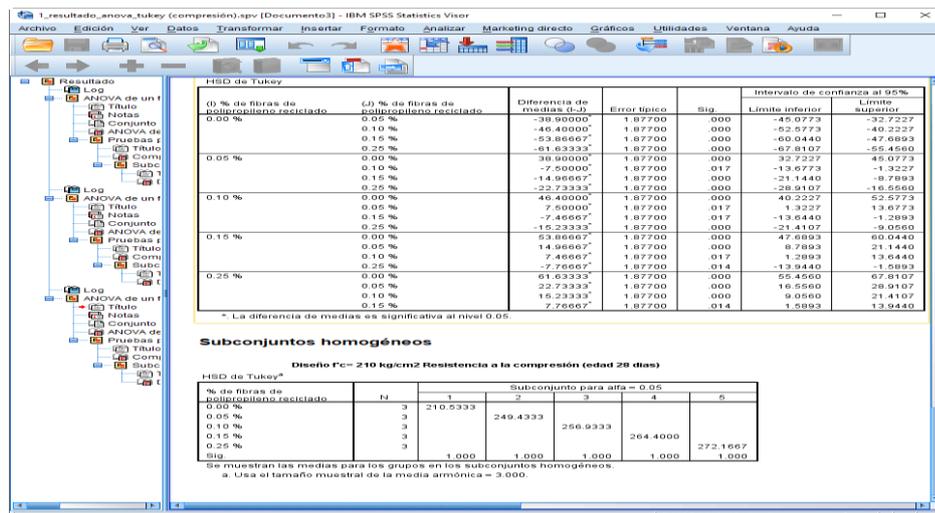


FIGURA 16. Trabajos de Gabinete análisis estadístico
Fuente: Elaboración propia

4.2 Presentación de resultados.

Tabla 15. Dosificación del concreto según volumen del molde cilíndrico.

Dosificación para una probeta cilíndrica de vol. = 0.0017 m ³						
Nº	% de fibra de pp reciclado	Cemento (g)	Agregado Fino (g)	Agregado grueso (g)	Agua (g)	Fibra (g)
1	0.00%	671	1044	1899	299	0.00
2	0.05%	671	1044	1899	299	1.96
3	0.10%	671	1044	1899	299	3.91
4	0.15%	671	1044	1899	299	5.87
5	0.25%	671	1044	1899	299	9.78

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. *Dosificación del concreto según volumen del molde prismático.*

Dosificación para una probeta prismática de vol. = 0.0035 m³						
Nº	% de fibra de pp reciclado	Cemento (g)	Agregado Fino (g)	Agregado grueso (g)	Agua (g)	Fibra (g)
1	0.00%	1391	2164	3937	620	0.00
2	0.05%	1391	2164	3937	620	4.06
3	0.10%	1391	2164	3937	620	8.11
4	0.15%	1391	2164	3937	620	12.17
5	0.25%	1391	2164	3937	620	20.28

Fuente: Elaboración propia

Se efectuó del diseño de mezclas de un concreto de 210 kg/cm² para pavimentos rígidos de las cuales se obtuvo las siguientes dosificaciones como se aprecia en la tabla 15 y tabla 16, con estos resultados de las cantidades requeridas en cemento, agregado fino, agregado grueso, agua y fibras de polipropileno reciclado se procedió a elaborar los testigos de concreto cilíndricos para el ensayo de compresión simple, testigos prismáticos de concreto para el ensayo de flexión y a estas muestras de concreto en estado fresco se realizó el control de la prueba del Slump según se adiciona las fibras de polipropileno reciclado.

4.2.1 Resumen de resultados del ensayo de Slump con adición de fibras de polipropileno reciclado.

Tabla 17. *Resultados – de la prueba de Slump con (0.00% patrón).*

Muestra (patrón 0.00% de adición)	Slump de diseño (pulg.)	Slump obtenido(pulg.)	Slump obtenido(cm.)	% Variación según Slump de diseño de 3 1/2"
1	3 1/2	3 1/2	8.90	0.11%
2	3 1/2	3 1/2	9.00	1.22%
3	3 1/2	3 1/2	8.80	-1.02%
Asentamiento promedio		3 1/2	8.90	0.10%

Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos de tres muestras al 0.00% (patrón), se obtiene resultados similares al slump de diseño de 3 1/2", estos debido al control de las cantidades de materiales del diseño de mezclas donde se tuvo variaciones porcentuales al diseño del -1.02%, 0.11% y un 1.22%.

Tabla 18. Resultados – de la prueba de Slump con (0.05% de adición).

Muestra (patrón 0.05% de adición)	Slump de diseño (pulg.)	Slump obtenido(pulg.)	Slump obtenido(cm.)	% Variación según Slump de diseño de 3 1/2"
1	3 1/2	3 1/2	8.89	0.00%
2	3 1/2	3 1/2	8.89	0.00%
3	3 1/2	4	10.16	12.50%
Asentamiento promedio		3 2/3	9.31	4.17%

Fuente: Elaboración propia

De tres muestras con una adición al 5% tal como se aprecia en la tabla 18, se obtuvieron asentamientos de la prueba de slump de 8.89 cm. y 10.16 cm. Que vendrían a tener un equivalente a 3 1/2 pulg. y 4 pulg.

De la cuales la tercera muestra llego alcanzar un slump de 4 pulg. Que vendría a tener una variación porcentual del 12.50% del slump de diseño.

Tabla 19. Resultados – de la prueba de Slump con (0.10% de adición).

Muestra (patrón 0.10% de adición)	Slump de diseño (pulg.)	Slump obtenido(pulg.)	Slump obtenido(cm.)	% Variación según Slump de diseño de 3 1/2"
1	3 1/2	3 1/2	8.89	0.00%
2	3 1/2	3	7.62	-16.67%
3	3 1/2	3	7.62	-16.67%
Asentamiento promedio		3 1/6	8.04	-11.11%

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 19 evaluar el control de asentamiento con un 0.10% de adición de fibras de polipropileno se obtuvo un asentamiento promedio de 3 1/6 pulg. equivalente a 8.04 cm y una decreciente trabajabilidad del -11.11% del Slump de diseño.

Tabla 20. Resultados – de la prueba de Slump con (0.15% de adición).

Muestra (patrón 0.15% de adición)	Slump de diseño (pulg.)	Slump obtenido(pulg.)	Slump obtenido(cm.)	% Variación según Slump de diseño de 3 1/2"
1	3 1/2	2 1/2	6.35	-40.00%
2	3 1/2	2 1/2	6.35	-40.00%
3	3 1/2	3	7.62	-16.67%
Asentamiento promedio		2 2/3	6.77	-32.22%

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 20 evaluar el control de asentamiento con un 0.15% de adición de fibras de polipropileno se obtuvo un asentamiento promedio de 2 2/3 pulg. equivalente a 6.77 cm y una decreciente trabajabilidad del -32.22% del Slump de diseño.

Tabla 21. Resultados – de la prueba de Slump con (0.25% de adición).

Muestra (patrón 0.25% de adición)	Slump de diseño (pulg.)	Slump obtenido(pulg.)	Slump obtenido(cm.)	% Variación según Slump de diseño de 3 1/2"
1	3 1/2	1 7/9	4.50	-97.56%
2	3 1/2	1 1/2	3.81	-133.33%
3	3 1/2	1 2/5	3.54	-151.13%
Asentamiento promedio		1 5/9	3.95	-127.34%

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 21 evaluar el control de asentamiento con un 0.25% de adición de fibras de polipropileno se obtuvo un asentamiento promedio de 2 5/9 pulg. equivalente a 3.95 cm y una decreciente trabajabilidad del -127.34% del Slump de diseño.

Por tales resultados no es trabajable a este porcentaje de adición ya que pierde su consistencia el concreto.

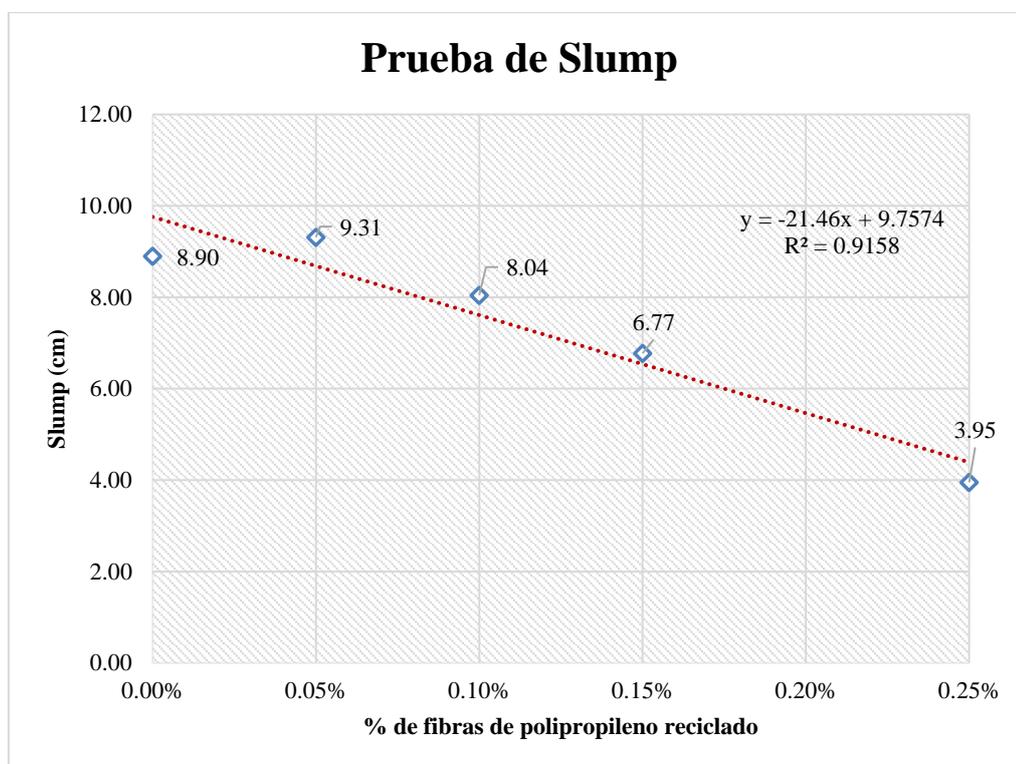


FIGURA 17. Prueba de Slump Promedio

Fuente: Elaboración propia

Con todos los promedios del control del slump realizados a diferentes dosis de fibras de polipropileno reciclado se visualiza en la figura 17 el descendiente valor de trabajabilidad cuanto más se adiciona fibras de polipropileno las cuales conllevan a la perdida de trabajabilidad y consistencia del concreto en estado fresco.

4.2.2 Resume de resultados del ensayo de compresión.

Tabla 22. Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.00% patrón) a los 7 días.

Muestra (patrón 0.00% de adición)	Edad (días)	Diseño f ^c (kg/cm ²)	Dial Q (kg)	Área (cm ²)	f ^c ensayo (kg/cm ²)	f ^c ensayo (%)
1	7	210	11610.00	81.10	143.20	68.19%
2	7	210	11670.00	80.95	143.94	68.54%
3	7	210	11600.00	81.05	143.08	68.13%
Resistencia f^c promedio					143.41	68.29%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.05% de adición) a los 7 días.

Muestra (patrón 0.05% de adición)	Edad (días)	Diseño f ^c (kg/cm ²)	Dial Q (kg)	Área (cm ²)	f ^c ensayo (kg/cm ²)	f ^c ensayo (%)
1	7	210	11970.00	81.05	147.64	70.31%
2	7	210	12040.00	81.10	148.51	70.72%
3	7	210	11960.00	81.15	147.52	70.25%
Resistencia f^c promedio					147.89	70.42%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.10% de adición) a los 7 días.

Muestra (patrón 0.10% de adición)	Edad (días)	Diseño f ^c (kg/cm ²)	Dial Q (kg)	Área (cm ²)	f ^c ensayo (kg/cm ²)	f ^c ensayo (%)
1	7	210	12330.00	81.00	152.08	72.42%
2	7	210	16260.00	81.05	152.95	72.83%
3	7	210	16850.00	81.05	151.96	72.36%
Resistencia f^c promedio					152.00	72.54%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.15% de adición) a los 7 días.

Muestra (patrón 0.15% de adición)	Edad (días)	Diseño f'c (kg/cm ²)	Dial Q (kg)	Área (cm ²)	f'c ensayo (kg/cm ²)	f'c ensayo (%)
1	7	210	12690.00	80.90	156.53	74.54%
2	7	210	12760.00	80.90	157.39	74.95%
3	7	210	12680.00	81.10	156.40	74.48%
Resistencia f'c promedio					156.77	74.65%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.25% de adición) a los 7 días.

Muestra (patrón 0.25% de adición)	Edad (días)	Diseño f'c (kg/cm ²)	Dial Q (kg)	Área (cm ²)	f'c ensayo (kg/cm ²)	f'c ensayo (%)
1	7	210	13070.00	81.10	161.21	76.77%
2	7	210	13130.00	81.05	161.95	77.12%
3	7	210	13050.00	81.15	160.97	76.65%
Resistencia f'c promedio					161.38	76.85%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0% patrón) a los 14 días.

Muestra (patrón 0.00% de adición)	Edad (días)	Diseño f'c (kg/cm ²)	Dial Q (kg)	Área (cm ²)	f'c ensayo (kg/cm ²)	f'c ensayo (%)
1	14	210	16340.00	81.05	201.55	95.97%
2	14	210	16320.00	81.05	201.30	95.86%
3	14	210	16260.00	81.05	200.56	95.50%
Resistencia f'c promedio					201.14	95.78%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.05% de adición) a los 14 días.

Muestra (patrón 0.05% de adición)	Edad (días)	Diseño f'c (kg/cm ²)	Dial Q (kg)	Área (cm ²)	f'c ensayo (kg/cm ²)	f'c ensayo (%)
1	14	210	16850.00	81.00	207.84	98.97%
2	14	210	16830.00	81.15	207.59	98.85%
3	14	210	16770.00	81.10	206.85	98.50%
Resistencia f'c promedio					207.43	98.77%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.10% de adición) a los 14 días.

Muestra (patrón 0.10% de adición)	Edad (días)	Diseño f ^c (kg/cm ²)	Dial Q (kg)	Área (cm ²)	f ^c ensayo (kg/cm ²)	f ^c ensayo (%)
1	14	210	17360.00	81.15	214.13	101.97%
2	14	210	17340.00	81.10	213.88	101.85%
3	14	210	17270.00	81.10	213.02	101.44%
Resistencia f^c promedio					213.68	101.75%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.15% de adición) a los 14 días.

Muestra (patrón 0.15% de adición)	Edad (días)	Diseño f ^c (kg/cm ²)	Dial Q (kg)	Área (cm ²)	f ^c ensayo (kg/cm ²)	f ^c ensayo (%)
1	14	210	17860.00	81.10	220.29	104.90%
2	14	210	17840.00	81.05	220.05	104.78%
3	14	210	17780.00	81.10	219.31	104.43%
Resistencia f^c promedio					219.88	104.71%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.25% de adición) a los 14 días.

Muestra (patrón 0.25% de adición)	Edad (días)	Diseño f ^c (kg/cm ²)	Dial Q (kg)	Área (cm ²)	f ^c ensayo (kg/cm ²)	f ^c ensayo (%)
1	14	210	18390.00	81.05	226.83	108.02%
2	14	210	18360.00	81.05	226.46	107.84%
3	14	210	18300.00	81.05	225.72	107.49%
Resistencia f^c promedio					226.34	107.78%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.00% patrón) a los 28 días.

Muestra (patrón 0.00% de adición)	Edad (días)	Diseño f ^c (kg/cm ²)	Dial Q (kg)	Área (cm ²)	f ^c ensayo (kg/cm ²)	f ^c ensayo (%)
1	28	210	17200.00	81.15	212.15	101.03%
2	28	210	17100.00	81.05	210.92	100.44%
3	28	210	16900.00	81.15	208.45	99.26%
Resistencia f^c promedio					210.51	100.24%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.05% de adición) a los 28 días.

Muestra (patrón 0.05% de adición)	Edad (días)	Diseño f'c (kg/cm ²)	Dial Q (kg)	Área (cm ²)	f'c ensayo (kg/cm ²)	f'c ensayo (%)
1	28	210	20340.00	81.10	250.88	119.47%
2	28	210	20320.00	81.10	250.64	119.35%
3	28	210	20010.00	81.10	246.81	117.53%
Resistencia f'c promedio					249.45	118.78%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.10% de adición) a los 28 días.

Muestra (patrón 0.10% de adición)	Edad (días)	Diseño f'c (kg/cm ²)	Dial Q (kg)	Área (cm ²)	f'c ensayo (kg/cm ²)	f'c ensayo (%)
1	28	210	20950.00	81.05	258.41	123.05%
2	28	210	20930.00	81.05	258.16	122.93%
3	28	210	20610.00	81.10	254.21	121.05%
Resistencia f'c promedio					256.93	122.35%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.15% de adición) a los 28 días.

Muestra (patrón 0.15% de adición)	Edad (días)	Diseño f'c (kg/cm ²)	Dial Q (kg)	Área (cm ²)	f'c ensayo (kg/cm ²)	f'c ensayo (%)
1	28	210	21560.00	81.10	265.93	126.63%
2	28	210	21540.00	81.08	265.69	126.52%
3	28	210	21210.00	81.05	261.62	124.58%
Resistencia f'c promedio					264.41	125.91%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Resultados – de Ensayo de Probetas cilíndricas (0.25% de adición) a los 28 días.

Muestra (patrón 0.25% de adición)	Edad (días)	Diseño f'c (kg/cm ²)	Dial Q (kg)	Área (cm ²)	f'c ensayo (kg/cm ²)	f'c ensayo (%)
1	28	210	22190.00	81.10	273.70	130.33%
2	28	210	22170.00	81.05	273.46	130.22%
3	28	210	21830.00	81.08	269.26	128.22%
Resistencia f'c promedio					272.14	129.59%

Fuente: Elaboración propia

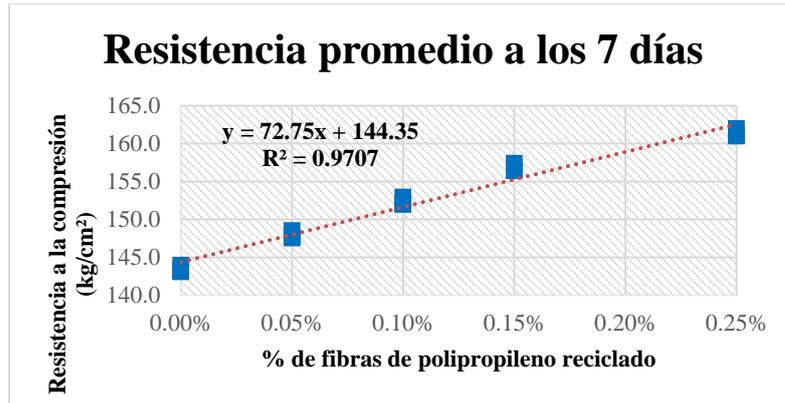


FIGURA 18. Resistencia promedio a los 07 días
Fuente: Elaboración propia

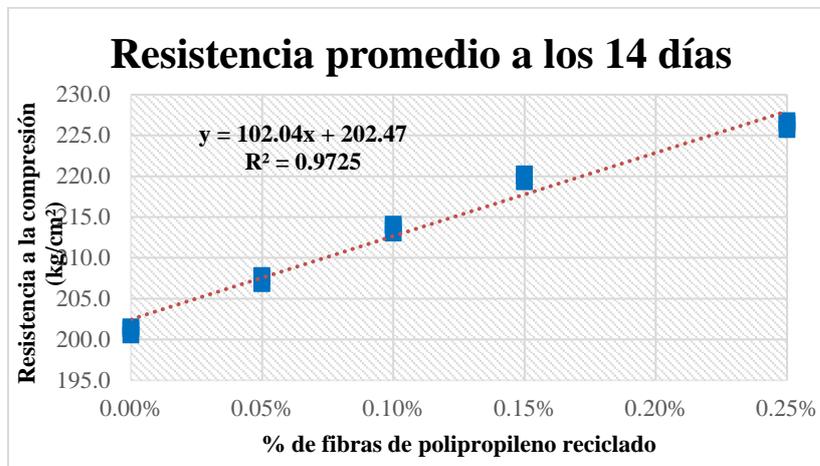


FIGURA 19. Resistencia promedio a los 14 días
Fuente: Elaboración propia

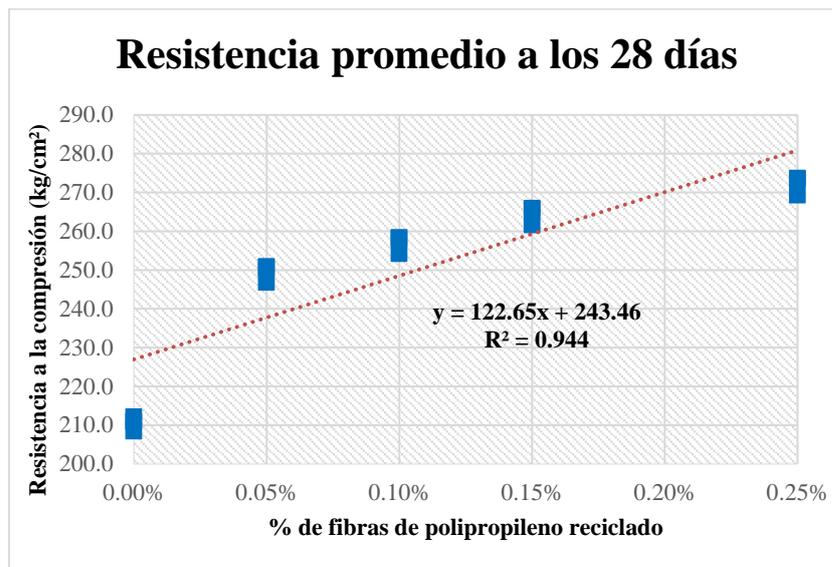


FIGURA 20. Resistencia promedio a los 28 días
Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Resumen de resultados del ensayo a flexión.

Tabla 37. Resultados – de Ensayo de Probetas prismáticas (0.00% patrón) a los 28 días.

Muestra (patrón 0.00% de adición)	Edad (días)	Q (Kg)	Q*L(Kg/cm)	AxH ² (cm ³)	Módulo de rotura R (kg/cm ²)	% R (kg/cm ²)
1	28	1010	35956.00	1000.00	35.96	99.88%
2	28	1010	35956.00	1000.00	35.96	99.88%
3	28	1015	36134.00	1000.00	36.13	100.37%
Módulo de rotura promedio					36.02	100.04%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Resultados – de Ensayo de Probetas prismáticas (0.05% de adición) a los 28 días.

Muestra (patrón 0.05% de adición)	Edad (días)	Q (Kg)	Q*L(Kg/cm)	AxH ² (cm ³)	Módulo de rotura R (kg/cm ²)	% R (kg/cm ²)
1	28	1020	36312.00	1000.00	36.31	100.87%
2	28	1030	36668.00	1000.00	36.67	101.86%
3	28	1028	36596.80	1000.00	36.60	101.66%
Módulo de rotura promedio					36.53	101.46%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Resultados – de Ensayo de Probetas prismáticas (0.10% de adición) a los 28 días.

Muestra (patrón 0.10% de adición)	Edad (días)	Q (Kg)	Q*L(Kg/cm)	AxH ² (cm ³)	Módulo de rotura R (kg/cm ²)	% R (kg/cm ²)
1	28	1050	37380.00	1000.00	37.38	103.83%
2	28	1040	37024.00	1000.00	37.02	102.84%
3	28	1045	37202.00	1000.00	37.20	103.34%
Módulo de rotura promedio					37.20	103.34%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40. Resultados – de Ensayo de Probetas prismáticas (0.15% de adición) a los 28 días.

Muestra (patrón 0.15% de adición)	Edad (días)	Q (Kg)	Q*L(Kg/cm)	AxH ² (cm ³)	Módulo de rotura R (kg/cm ²)	% R (kg/cm ²)
1	28	1060	37736.00	1000.00	37.74	104.82%
2	28	1080	38448.00	1000.00	38.45	106.80%
3	28	1070	38092.00	1000.00	38.09	105.81%
Módulo de rotura promedio					38.09	105.81%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Resultados – de Ensayo de Probetas prismáticas (0.25% de adición) a los 28 días.

Muestra (patrón 0.25% de adición)	Edad (días)	Q (Kg)	Q*L(Kg/cm)	AxH ² (cm ³)	Módulo de rotura R (kg/cm ²)	% R (kg/cm ²)
1	28	1100	39160.00	1000.00	39.16	108.78%
2	28	1090	38804.00	1000.00	38.80	107.79%
3	28	1110	39516.00	1000.00	39.52	109.77%
Módulo de rotura promedio					39.16	108.78%

Fuente: Elaboración propia

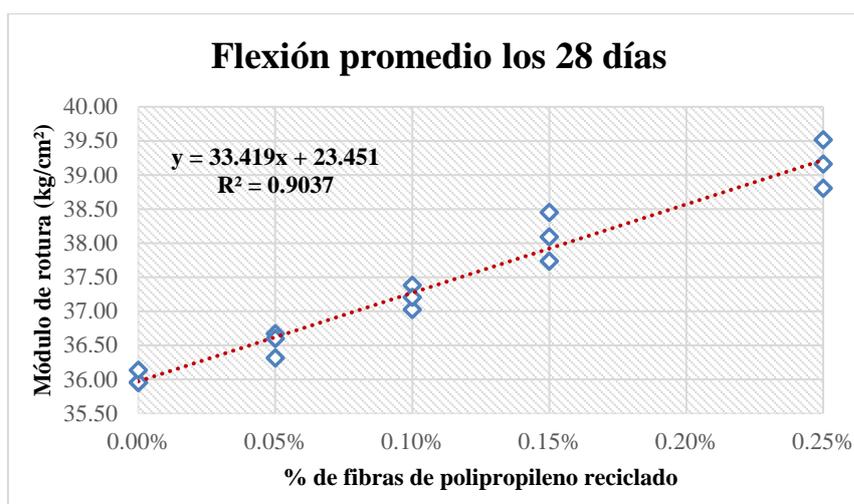


FIGURA 21. Flexión promedio a los 28 días

Fuente: Elaboración propia

4.2.4 Indicador 01: Trabajabilidad (cm)

Tabla 42. Resumen promedio del Ensayo de Asentamiento del concreto en estado fresco.

Muestras con % de adición de fibras de polipropileno reciclado					
Unidad	0.00 % patrón	0.05%	0.10%	0.15%	0.25%
Pulg.	3 1/2	3 2/3	3 1/6	2 2/3	1 5/9
cm.	8.90	9.31	8.04	6.77	3.95
% Variación según Slump de diseño de 3 1/2"	0.11%	4.55%	-10.53%	-31.25%	-125.06%

Fuente: Elaboración propia

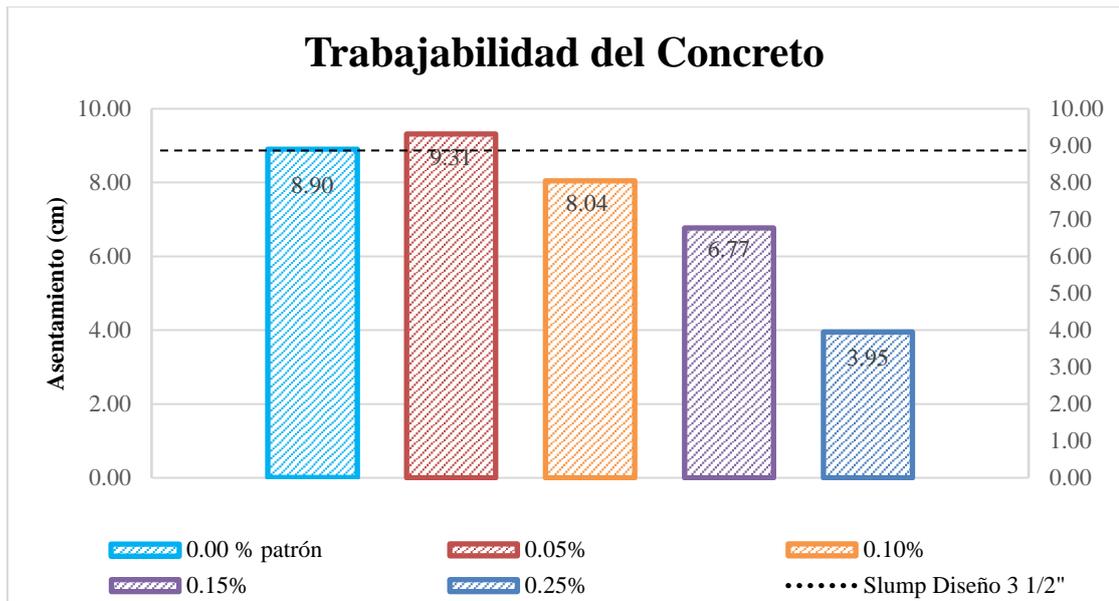


FIGURA 22. Asentamiento de concreto fresco con diferentes % de adición de fibras de polipropileno reciclado

Fuente: Elaboración propia

En la figura 23, se muestra los resultados promedios de las 15 muestras de acuerdo al asentamiento de diseño de 3 1/2" (8.89 cm); Se tiene en la muestra patrón un incremento del 0.11%, en cuanto a la muestra con adición del 0.05% se registró un incremento del 4.55%, la muestra con 0.10% de adición de fibras de polipropileno reciclado descendió – 10.53%, la muestra al 0.15% de adición de fibras de polipropileno también decreció a un valor de -31.25% y al adiciona un 0.25% se obtuvo un -125.06% .Los resultados indican que al adicionar fibras de polipropileno a un 0.05% incrementa la trabajabilidad significativamente a partir de ahí seguir incrementado hace que el concreto no se muy trabajable ya que muestra resultados de slump bajos del slump de diseño.

Hipótesis: La adición de fibras de Polipropileno Reciclado incide significativamente en la trabajabilidad del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Cusco 2022.

Validez: la hipótesis se valida parcialmente, dado que esta condición se cumple solo con el 0.05% de adición de las fibras de polipropileno reciclado.

4.2.5 Indicador 02: Resistencia a la compresión (kg/cm^2)

Tabla 43. Resumen promedio del ensayo de resistencia de compresión.

Muestra	07 días		14 días		28 días	
	Resistencia f_c promedio (kg/cm^2)	f_c promedio (%)	Resistencia f_c promedio (kg/cm^2)	f_c promedio (%)	Resistencia f_c promedio (kg/cm^2)	f_c promedio (%)

0.00% patrón	143.41	68.29%	201.14	95.78%	210.51	100.24%
0.05% de adición	147.89	70.42%	207.43	98.77%	249.45	118.78%
0.10% de adición	152.33	72.54%	213.68	101.75%	256.93	122.35%
0.15% de adición	156.77	74.65%	219.88	104.71%	264.41	125.91%
0.25% de adición	161.38	76.85%	226.34	107.78%	272.14	129.59%

Fuente: Elaboración propia

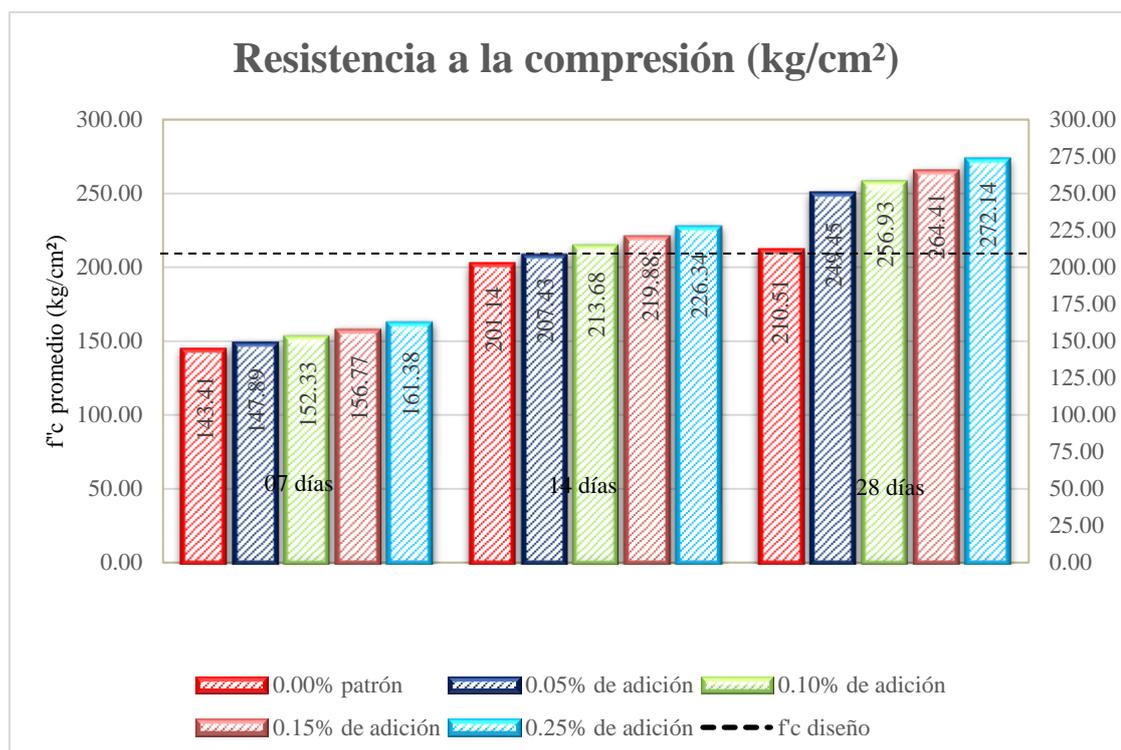


FIGURA 23. Evolución de la resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas

Fuente: Elaboración propia

De la figura 23 de los resultados promedios obtenidos del ensayo de la resistencia a la compresión simple de las muestras con adición de fibras de polipropileno reciclado al 0% patrón, 0.05%, 0.10%, 0.15% y 0.25% a diferentes edades con respecto al $f'c$ de diseño 210 kg/cm². Se apreció que se tiene un porcentaje promedio del 100.24%, 118.78%, 122.35%, 125.91% y 129.59 esto sucesivamente a la adición de fibras de polipropileno reciclado de cual también mostraron una evolución a la resistencia de forma ascendente desde la rotura a los 7 días que nos resultaron con un (adición al 0% patrón) de 143.41 kg/cm², al 0.05% no resulto 147.89 kg/cm², al 0.10% - 152.33 kg/cm², 0.15% - 153.77 kg/cm² y al adicionar 0.25% de fibras de polipropileno nos resultó 161.38 kg/m². La rotura a los 14 días en adición a diferentes porcentajes

correlativamente no dio los siguientes valores de 20.14 kg/m², 207.43 kg/m², 213.68 kg/m², 219.88 kg/m², 226.34 kg/m² y al someter la rotura de los testigos a los 28 días obtuvimos las siguientes resistencias 0% - 210.51kg/cm², 0.05% - 249.45kg/cm², 0.10% - 256.93kg/cm², 0.15% - 264.21 kg/cm² y el 0.25% - 272.14kg/cm². Los resultados señalan que las probetas con adición del 5% de fibras de polipropileno al 0.25% de adición los periodos de evaluación llegan a tener resistencias superiores que la muestra patrón, visualizándose mediante el histograma de evolución de resistencia que todas superan la resistencia de diseño al adicionar fibras de polipropilenos.

Hipótesis: La adición de fibras de Polipropileno Reciclado incide significativamente en la resistencia a compresión del concreto $F'_c=210$ kg/cm² en pavimentos rígidos, Cusco 2022.

Validez: Se valida la hipótesis planteada.

4.2.6 Indicador 02: Resistencia a la Flexión (kg/cm²)

Tabla 44. Resumen promedio del ensayo de resistencia a flexión.

Muestra	28 días	
	Módulo de rotura R (kg/cm ²)	% M.R.
0.00% patrón	36.02	100.04%
0.05% de adición	36.53	101.46%
0.10% de adición	37.20	103.34%
0.15% de adición	38.09	105.81%
0.25% de adición	39.16	108.78%

Fuente: Elaboración propia

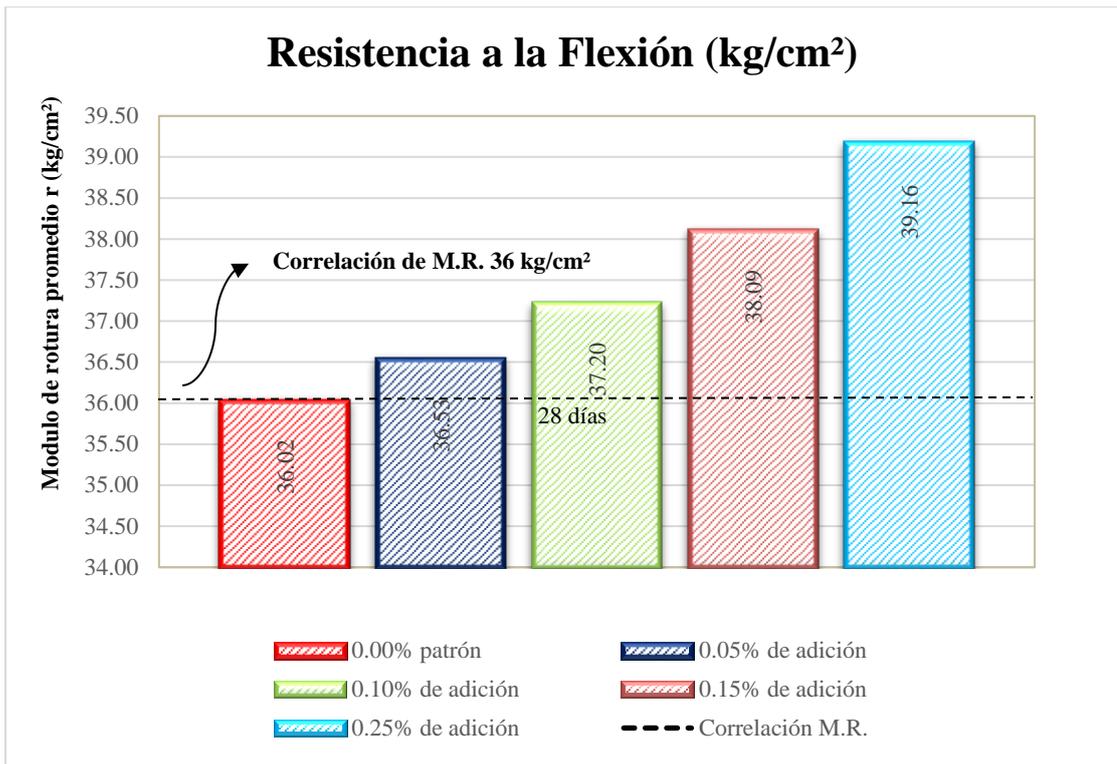


FIGURA 24. Evolución de la resistencia a la flexión de las probetas prismáticas
 Fuente: Elaboración propia

En la figura 24, se evidencian los resultados del ensayo de la resistencia a la flexión alcanzadas de las muestras con adición de fibras de polipropileno reciclado mediante un histograma con 0% (patrón), 0.05%, 0.10%, 0.15% y 0.25 % a la edad de 28 días, con razón a la correlación del módulo de rotura R del $f'c$ de diseño, que es de 36 kg/cm². Para pavimentos rígidos urbanos, se obtuvo para los 28 días un módulo de rotura R de 36.02 kg/cm² que representa el 100.04% de la muestra patrón al 0%, con una adición del 0.05 % de fibras de polipropileno se obtuvo un módulo de rotura R de 36.53 kg/cm² que representa el 101.46 %, para 0.10% de adición resulto un módulo de rotura R de 37.20 kg/cm² que representa el 103.34 %, para un 0.15% de adición resulto un módulo de rotura R de 38.09 kg/cm² que representa el 105.81 % y con una adición del 0.25 % de fibras de polipropileno reciclado nos dio un módulo de rotura R de 39.16 kg/cm² que representa el 108.76%. Los resultados a la edad de 28 días muestran un incremento de manera sucesiva desde el 0.05% al 0.25% de adición de fibras de polipropileno y en relación al módulo de rotura determinado, que por norma está entre el rango del 0.10 al 0.20% de la resistencia a compresión de diseño.

Hipótesis: La adición de fibras de Polipropileno Reciclado incide significativamente en la resistencia a la flexión del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Cusco 2022.

Validez: Se valida la hipótesis planteada.

4.3 Prueba de hipótesis (Análisis estadístico)

El análisis estadístico se plasmó mediante el análisis de varianza ANOVA, PRUEBA DE NORMALIDAD, CORRELACION, DIAGRAMA DE BIGOTES y también por la prueba de comparación múltiple TUKEY ya que los resultados obtenidos muestran medias similares en relación a los edad de los testigos de concreto que se sometieron roturas de compresión y flexo compresión, de las cuales se determinó los datos de probabilidad, varianza, promedios de los tratamientos a diferentes dosis de fibras de polipropileno con la finalidad de discriminar las variables y así poder clasificar para elegir el mejor. Estos resultados se obtuvieron mediante el software Excel y IBM SPSS Statistics 21.

Indicador 01: Trabajabilidad (cm)

Tabla 45. Estadísticos descriptivos de trabajabilidad con adición de fibras de polipropileno

% de fibras de polipropileno reciclado			Estadístico	Error típ.		
Diseño $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ Trabajabilidad (cm)	0.00 %	Media	8.9000	.05774		
		Intervalo de confianza para la	8.6516			
		media al 95%	9.1484			
		Media recortada al 5%				
		Mediana	8.9000			
		Varianza	.010			
		Desv. típ.	.10000			
		Mínimo	8.80			
		Máximo	9.00			
		Rango	.20			
		Amplitud intercuartil				
		Asimetría	0.000		1.225	
		Curtosis				
	0.05 %	0.05 %	Media		9.3133	.42333
			Intervalo de confianza para la		7.4919	
media al 95%			11.1348			
		Media recortada al 5%				
		Mediana	8.8900			
		Varianza	.538			
		Desv. típ.	.73323			
		Mínimo	8.89			
		Máximo	10.16			
		Rango	1.27			
		Amplitud intercuartil				
		Asimetría	1.732	1.225		
		Curtosis				
0.10 %		0.10 %	Media	8.0433	.42333	
			Intervalo de confianza para la	6.2219		
	media al 95%		9.8648			
		Media recortada al 5%				
		Mediana	7.6200			
		Varianza	.538			
		Desv. típ.	.73323			

	Mínimo		7.62	
	Máximo		8.89	
	Rango		1.27	
	Amplitud intercuartil			
	Asimetría		1.732	1.225
	Curtosis			
0.15 %	Media		6.7733	.42333
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	4.9519	
		Límite superior	8.5948	
	Media recortada al 5%			
	Mediana		6.3500	
	Varianza		.538	
	Desv. típ.		.73323	
	Mínimo		6.35	
	Máximo		7.62	
	Rango		1.27	
	Amplitud intercuartil			
	Asimetría		1.732	1.225
	Curtosis			
0.25 %	Media		3.9500	.28583
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2.7202	
		Límite superior	5.1798	
	Media recortada al 5%			
	Mediana		3.8100	
	Varianza		.245	
	Desv. típ.		.49508	
	Mínimo		3.54	
	Máximo		4.50	
	Rango		.96	
	Amplitud intercuartil			
	Asimetría		1.171	1.225
	Curtosis			

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 45 realizado el análisis estadístico mediante el software IBM SPSS en relación a la trabajabilidad con adición de fibras de polipropileno reciclado se aprecia los resultados de los intervalos de confianza, media, mediana, varianza, asimetría valores máximos y mínimos estos adicionando dosis de fibras de polipropileno de 0.00%, 0.05%, 0.10%, 0.15%, 0.25% con un muestreo total de 15 datos.

Tabla 46. Prueba de normalidad en la trabajabilidad del concreto con fibras de polipropileno

% de fibras de polipropileno reciclado		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diseño f'c= 210	0.00 %	.175	3		1.000	3	1.000
kg/cm ²	0.05 %	.385	3		.750	3	.000
Trabajabilidad	0.10 %	.385	3		.750	3	.000
(cm)	0.15 %	.385	3		.750	3	.000
	0.25 %	.278	3		.940	3	.527

Fuente: Elaboración propia

Se prueba la hipótesis estadística en razón a la trabajabilidad estos obtenidos mediante la prueba de control con el cono de Abrams a una dosis de fibras de polipropileno de 0,00%, 0,05%, 0,10%, 0,15% y 0,25%, con un diseño de f'c =210 kg/cm², estas para un nivel del 0.05 de significancia donde se deberá aceptar o rechazar la hipótesis nula

según los resultados de la prueba de normalidad, de las cuales se tiene las siguientes hipótesis:

H₀: Los resultados del control del slump (asentamiento del concreto fresco) al adicionarle fibras de polipropileno reciclado derivan de una distribución normal.

H_a: Los resultados del control del slump (asentamiento del concreto fresco) al adicionarle fibras de polipropileno reciclado no derivan de una distribución normal.

Tales son los resultados de la tabla 46 los valores de significancia por Shapiro-Wilk se aprecia que para un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con una dosis de adición al 0.25% y la muestra patrón el valor de significancia es mayor al 0.05 y para una dosis al 0.05%, 0.10%, 0.15% muestra un valor de significancia $0.00 < 0.05$ de las cuales de estos valores se pueden afirmar que tienen una distribución no normal y se emplea una estadística no paramétrica.

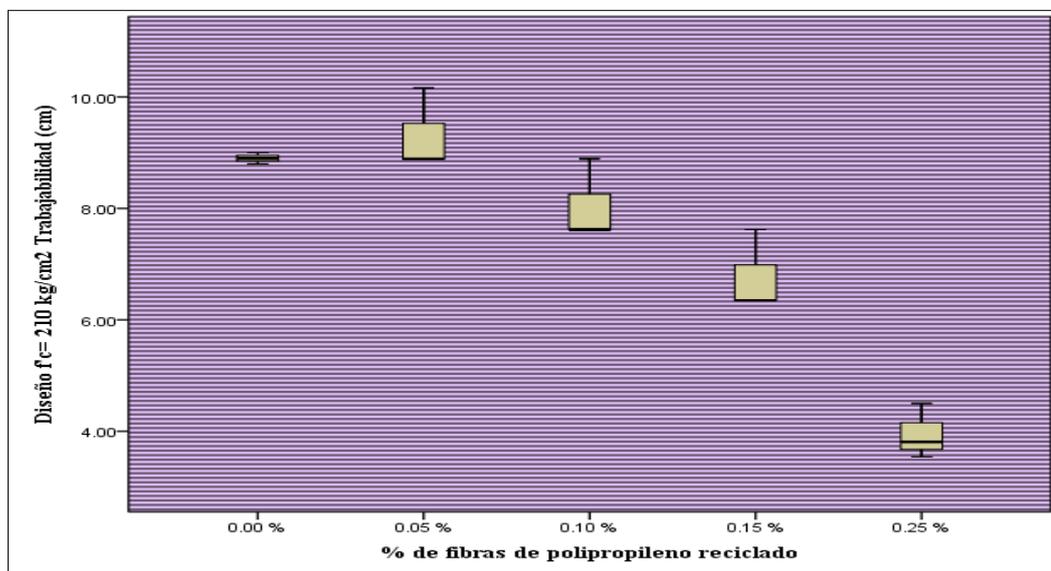


FIGURA 25. Diagrama de bigotes en la trabajabilidad
Fuente: Elaboración propia

Del diagrama de bigotes como muestra la figura 25 se determinó la dispersión y distribución para evaluar los tamaños de muestra según la dosis de fibras de

polipropilenos de las cuales estas muestran un comportamiento asimétrico y se encuentra en los rangos establecidos.

Tabla 47. *Correlaciones de la trabajabilidad edad 28 días*

		% de fibras de polipropileno reciclado	Diseño f'c= 210 kg/cm ² Resistencia a la compresión (edad 7 días)
Diseño f'c= 210 kg/cm ²	Correlación de Pearson	1	-.883**
Trabajabilidad (cm)	Sig. (bilateral)		.000
	N	15	15
% de fibras de polipropileno reciclado	Correlación de Pearson	-.883**	1
	Sig. (bilateral)	.000	
	N	15	15

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos en la tabla numero 46 los datos de trabajabilidad con la adición de fibras de polipropileno se sometieron a una prueba de hipótesis nula los datos con adición de 0.25% y la muestra patrón, lo que llevó a la conclusión de que los datos procedían de una distribución normalmente distribuida de las cuales se procedió a efectuar un análisis de correlación de Pearson. El valor resultante de la tabla 47 nos dan un valor de -.883 las cuales indica una correlación altamente negativa entre el porcentaje de fibras de polipropileno empleados en el comportamiento de la trabajabilidad del concreto en estado fresco.

Tabla 48. *Resultados de Análisis de varianza Anova de la prueba slump*

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	55.85956	4	13.96489	37.3792	5.5057E-06	3.47804
Dentro de los grupos	3.736	10	0.3736			
Total	59.59556	14				

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se rechaza la Ho (Hipótesis nula)

Según el resultado de análisis de Varianza de la tabla 48 el valor F calculado = 37.3792 y el valor F teórico o tabulado nos da un resultado de 3.47804, con 4 grados de libertad con un nivel de significancia de alfa de 0.05, por lo que realmente existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula e inferir que existe una disminución en el proceso de trabajabilidad cuanto más se adiciona fibras de polipropileno reciclado.

En conclusión, se afirma que en el proceso de la prueba de slump a partir de la adición al 0.15% pierde consistencia el concreto volviéndose este muy denso-intratable.

Tabla 49. Resultados de la prueba de comparación múltiple Tukey en la prueba slump

HSD de Tukey _a		Diseño f'c= 210 kg/cm ² Trabajabilidad (cm)		
% de fibras de polipropileno reciclado	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
S5-0.25 %	3	3.9500		
S4-0.15 %	3		6.7733	
S3-0.10 %	3		8.0433	8.0433
S1-0.00 %	3			8.9000
S2-0.05 %	3			9.3133
Sig.		1.000	.156	.156

Fuente: Elaboración propia

De los resultados que se evidencia en la tabla 50 de la prueba de hipótesis tukey, la cual empleamos para la verificación de las medias de del asentamiento del concreto fresco donde hay variaciones, en este caso se puede deducir que para el S1 (slump 1, adición de fibras de polipropileno al 0 %), S2 (slump 2, adición de fibras de polipropileno al 0.05 %), S3 (slump 3, adición de fibras de polipropileno al 0.10 %), S4 (slump 4, adición de fibras de polipropileno al 0.15 %), S5 (slump 5, adición de fibras de polipropileno al 0.25%).

se aprecia que las medias S1, S2, S3 tienen medias similares, y la S4 y S5 muestran medias diferentes y de valor disminuido a los demás tal se puede ver en los subconjuntos de la prueba Tukey a una significancia del 0.05.

Indicador 02: Resistencia a la compresión (kg/cm²)

Tabla 50. Estadísticos descriptivos resistencia a la compresión edad 7 días

% de fibras de polipropileno reciclado			Estadístico	Error típ.	
Diseño f'c= 210 kg/cm ² Resistencia a la compresión (edad 7 días)	0.00 %	Media	143.4000	.25166	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior 142.3172		
			Límite superior 144.4828		
		Media recortada al 5%			
		Mediana	143.2000		
		Varianza	.190		
		Desv. típ.	.43589		
		Mínimo	143.10		
		Máximo	143.90		
		Rango	.80		
		Amplitud intercuartil			
		Asimetría	1.630		1.225
		Curtosis			
	0.05 %	Media	147.8667		.31798
			Intervalo de confianza para la media al 95%		
			Límite superior 149.2348		
		Media recortada al 5%			
		Mediana	147.6000		
		Varianza	.303		
		Desv. típ.	.55076		
		Mínimo	147.50		
		Máximo	148.50		
		Rango	1.00		
		Amplitud intercuartil			
		Asimetría	1.668	1.225	
		Curtosis			

0.10 %	Media		152.3333	.28480	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	151.1079		
		Límite superior	153.5587		
	Media recortada al 5%				
	Mediana		152.1000		
	Varianza		.243		
	Desv. típ.		.49329		
	Mínimo		152.00		
	Máximo		152.90		
	Rango		.90		
	Amplitud intercuartil				
	Asimetría		1.652	1.225	
	Curtosis				
	0.15 %	Media		156.7667	.31798
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	155.3985	
		Límite superior	158.1348		
Media recortada al 5%					
Mediana			156.5000		
Varianza			.303		
Desv. típ.			.55076		
Mínimo			156.40		
Máximo			157.40		
Rango			1.00		
Amplitud intercuartil					
Asimetría			1.668	1.225	
Curtosis					
0.25 %		Media		161.4000	.30551
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	160.0855	
		Límite superior	162.7145		
	Media recortada al 5%				
	Mediana		161.2000		
	Varianza		.280		
	Desv. típ.		.52915		
	Mínimo		161.00		
	Máximo		162.00		
	Rango		1.00		
	Amplitud intercuartil				
	Asimetría		1.458	1.225	
	Curtosis				

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 50 realizado el análisis estadístico mediante el software IBM SPSS en relación a la resistencia a la compresión a los 7 días con adición de fibras de polipropileno reciclado se aprecia los resultados de los intervalos de confianza, media, mediana, varianza, asimetría valores máximos y mínimos estos adicionando dosis de fibras de polipropileno de 0.00%, 0.05%, 0.10%, 0.15%, 0.25% con un muestreo total de 15 datos.

Tabla 51. Prueba de normalidad resistencia a la compresión edad 7 días

% de fibras de polipropileno reciclado		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diseño f'c= 210 kg/cm ²	0.00 %	.343	3		.842	3	.220
	0.05 %	.353	3		.824	3	.174
Resistencia a la compresión (edad 7 días)	0.10 %	.349	3		.832	3	.194
	0.15 %	.353	3		.824	3	.174
	0.25 %	.314	3		.893	3	.363

Fuente: Elaboración propia

Se prueba la hipótesis estadística respecto a la resistencia a la compresión estos obtenidos en la ruptura de briquetas a edad de 7 días, estas para un nivel de significancia del 0.05 donde se deberá aceptar o rechazar la hipótesis nula según los resultados de la prueba de normalidad, de las cuales se tiene las siguientes hipótesis:

H₀: Los resultados del ensayo a la resistencia a la compresión (de la ruptura de briquetas) al adicionar con fibras de polipropileno reciclado derivan de una distribución normal.

H_a: Los resultados del ensayo a la resistencia a la compresión (de la ruptura de briquetas) al adicionar con fibras de polipropileno reciclado no derivan de una distribución normal.

Tales son los resultados de la tabla 51 todos los valores de significancia por Shapiro-Wilk son mayores a 0.05, se acepta la hipótesis nula, ultimando que las adiciones de fibras de polipropileno tienen una distribución paramétrica, de los resultados a la resistencia a la compresión obtenidos cabe mencionar que estos resultados provienen de una base de datos de distribución normal.

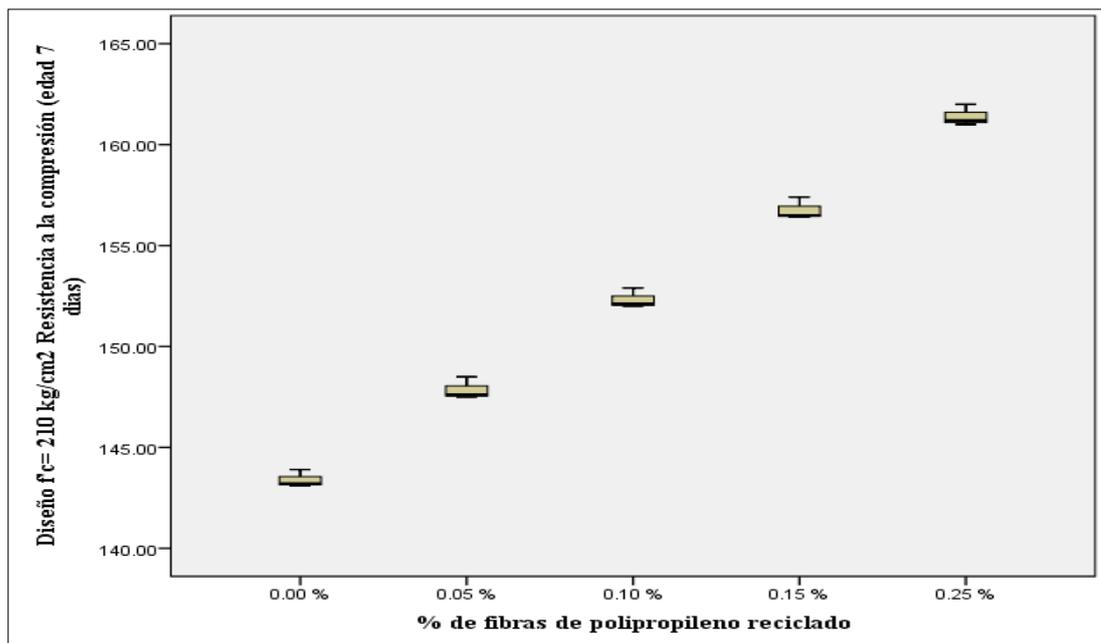


FIGURA 26. Diagrama de bigotes en la resistencia a la compresión edad 7 días
Fuente: Elaboración propia

Del diagrama de bigotes, se determinó la dispersión y distribución para evaluar los tamaños de muestra según la dosis de fibras de polipropilenos de las cuales estas muestran un comportamiento simétrico y se encuentra en los rangos establecidos estos ascendiendo su resistencia a la compresión.

Tabla 52. *Correlaciones de la resistencia a la compresión edad 7 días*

		% de fibras de polipropileno reciclado	Diseño f'c= 210 kg/cm ² Resistencia a la compresión (edad 7 días)
% de fibras de polipropileno reciclado	Correlación de Pearson	1	.998**
	Sig. (bilateral)		.000
	N	15	15
Diseño f'c= 210 kg/cm ² Resistencia a la compresión (edad 7 días)	Correlación de Pearson	.998**	1
	Sig. (bilateral)	.000	
	N	15	15

Fuente: Elaboración propia

Los datos de la resistencia a la compresión a una edad de 7 días obtenidos en laboratorio estos sometidos a una prueba de hipótesis nula puesto que se evidencia que los valores de significancia son mayores del 0.05, lo que llevó a la conclusión de que los datos procedían de una distribución normalmente distribuida; por lo tanto, se realizó un análisis de correlación de Pearson donde se obtuvo un resultado de .998 lo cual indica una correlación positiva en la dosis de fibras de polipropileno reciclado en la resistencia a la compresión.

Tabla 53. *Resultados de Análisis de varianza Anova de Resistencia a la Compresión a edad de 7 días (f'c=210 kg/cm²)*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	602.5542502	4	150.6385	558.34210	1.05204E-11	3.47804
Dentro de los grupos	2.697961718	10	0.269796			
Total	605.2522119	14				

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se rechaza la Ho (Hipótesis nula)

Según el resultado de análisis de Varianza de la tabla 53 el valor F calculado = 558.34210 y el valor F teórico o tabulado nos da un resultado de 3.47804, con 4 grados de libertad con un nivel de significancia de alfa de 0.05, por lo que realmente existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula y deducir que existe un aumento significativo en la resistencia de compresión a edad de 7 días que la muestra patrón sin adición de fibras de polipropileno.

Tabla 54. *Resultados de la prueba de comparación múltiple Tukey de la Resistencia a la Compresión a edad de 7 días (f'c=210 kg/cm²)*

HSD de Tukey _a		Diseño f'c= 210 kg/cm ² Resistencia a la compresión (edad 7 días)				
% de fibras de polipropileno reciclado	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5

R1-0.00 %	3	143.4000				
R2-0.05 %	3		147.8667			
R3-0.10 %	3			152.3333333		
R4-0.15 %	3				156.7666667	
R5-0.25 %	3					161.4000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

De los resultados que se evidencia en la tabla 50 de la prueba de hipótesis tukey, la cual empleamos para la verificación de las medias aritméticas de rotura al ensayo de compresión, en este caso se puede deducir que para el R1 (Resistencia 1, adición de fibras de polipropileno al 0 %), R2 (Resistencia 2, adición de fibras de polipropileno al 0.05 %), R3 (Resistencia 3, adición de fibras de polipropileno al 0.10 %), R4 (Resistencia 4, adición de fibras de polipropileno al 0.15 %), R5 (Resistencia 5, adición de fibras de polipropileno al 0.25%). Se aprecia que las medias R1, R2, R3, R4, R5 tienen medias estadísticamente diferentes debido a que según se agregas mayor cantidad de fibras de polipropileno reciclado en un diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ acrecienta su resistencia a la compresión.

Tabla 55. Estadísticos descriptivos resistencia a la compresión edad 14 días

% de fibras de polipropileno reciclado			Estadístico	Error típ.	
Diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ Resistencia a la compresión (edad 14 días)	0.00 %	Media	201.1333	.27285	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	199.9594		
		Límite inferior Límite superior	202.3073		
		Media recortada al 5%			
		Mediana	201.3000		
		Varianza	.223		
		Desv. típ.	.47258		
		Mínimo	200.60		
		Máximo	201.50		
		Rango	.90		
		Amplitud intercuartil			
		Asimetría	-1.390	1.225	
		Curtosis			
	0.05 %	0.05 %	Media	207.4333	.27285
			Intervalo de confianza para la media al 95%	206.2594	
Límite inferior Límite superior			208.6073		
		Media recortada al 5%			
		Mediana	207.6000		
		Varianza	.223		
		Desv. típ.	.47258		
		Mínimo	206.90		
		Máximo	207.80		
		Rango	.90		
		Amplitud intercuartil			
		Asimetría	-1.390	1.225	
		Curtosis			
0.10 %		0.10 %	Media	213.6667	.33830
			Intervalo de confianza para la media al 95%	212.2111	
	Límite inferior Límite superior		215.1222		
		Media recortada al 5%			
		Mediana	213.9000		
		Varianza	.343		
		Desv. típ.	.58595		
		Mínimo	213.00		
		Máximo	214.10		
		Rango	1.10		

	Amplitud intercuartil			
	Asimetría		-1.508	1.225
	Curtois			
0.15 %	Media		219.8667	.29627
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	218.5919	
		Límite superior	221.1414	
	Media recortada al 5%			
	Mediana		220.0000	
	Varianza		.263	
	Desv. típ.		.51316	
	Mínimo		219.30	
	Máximo		220.30	
	Rango		1.00	
	Amplitud intercuartil			
	Asimetría		-1.090	1.225
	Curtois			
0.25 %	Media		226.3333	.32830
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	224.9208	
		Límite superior	227.7459	
	Media recortada al 5%			
	Mediana		226.5000	
	Varianza		.323	
	Desv. típ.		.56862	
	Mínimo		225.70	
	Máximo		226.80	
	Rango		1.10	
	Amplitud intercuartil			
	Asimetría		-1.206	1.225
	Curtois			

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 55 realizado el análisis estadístico mediante el software IBM SPSS en relación a la resistencia a la compresión a los 7 días con adición de fibras de polipropileno reciclado se aprecia los resultados de los intervalos de confianza, media, mediana, varianza, asimetría valores máximos y mínimos estos adicionando dosis de fibras de polipropileno de 0.00%, 0.05%, 0.10%, 0.15%, 0.25% con un muestreo total de 15 datos.

Tabla 56. Prueba de normalidad resistencia a la compresión edad 14 días

% de fibras de polipropileno reciclado		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diseño f'c= 210	0.00 %	.304	3		.907	3	.407
kg/cm ²	0.05 %	.304	3		.907	3	.407
Resistencia a la	0.10 %	.321	3		.881	3	.328
compresión	0.15 %	.269	3		.949	3	.567
(edad 14 días)	0.25 %	.282	3		.936	3	.510

Fuente: Elaboración propia

Se prueba la hipótesis estadística respecto a la resistencia a la compresión estos obtenidos en la ruptura de briquetas a edad de los 14 días, estas para un nivel de significancia del 0.05 donde se deberá aceptar o rechazar la hipótesis nula según los resultados de la prueba de normalidad, de las cuales se tiene las siguientes hipótesis:

Ho: Los resultados del ensayo a la resistencia a la compresión (de la ruptura de briquetas) al adicionar con fibras de polipropileno reciclado derivan de una distribución normal.

Ha: Los resultados del ensayo a la resistencia a la compresión (de la ruptura de briquetas) al adicionar con fibras de polipropileno reciclado no derivan de una distribución normal.

Tales son los resultados de la tabla 56 todos los valores de significancia por Shapiro-Wilk son mayores a 0.05, se acepta la hipótesis nula, concluyendo que los datos obtenidos con la adición de fibras de polipropileno respecto a la resistencia a la compresión obtenidos muestran una distribución normal (paramétrica).

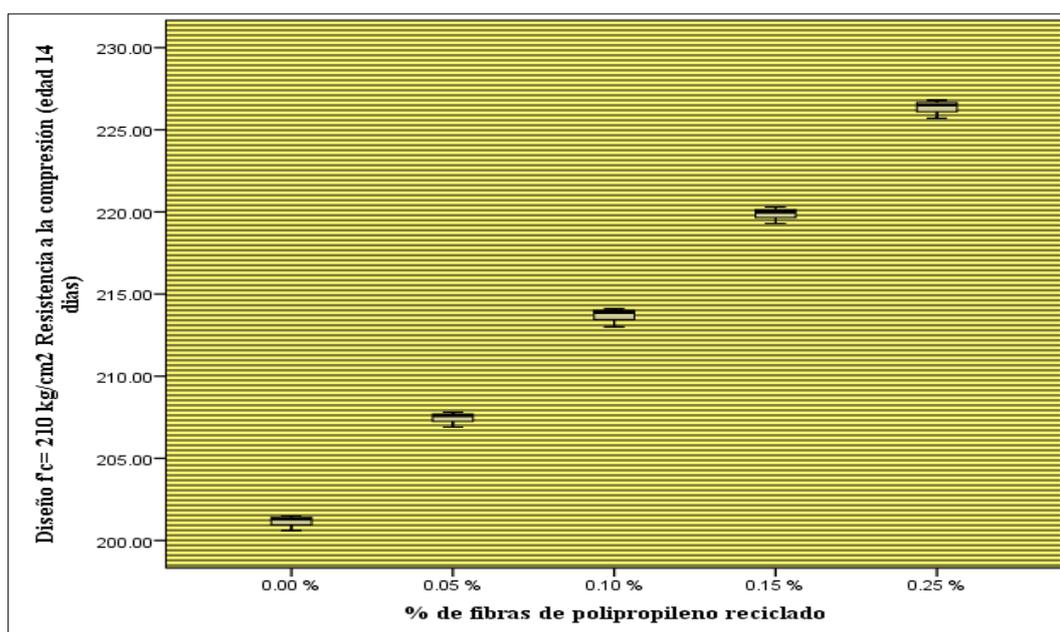


FIGURA 27. Diagrama de bigotes en la resistencia a la compresión edad 14 días
Fuente: Elaboración propia

Del diagrama de bigotes, se determinó la dispersión y distribución para evaluar para evaluar los tamaños de muestra según la dosis de fibras de polipropilenos de las cuales estas muestran un comportamiento asimétrico y se encuentra en los rangos establecidos.

Tabla 57. Correlaciones de la resistencia a la compresión edad 14 días

		% de fibras de polipropileno reciclado	Diseño f'c= 210 kg/cm ² Resistencia a la compresión (edad 7 días)
% de fibras de polipropileno reciclado	Correlación de Pearson	1	.999**
	Sig. (bilateral)		.000
Diseño f'c= 210 kg/cm ² Resistencia a la compresión (edad 14 días)	N	15	15
	Correlación de Pearson	.999**	1
	Sig. (bilateral)	.000	
	N	15	15

Fuente: Elaboración propia

Los datos de la resistencia a la compresión a una edad de 14 días obtenidos en laboratorio estos sometidos a una prueba de hipótesis nula, lo que llevó a la conclusión de que los datos procedían de una distribución normalmente distribuida; por lo tanto, se realizó un análisis de correlación de Pearson donde se obtuvo un resultado de 0.999 lo cual indica una correlación positiva en la dosis de fibras de polipropileno reciclado en la resistencia a la compresión.

Tabla 58. Resultados de Análisis de varianza Anova de Resistencia a la Compresión a edad de 14 días ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1185.648	4	296.4121	1021.823	5.18539E-13	3.478049
Dentro de los grupos	2.900815	10	0.290081			
Total	1188.549	14				

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se rechaza la H_0 (Hipótesis nula)

Según el resultado de análisis de Varianza de la tabla 58 el valor F calculado = 1021.823 y el valor F teórico o tabulado nos da un resultado de 3.478049, con 4 grados de libertad con un nivel de significancia de alfa de 0.05, por lo que realmente existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula y deducir que existe un aumento significativo en la resistencia de compresión a edad de 14 días que la muestra patrón sin adición de fibras de polipropileno.

Tabla 59. Resultados de la prueba de comparación múltiple Tukey de la Resistencia a la Compresión a edad de 14 días ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$)

HSD de Tukey _a		Diseño $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ Resistencia a la compresión (edad 14 días)				
% de fibras de polipropileno reciclado	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
R1-0.00 %	3	201.1333				
R2-0.05 %	3		207.4333			
R3-0.10 %	3			213.6666		
R4-0.15 %	3				219.86666	
R5-0.25 %	3					226.333
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

De los resultados que se evidencia en la tabla 53 de la prueba de hipótesis Tukey, la cual empleamos para la verificación de las medias de la resistencia a la compresión, en este caso se puede deducir que para el R1 (Resistencia 1, adición de fibras de polipropileno al 0 %), R2 (Resistencia 2, adición de fibras de polipropileno al 0.05 %), R3 (Resistencia 3, adición de fibras de polipropileno al 0.10 %), R4 (Resistencia 4, adición de fibras de polipropileno al 0.15 %), R5 (Resistencia 5, adición de fibras de polipropileno al 0.25%).

se aprecia que las medias R1, R2, R3, R4, R5 tienen medias estadísticamente diferentes debido a que según se añades mayor cantidad de fibras de polipropileno reciclado en un diseño $f'c=210$ kg/cm² acrecienta su resistencia a la compresión.

Tabla 60. Estadísticos descriptivos resistencia a la compresión edad 28 días

% de fibras de polipropileno reciclado			Estadístico	Error típ.
Diseño $f'c=210$ kg/cm ² Resistencia a la compresión (edad 28 días)	0.00 %	Media	210.5333	1.08372
		Intervalo de confianza para la media al 95%	205.8705	
		Límite inferior	215.1962	
		Límite superior		
		Media recortada al 5%		
		Mediana	210.9000	
		Varianza	3.523	
		Desv. típ.	1.87705	
		Mínimo	208.50	
		Máximo	212.20	
	Rango	3.70		
	Amplitud intercuartil			
	Asimetría	-0.845	1.225	
	Curtosis			
	0.05 %	Media	249.4333	1.31951
		Intervalo de confianza para la media al 95%	243.7559	
		Límite inferior	255.1107	
		Límite superior		
		Media recortada al 5%		
		Mediana	250.6000	
		Varianza	5.223	
		Desv. típ.	2.28546	
		Mínimo	246.80	
		Máximo	250.90	
	Rango	4.10		
Amplitud intercuartil				
Asimetría	-1.699	1.225		
Curtosis				
0.10 %	Media	256.9333	1.36789	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	251.0478		
	Límite inferior	262.8189		
	Límite superior			
	Media recortada al 5%			
	Mediana	258.2000		
	Varianza	5.613		
	Desv. típ.	2.36925		
	Mínimo	254.20		
	Máximo	258.40		
Rango	4.20			
Amplitud intercuartil				
Asimetría	-1.718	1.225		
Curtosis				
0.15 %	Media	264.4000	1.40119	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	258.3712		
	Límite inferior	270.4288		
	Límite superior			
	Media recortada al 5%			
	Mediana	265.7000		
	Varianza	5.890		
	Desv. típ.	2.42693		
	Mínimo	261.60		
	Máximo	265.90		

	Rango		4.30	
	Amplitud intercuartil			
	Asimetría		-1.719	1.225
	Curtosis			
0.25 %	Media		272.1667	1.43450
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	265.9945	
		Límite superior	278.3388	
	Media recortada al 5%			
	Mediana		273.5000	
	Varianza		6.173	
	Desv. típ.		2.48462	
	Mínimo		269.30	
	Máximo		273.70	
	Rango		4.40	
	Amplitud intercuartil			
	Asimetría		-1.719	1.225
	Curtosis			

Fuente: Elaboración propia

Como muestra los resultados estadísticos la tabla 60 realizado el análisis estadístico mediante el software IBM SPSS en relación a la resistencia a la compresión a los 28 días con adición de fibras de polipropileno reciclado se aprecia los resultados de los intervalos de confianza, media, mediana, varianza, asimetría valores máximos y mínimos estos adicionando dosis de fibras de polipropileno de 0.00%, 0.05%, 0.10%, 0.15%, 0.25% con un muestreo total de 15 datos.

Tabla 61. Prueba de normalidad resistencia a la compresión edad 28 días

% de fibras de polipropileno reciclado		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diseño f'c= 210	0.00 %	.244	3		.971	3	.675
kg/cm ²	0.05 %	.362	3		.805	3	.125
Resistencia a la	0.10 %	.370	3		.786	3	.081
compresión	0.15 %	.371	3		.785	3	.079
(edad 28 días)	0.25 %	.371	3		.784	3	.077

Fuente: Elaboración propia

Se prueba la hipótesis estadística respecto a la resistencia a la compresión estos obtenidos en la ruptura de briquetas a edad de 28 días, estas para un nivel de significancia del 0.05 donde se deberá aceptar o rechazar la hipótesis nula según los resultados de la prueba de normalidad, de las cuales se tiene las siguientes hipótesis:

H₀: Los resultados del ensayo a la resistencia a la compresión (de la ruptura de briquetas) al adicionar con fibras de polipropileno reciclado derivan de una distribución normal.

H_a: Los resultados del ensayo a la resistencia a la compresión (de la ruptura de briquetas) al adicionar con fibras de polipropileno reciclado no derivan de una distribución normal.

Según los resultados de la tabla 61 todos los valores de significancia por Shapiro-Wilk son ascendentes al valor de significancia del 0.05, las cuales se acepta la hipótesis nula, concluyendo que la adición de fibras de polipropileno tiene una distribución paramétrica para los resultados a la resistencia a la compresión obtenidos, también cabe mencionar que los resultados provienen de una base de datos normal.

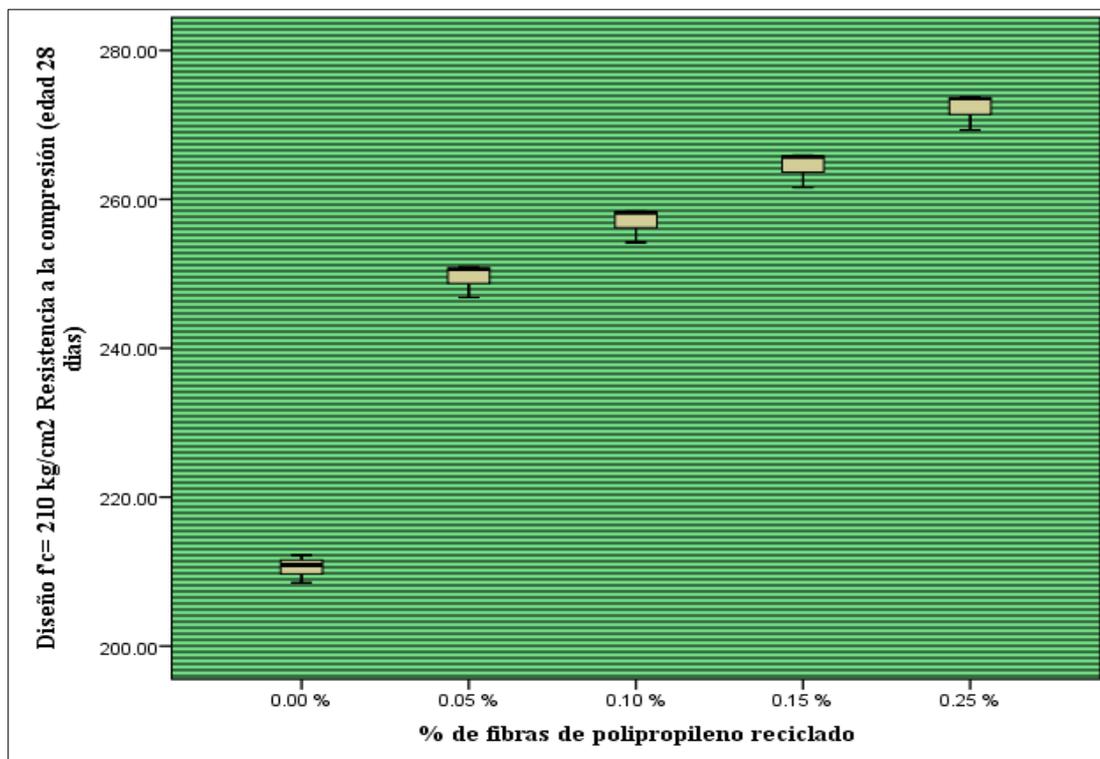


FIGURA 28. Diagrama de bigotes en la resistencia a la compresión edad 28 días
Fuente: Elaboración propia

Del diagrama de bigotes, se determinó la dispersión y distribución para evaluar para evaluar los tamaños de muestra según la dosis de fibras de polipropilenos de las cuales estas muestran un comportamiento asimétrico y se encuentra en los rangos establecidos.

Tabla 62. Correlaciones de la resistencia a la compresión edad 28 días

		% de fibras de polipropileno reciclado	Diseño f'c= 210 kg/cm ² Resistencia a la compresión (edad 7 días)
Diseño f'c= 210 kg/cm ² Resistencia a la compresión (edad 28 días)	Correlación de Pearson	1	.908**
	Sig. (bilateral)		.000
	N	15	15
% de fibras de polipropileno reciclado	Correlación de Pearson	.908**	1
	Sig. (bilateral)	.000	
	N	15	15

Fuente: Elaboración propia

Los datos de la resistencia a la compresión a una edad de 28 días obtenidos en laboratorio estos sometidos a una prueba de hipótesis nula, lo que llevó a la conclusión

de que los datos procedían de una distribución normalmente distribuida; por lo tanto, se realizó un análisis de correlación de Pearson donde se obtuvo un resultado de 0.908 lo cual indica una correlación positiva en la dosis de fibras de polipropileno reciclado en la resistencia a la compresión.

Tabla 63. Resultados de Análisis de varianza Anova de Resistencia a la Compresión a edad de 28 días ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	6910.092	4	1727.523	327.1640	1.49534E-10	3.478049
Dentro de los grupos	52.80296	10	5.280296			
Total	6962.895	14				

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se rechaza la H_0 (Hipótesis nula)

Según el resultado de análisis de Varianza de la tabla 63 el valor F calculado = 1727.523 y el valor F teórico o tabulado nos da un resultado de 3.478049, con 4 grados de libertad con un nivel de significancia de alfa de 0.05, por lo que realmente existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula y deducir que existe un aumento significativo en la resistencia de compresión a edad de 28 días que la muestra patrón sin adición de fibras de polipropileno.

Tabla 64. Resultados de la prueba de comparación múltiple Tukey de la Resistencia a la Compresión a edad de 28 días ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$)

HSD de Tukey _a		Diseño $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ Resistencia a la compresión (edad 28 días)				
% de fibras de polipropileno reciclado	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
R1-0.00 %	3	210.5333				
R2-0.05 %	3		249.4333			
R3-0.10 %	3			256.9333333		
R4-0.15 %	3				264.4	
R5-0.25 %	3					272.1667
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

De los resultados que se evidencia en la tabla 56 de la prueba de hipótesis tukey, la cual empleamos para la verificación de las medias de la resistencia a la compresión donde hay variaciones, en este caso se puede deducir que para el R1 (Resistencia 1, adición de fibras de polipropileno al 0 %), R2 (Resistencia 2, adición de fibras de polipropileno al 0.05 %), R3 (Resistencia 3, adición de fibras de polipropileno al 0.10 %), R4

(Resistencia 4, adición de fibras de polipropileno al 0.15 %), R5 (Resistencia 5, adición de fibras de polipropileno al 0.25%), se aprecia que las medias R1, R2, R3, R4, R5 tienen medias estadísticamente diferentes debido a que según se añades mayor cantidad de fibras de polipropileno reciclado en un diseño $f^c=210$ kg/cm² acrecienta su resistencia a la compresión.

Indicador 03: Resistencia a la flexión (kg/cm²)

Tabla 65. *Estadísticos descriptivos resistencia a la flexión edad 28 días*

% de fibras de polipropileno reciclado			Estadístico	Error típ.
Diseño $f^c=210$ kg/cm ² Resistencia a la Flexión (edad 28 días)	0.00 %	Media	36.0167	.05667
		Intervalo de confianza para la media al 95%	35.7728	
		Límite inferior		
		Límite superior	36.2605	
		Media recortada al 5%		
		Mediana	35.9600	
		Varianza	.010	
		Dev. típ.	.09815	
		Mínimo	35.96	
		Máximo	36.13	
	Rango	.17		
	Amplitud intercuartil			
	Asimetría	1.732	1.225	
	Curtosis			
	0.05 %	Media	36.5267	.11020
		Intervalo de confianza para la media al 95%	36.0525	
		Límite inferior		
		Límite superior	37.0008	
		Media recortada al 5%		
		Mediana	36.6000	
Varianza		.036		
Dev. típ.		.19088		
Mínimo		36.31		
Máximo		36.67		
Rango	.36			
Amplitud intercuartil				
Asimetría	-1.474	1.225		
Curtosis				
0.10 %	Media	37.2000	.10392	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	36.7529		
	Límite inferior			
	Límite superior	37.6471		
	Media recortada al 5%			
	Mediana	37.2000		
	Varianza	.032		
	Dev. típ.	.18000		
	Mínimo	37.02		
	Máximo	37.38		
Rango	.36			
Amplitud intercuartil				
Asimetría	.000	1.225		
Curtosis				
0.15 %	Media	38.0933	.20497	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	37.2114		
	Límite inferior			
	Límite superior	38.9752		
	Media recortada al 5%			
	Mediana	38.0900		
	Varianza	.126		
	Dev. típ.	.35501		
	Mínimo	37.74		
	Máximo	38.45		
Rango	.71			
Amplitud intercuartil				
Asimetría	.042	1.225		
Curtosis				
0.25 %	Media	39.1600	.20785	

Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	38.2657	
	Límite superior	40.0543	
Media recortada al 5%			
Mediana		39.1600	
Varianza		.130	
Desv. típ.		.36000	
Mínimo		38.80	
Máximo		39.52	
Rango		.72	
Amplitud intercuartil			
Asimetría		.000	1.225
Curtosis			

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 65 realizado el análisis estadístico mediante el software IBM SPSS en relación a la resistencia a la flexo compresión de especímenes de concreto a una edad de 28 días estas con adición de fibras de polipropileno reciclado se aprecia los resultados de los intervalos de confianza, media, mediana, varianza, asimetría valores máximos y mínimos estos adicionando dosis de fibras de polipropileno de 0.00%, 0.05%, 0.10%, 0.15%, 0.25% con un muestreo total de 15 datos.

Tabla 66. Prueba de normalidad resistencia a la flexión edad 28 días

% de fibras de polipropileno reciclado	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diseño f'c= 210 kg/cm ²	0.00 %	.385	3	.750	3	.000
Resistencia a la flexión (edad 28 días)	0.05 %	.316	3	.889	3	.352
	0.10 %	.175	3	1.000	3	1.000
	0.15 %	.176	3	1.000	3	.984
	0.25 %	.175	3	1.000	3	1.000

Fuente: Elaboración propia

Se prueba la hipótesis estadística respecto a la resistencia a la flexo compresión obtenidos en la ruptura de probetas prismáticas a edad de 28 días, estas para un nivel de significancia del 0.05 donde se deberá aceptar o rechazar la hipótesis nula según los resultados de la prueba de normalidad, de las cuales se tiene las siguientes hipótesis:

H₀: Los resultados del ensayo a la resistencia a la flexo compresión (de la ruptura de briquetas) al adicionar con fibras de polipropileno reciclado derivan de una distribución normal.

H_a: Los resultados del ensayo a la resistencia a la flexo compresión (de la ruptura de briquetas) al adicionar con fibras de polipropileno reciclado no derivan de una distribución normal.

Como se puede evidencia los resultados de la tabla 66 de la prueba de la normalidad todos los valores de significancia por Shapiro-Wilk en la adición de un porcentaje al

0.05,%, 0.10% y 0.25% son mayores al nivel de significancia del 0.05, de las cuales para estos valores se se acepta la hipótesis nula, ultimando que la adición de fibras de polipropileno tienen una distribución paramétrica para los resultados a la resistencia de la flexo compresión, también cabe mencionar que los resultados provienen de una base de datos normal.

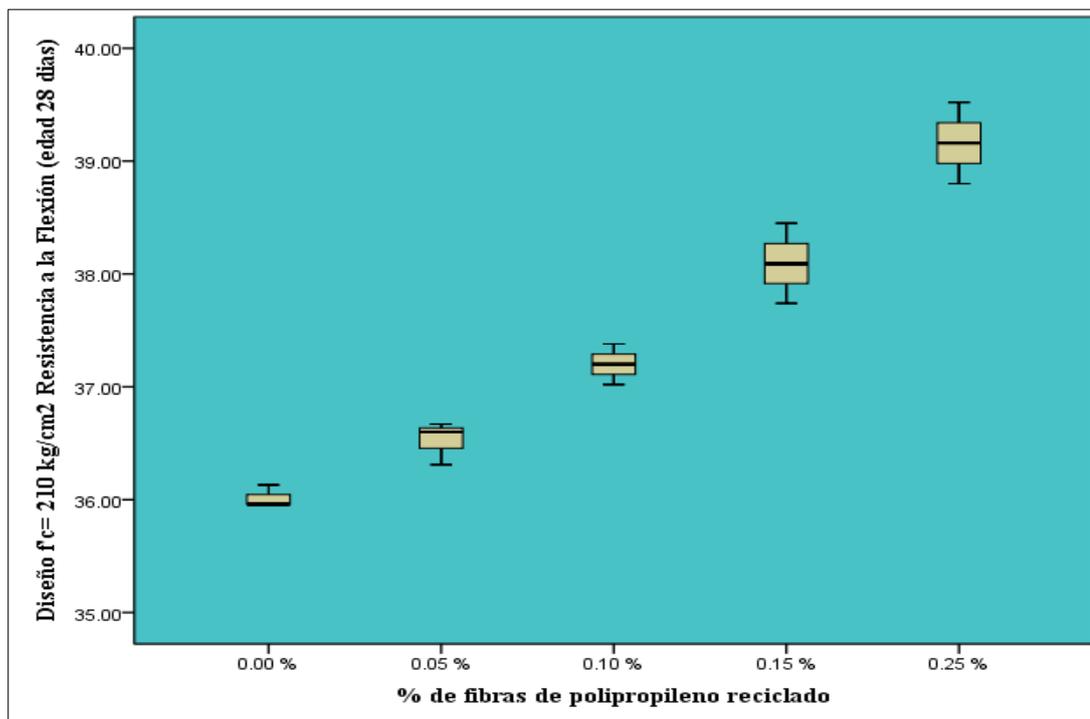


FIGURA 29. Diagrama de bigotes en la resistencia a la flexión edad 28 días

Fuente: Elaboración propia

Del diagrama de bigotes, se determinó la dispersión y distribución para evaluar para evaluar los tamaños de muestra según la dosis de fibras de polipropilenos de las cuales estas muestran un comportamiento asimétrico y se encuentra en los rangos establecidos.

Tabla 67. Correlaciones de la resistencia a la flexión edad 28 días

		% de fibras de polipropileno reciclado	Diseño f'c= 210 kg/cm ² Resistencia a la compresión (edad 7 días)
Diseño f'c= 210 kg/cm ² Resistencia a la flexión (edad 28 días)	Correlación de Pearson	1	.973**
	Sig. (bilateral)		.000
	N	15	15
% de fibras de polipropileno reciclado	Correlación de Pearson	.973**	1
	Sig. (bilateral)	.000	
	N	15	15

Fuente: Elaboración propia

Los datos que muestra la tabla 67 de la resistencia a la flexo- compresión a una edad de 28 días obtenidos en laboratorio estos sometidos a una prueba de hipótesis nula, lo que

llevó a la conclusión de que los datos procedían de una distribución normalmente distribuida; por lo tanto, se realizó un análisis de correlación de Pearson donde se obtuvo un resultado de 0.973 los cuales estos indican que tienen correlación positiva en la dosis de fibras de polipropileno reciclado en la resistencia a la flexo compresión.

Tabla 68. Resultados de Análisis de varianza Anova de Resistencia a la Flexo Compresión a edad de 28 días ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	18.89262	4	4.723155	71.30293	2.60044E-07	3.478049691
Dentro de los grupos	0.662406	10	0.066240			
Total	19.55502	14				

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se rechaza la H_0 (Hipótesis nula)

Según el resultado de análisis de Varianza de la tabla 28 el valor F calculado = 71.300293 y el valor F teórico o tabulado nos da un resultado de 3.478049, con 4 grados de libertad con un nivel de significancia de alfa de 0.05, por lo que realmente existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula y deducir que existe un aumento significativo en la resistencia a la flexo-compresión a edad de 28 días que de la muestra patrón sin adición de fibras de polipropileno.

Tabla 69. Resultados de la prueba de comparación múltiple Tukey de la Resistencia a la Flexo Compresión a edad de 28 días ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$)

HSD de Tukey _a		Diseño $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ Resistencia a la Flexión (edad 28 días)			
% de fibras de polipropileno reciclado	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
R1-0.00 %	3	36.0167			
R2-0.05 %	3	36.5267	36.5267		
R3-0.10 %	3		37.2000		
R4-0.15 %	3			38.0933	
R5-0.25 %	3				39.1600
Sig.		.188	.058	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

De los resultados que se evidencia en la tabla 59 de la prueba de hipótesis tukey, la cual empleamos para la verificación de las medias de la resistencia a la compresión donde hay variaciones, en este caso se puede deducir que para el R1 (Resistencia 1, adición de fibras de polipropileno al 0 %), R2 (Resistencia 2, adición de fibras de polipropileno al 0.05 %), R3 (Resistencia 3, adición de fibras de polipropileno al 0.10 %), R4

(Resistencia 4, adición de fibras de polipropileno al 0.15 %), R5 (Resistencia 5, adición de fibras de polipropileno al 0.25%).

- La muestra R1 y R2 tienen medias similares.
- La muestra R2 y R3 tienen medias similares.
- La muestra R3 y R4 tienen medias diferentes los resultados de las muestras R1, R2.
- La muestra C4 tiene el valor de media más bajo en el grado de compactación y el valor más alto de media se obtiene con la muestra C3

De las cuales se afirma que la adición de dosis de fibras de polipropileno del 0.00%(patrón), 0.05 %, 0.10% tienen resultados a la prueba de flexo compresión equivalentes las cuales no hay mucha variación, sin embargo, con la dosis del 0.15 %, 0.25% si hay un aumento considerable al flexo compresión.

4.4 Discusión de resultados

Indicador 01: Trabajabilidad (cm)

Los resultados de las evaluaciones de asentamiento de concreto en estado fresco, mostrados en la tabla 39, evidencia que la adición de fibras de polipropileno reciclado al 0.05% incrementa la trabajabilidad en un 4.55 %, mientras que seguir adicionado desde el 0.10% al < 0.25% desciende en su trabajabilidad hasta un -125.06 %, en relación al asentamiento de diseño de 3 1/2” (8.89 cm).

Velásquez (1), en su control del asentamiento basado a la norma de la ASTM C-143 adicionando el aditivo de fibras de polipropileno de 0.80 kg/cm³ obtuvo un slump de 1” y para un 1 kg/m³ obtuvo un slump de 1” pero al adicionar fibras de polipropileno reciclado en relación a 0.80 kg/m³ y 1 kg/m³ consiguió una mejora de su slump logrando alcanzar a 2” sin embargo cabe resaltar que los asentamientos que obtuvo el diseño de mezclas fue de 3”-4” de las cuales ninguna de sus muestras en estado fresco lograron alcanzar dicho diseño.

Tabla 70. *Diseño de mezcla con fibra de polipropileno*

Resistencia nominal	210 kg/cm ²	Resistencia nominal	210 kg/cm ²
Resistencia promedio requerida	246 kg/cm ²	Resistencia promedio requerida	246 kg/cm ²
Relación agua/cemento	0,57	Relación agua/cemento	0,57
Asentamiento	8 – 10 cm (3”- 4”)	Asentamiento	8 – 10 cm (3”- 4”)
Fibra de polipropileno	0,80 kg/m ³	Fibra de polipropileno	1 kg/m ³

Fuente: Velásquez (1)

Tabla 71. *Diseño de mezcla con fibra de polipropileno reciclado*

Resistencia nominal	210 kg/cm ²
Resistencia promedio requerida	246 kg/cm ²
Relación agua/cemento	0,57
Asentamiento	8 – 10 cm (3" - 4")
Polipropileno reciclado (material experimental)	0,80 kg/m ³

Resistencia nominal	210 kg/cm ²
Resistencia promedio requerida	246 kg/cm ²
Relación agua/cemento	0,57
Asentamiento	8 – 10 cm (3" - 4")
Polipropileno reciclado (material experimental)	0,80 kg/m ³

Fuente: Velásquez (1)

Isidro (7), en su investigación de la influencia de las fibras de polipropileno en el concreto obtuvo resultados de asentamiento en su muestra patrón de 3.67 cm y con una adición de 0.6 kg/m³ logro alcanzar un asentamiento de 2.75 cm, para una adición de fibras al 1.2kg/m³ obtuvo un resultado de 1.99 cm de asentamiento, para una adición de 1.8 kg/m³ de 1.40 cm y para una adición de 2.4 kg/cm³ consiguió un asentamiento de 0.65 cm. Las cuales sus resultados evidencian un comportamiento similar a los que obtuvimos es disminuyendo su asentamiento según se adiciona mayos cantidad de fibras de polipropileno.

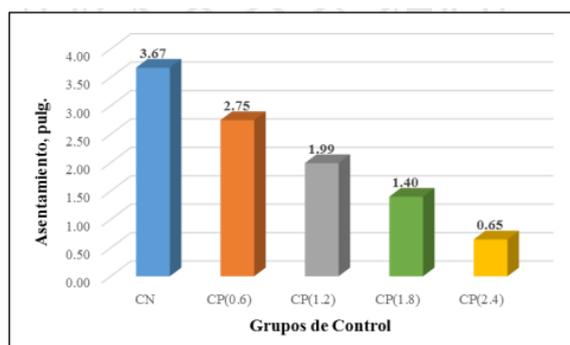


FIGURA 30. Asentamiento en el cono de abrams para los grupos de prueba

Fuente: Isidro (7)

Indicador 02: Resistencia a la compresión (kg/cm²)

Según nuestros resultados delimitados en los ensayos de resistencia a la compresión simple con adición de fibras de polipropileno reciclado al 0.00% patrón, 0.05%, 0.10%, 0.15%, 0.25% de acuerdo con la resistencia de diseño $f'c=210$ kg/cm²; a la edad de 28 días se alcanzó resistencias sucesivamente de 210.51 kg/cm², 249.45 kg/cm², 256.93 kg/cm², 264.41 kg/cm², 272.14 kg/cm². Donde acrecentar su resistencia.

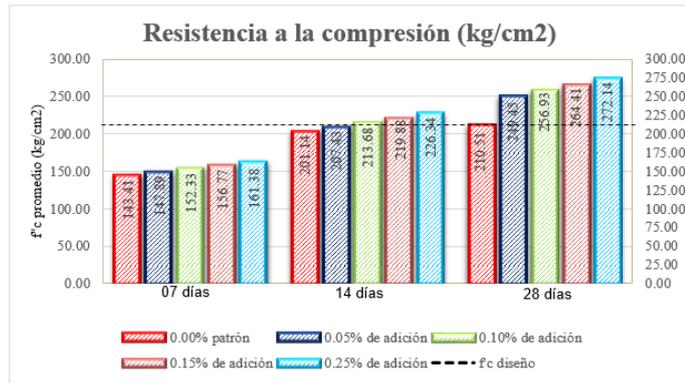


FIGURA 31. Resistencias obtenidas según adición de fibras de polipropileno a la resistencia de compresión simple

Fuente: Elaboración propia

Dávila et al., (8) en su investigación similar obtiene resultados en la adición de fibras de polipropileno de mascarillas recicladas en porcentajes de 0.00%, 0.12%, 0.17%, 0.22%, 0.27% con resistencias de 215.36 kg/cm², 218.36 kg/cm², 221.34 kg/cm², 225.12 kg/cm², 223.21 kg/cm² correlativamente al incrementos de fibras de polipropileno reciclado las cuales en nuestro caso se obtuvo resultados de compresión mucho más elevadas pero si teniendo relación que al adicionar más fibras recicladas de polipropileno mejora la resistencia a la compresión.



FIGURA 32. Resistencia a la compresión a los 28 días del concreto $f'c=210$ kg/cm² incorporando fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales

Fuente: Davila et al., (8)

Indicador 01: Resistencia a la flexión (kg/cm²)

En relación a los resultados promedio de la rotura de las vigas prismáticas al ensayo de flexión, de las muestras con adición a porcentajes de 0% patrón, 0.05%, 0.10%, 0.15%

y 0.25% de fibras de polipropileno reciclado donde a la edad de 28 días se adquirió resultados de módulo de rotura 36.02 kg/cm², 36.53 kg/cm², 37.20 kg/cm², 38.09 kg/cm², 39.16 kg/cm² llegando a un porcentaje de módulo de rotura del 108.78% en relación al MR de diseño.

Dávila et al., (8) al someter sus vigas prismáticas de concreto al ensayo de flexión a dosis de fibras de polipropileno reciclado de mascarillas quirúrgicas en porcentajes de 0.00%, 0.12%, 0.17%, 0.22%, 0.27% con resistencias de 31.02 kg/cm², 32.04 kg/cm², 33.31 kg/cm², 36.61 kg/cm², 35.45 kg/cm² correlativamente, consiguiendo mayores resistencias a la flexión según se adiciona fibras de polipropileno reciclado cabe resaltar que al igual que nuestra investigación se asemeja al comportamiento de esta; sin embargo, nuestros valores alcanzados muestran una gran variación de módulo de rotura de 39.16 kg/cm².

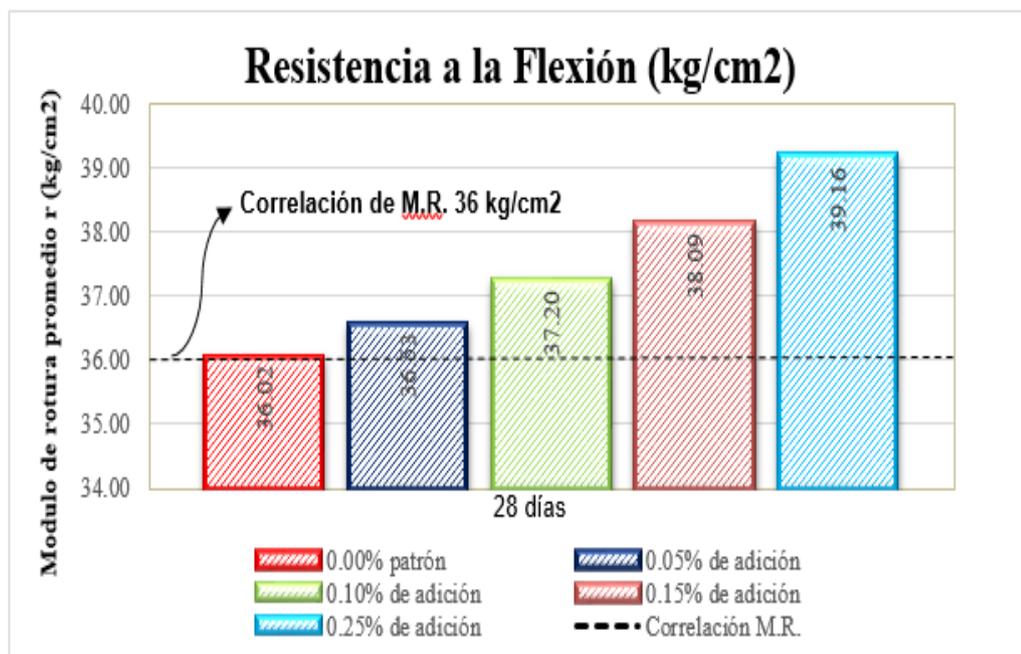


FIGURA 33. Resistencia a la flexión a los 28 días del concreto $f'c=210$ kg/cm² incorporando fibras de polipropileno recicladas
 Fuente: Davila et al., (8)



FIGURA 34. Resistencia a la flexión los 28 días del concreto $f^c=210$ kg/cm² incorporando fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales

Fuente: Davila et al., (8)

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

De acuerdo al primer objetivo específico de la presente tesis, el cual fue analizar la adición de fibras de Polipropileno Reciclado en la trabajabilidad del concreto $F'c=210$ kg/cm² en pavimentos rígidos, Cusco 2022, se tiene que cuanto más fibra se incorpora en el concreto, el revenimiento o slump se reduce de forma directamente proporcional y presenta una función lineal. Del análisis estadístico que se presenta en la Figura 17, se concluye que, por cada 1% de fibra de polipropileno reciclada añadido a la masa de concreto, entonces el revenimiento disminuye 21.5 centímetros. Por otro lado, se infiere que emplear fibras de polipropileno reciclado hace que la mezcla incremente su viscosidad y por lo tanto sea menos trabajable, esto quiere decir que en última instancia se requerirá más energía para vibrarlo.

Asimismo, luego de la ejecución de la presente tesis, se ha logrado analizar la adición de fibras de polipropileno reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto $F'c=210$ kg/cm² para pavimentos rígidos. Así, se concluye que, en las tres edades analizadas, es decir, 7, 14 y 28 días, la resistencia a la compresión presenta un aumento proporcional al porcentaje de fibra de polipropileno incorporado, con un comportamiento lineal que demuestra que por cada 1% de fibra adicionada, entonces la resistencia crece en 72.75 kg/cm² para los siete días; en 102.04 kg/cm² para los 14 días y en 122.65 kg/cm² para los 28 días de curado. Para el caso de la prueba estándar de a los 28 días, la cual es la edad en la que la norma obliga a controlar la resistencia, ésta crece en un 12.5% respecto del patrón sin fibra cuando se le añade 0.25% de fibra. De esta manera se demuestra que el uso de la fibra reciclada contribuye con la resistencia a la compresión del concreto debido a las fuerzas de trabazón que se presentan entre la pasta de cemento y las fibras.

Seguidamente, se ha logrado analizar la adición de fibras de polipropileno reciclado en la resistencia a la flexión del concreto $F'c=210$ kg/cm² en pavimentos rígidos, Cusco 2022, así se ha demostrado que la resistencia a la flexión se incrementa linealmente conforme se añade la fibra al concreto, siendo que por cada 1% de fibra añadida la resistencia a la flexión a los 28 días se incrementa en 33.42 kg/cm², haciendo un

incremento promedio de 33% respecto del espécimen de control sin fibra cuando se añade un 0.25% de dicho material.

Para resumir, se ha logrado analizar la influencia de la adición de fibras de Polipropileno Reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $F'c=210$ kg/cm² en pavimentos rígidos, Cusco 2022, encontrándose que el incremento de fibras reduce el slump haciendo la mezcla más dura de trabajar, a su vez, tanto la resistencia a la compresión como la resistencia a la flexión se incrementan en 12% y 33% respectivamente, esto último refleja los beneficios en el comportamiento mecánico que pueden ser atribuidos al uso de la fibra reciclada pudiéndose mejorar las prestaciones del concreto a la vez que se reduce la contaminación ambiental.

En la producción de concreto añadir fibras de polipropileno reciclado para la construcción de obras de infraestructura vial serían muy útiles debido a la abundancia de este insumo y por lo que contribuye a la mejora del concreto, no solo contribuye a la resistencia del concreto sino a la mitigación de la contaminación de mascarillas, gorras, mamelucos de fibras de polipropileno.

5.2 Recomendaciones.

- Para garantizar entre el tiempo de demora para el fraguado y la absorción de agua del concreto, se recomienda la elección del 0.10 % de adición de fibras de polipropileno reciclado como máximo, ya que el fraguado del 0.15%, 0.25% es más rápido y esto ocasionaría que en el proceso de vaciado nos gane debido a su consistencia seca.
- Se recomienda para otras investigaciones similares experimentar con otras dosis de cantidad de fibras de polipropileno reciclado del mismo modo evaluar otras propiedades del concreto como la segregación, Exudación, Contracción, Elasticidad etc. Con el propósito de poder encontrar un contenido de adición óptima, que permita mejorar aún más la propiedades físicas y mecánicas del concreto.
- Se recomienda en otras indagaciones evaluar la ruptura de compresión simple y flexión a edades mayores que los 28 días con el propósito verificar como es su comportamiento y tendencia en el paso del tiempo con la adición de fibras de polipropileno reciclado.

- Se recomienda realizar experimentos con la adición de fibras de polipropileno en climas fríos y cálidos para ver su comportamiento en el proceso de fraguado y resistencia frente a estas condiciones.
- Se recomienda a los futuros investigadores estudiar la inclusión de fibras añadiendo aditivo superplastificante para contrarrestar el efecto de endurecimiento de la mezcla producido por las fibras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **VELASQUEZ, Nery Rigoberto.** *Análisis Comparativo del Concreto Modificado con Polipropileno Reciclado y la Fibra de Polipropileno Comercial.* Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Ingeniería Civil, 2017. 160.
2. **VASQUEZ, Cesar Sulpicio.** *IMPLEMENTACIÓN DE PRODUCTOS RECICLADOS DE POLIPROPILENO (TAPAS DE BOTELLAS DE PLÁSTICO) TRITURADAS, COMO COMPLEMENTO DEL AGREGADO PARA LA FABRICACIÓN DE CONCRETO LIVIANO.* Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Ingeniería Civil, 2016. 131.. *INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADOS PLÁSTICO Y ENDURECIDO.*
3. **MENDOZA, Carlos Javier, AIRE, Carlos y DAVILA, Pula.** 2, México : Concreto y cemento. Investigación y desarrollo, 2011, Vol. 2. 2007-3011. *Uso de mascarillas faciales de un solo uso COVID-19 para mejorar la resistencia a los surcos del pavimento asfáltico.* **WANG, George, y otros.** EE.UU : s.n., 2022, Science of The Total Environment.
4. **NAVIA, Luis Alberto, PERETRA, Luis Ernesto y SARASTI, Juan Fernando.** *Análisis Comparativo de la Adición de Fibras de Polipropileno de Desechos de .* Bogota : UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA, 2021.
5. **FARFAN, Karen Yanina y CRUZ, Lesly Romina.** *Uso de fibra de polipropileno como material de refuerzo y su .* Piura : UNIVERCIDAD CESAR VALLEJO, ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA , 2020. 45.
6. **ISIDRO, Guillermo.** *“INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F’C 210 KG/cm²”.* Puno : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, 2017. 229.
7. **DÁVILA, Ricardina y VIGO, Jose Carlos Alberto.** *“Utilización de fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales para evaluar las propiedades mecánicas del concreto 210 kg/cm². Trujillo 2021”.* Trujillo : ACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, Universidad Cesar Vallejo, 2021. 245.
8. **DURAND, Gloria Estefany.** *“ADICIÓN DE FIBRA DE POLIPROPILENO RECICLADA DE UN SACO DE ARROZ PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EVALUADO EN PRIMAS DE CONCRETO DE 210 KG/cm² SEGÚN LA NTP 339.078, LIMA 2021”.* Lima : Facultad de Ingeniería UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, 2021. 103.
9. **CHAPOÑAN, Jose Miguel y QUISPE, Joel.** *“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RIGIDOS ADICIONANDO FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL A.A.H.H VILLAMARIA-NUEVO CHIMBOTE”.* Nuevo Chimbote : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA FACULTAD DE INGENIERÍA , 2017. 214.
10. **Mariano.** *Tecnología de los Plásticos. Blog dedicado a los materiales plásticos, características, usos, fabricación, procesos de transformación y reciclado.* [En línea] 02 de 06 de 2011. <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/polipropileno.html>.
11. **ABANTO, F.** *Tecnología del concreto.* Lima : Universidad Mayor de San Marcos, 2005.
12. **MONSALVE, Escobar, y otros.** *Diseño De Pavimento Fflexible Y Rigido.* s.l. : Universidad del Quindío, 2012.
13. **SÁNCHEZ DE GUZMÁN, DIEGO.** *Tecnología del concreto y del mortero.* Bogota, Colombia : Bhandar Editores, 2001. 9589247040.
14. **ANDALUCIA, (ALA).** *Manual de Control de Calidad de los Ensayos de*

- Hormigón*. Madrid-España : Asociación de Laboratorios de la Construcción de Andalucía (ALA), 2019. JAFIOT/ SGT-04-2019.
15. **GARCIA, Juan y VARGAS, J.** *Resistencia de Materiales*. Bolivia : : Universidad Mayor de San Simón, 2007.
16. **MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.** *Manual De Ensayo De*. Lima : Diario Oficial “El Peruano”, 2016.
17. **DELTA, TEX.** Technical Fabrics. [En línea] 01 de 10 de 2021.
<https://texdelta.com/blog/aplicaciones-y-ventajas-del-uso-de-fibras-de-polipropileno/#:~:text=La%20fibra%20de%20polipropileno%20es,Muy%20buena%20relaci%C3%B3n%20coste%2Fbeneficio..>
18. **MILLÁN, M.** *Comportamiento Del Hormigón Reforzado Con Fibras De* . Ambato, Ecuador : Universidad Técnica De Ambato, 2013.
19. **HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar.** *Metodología de la Investigación 6º Edición*. Mexico : Mac Graw-Hill, 2014.
20. **ABANTO, Flavio.** *ECNOLOGÍA DEL CONCRETO*. Lima : San Marcos E.I.R.L., 2009. 978-612-302-060-6.
21. **European, Parliament.** Noticias Parlamento europeo. [En línea] 2016.
<https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>.

ANEXOS

ANEXO 01 (Matriz de Operacionalización)

Tabla 72. Matriz de Operacionalización

TESIS : "PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO F’c=210 kg/cm² EN PAVIMENTOS RÍGIDOS CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO RECICLADO, CUSCO 2022”						
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente Adición de fibras de Polipropileno Reciclado	Los polipropilenos (PP) son plásticos estándar de uso universal con propiedades muy equilibradas, es un termoplástico semicristal, que se produce polimerizando (TECNOLOGÍA DE LOS PLÁSTICOS, 2011)	Las fibras de polipropileno reciclado en presentación de hilachas trituradas se adicionará en diferentes porcentajes de la elaboración de la mezcla de concreto f’c=210 kg/cm ² .	D1: Dosificación de fibras de polipropileno reciclado.	I1: 0.00 % (Patrón) I2: 0.05 % I3: 0.10 % I4: 0.15 % I5: 0.25 %	Fichas de Laboratorio	De razón
Variable dependiente Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F’c=210 kg/cm ² .	Denominada losa de concreto al Pavimento rígido, Está apoyada sobre una capa de material conformado al cual se le conoce como base – sub base (MONSALVE ESCOBAR, et al.,2012 p. 23). El concreto tiene propiedades mecánicas a esta de le denomina como la capacidad de respuesta del elemento y se manifiesta cuando es aplicado una carga y fuerzas y en cuanto a las propiedades físicas son las que se manifiesta tanto en su estado fresco y endurecido como la plasticidad, absorción, Trabajabilidad etc.	Se elaborará muestras o especímenes de concreto para los ensayos de verificación de propiedades mecánicas como es la compresión (45 und) y flexión (15 und), Para los ensayos de verificación de Propiedades físicas un total de 15 muestras para el asentamiento (slump) de acuerdo con las normativas estipuladas.	D1: Propiedades Físicas,	I1: Trabajabilidad (cm.)	Fichas de Laboratorio	De razón
			D2: Propiedades Mecánicas,	I1: Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Fichas de Laboratorio	De razón
				I2: Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	Fichas de Laboratorio	De razón

ANEXO 02 (Matriz de Consistencia)

Tabla 73. Matriz de Consistencia

TESIS : "PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO F’c=210 kg/cm² EN PAVIMENTOS RÍGIDOS CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO RECICLADO, CUSCO 2022”					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
Problema general:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Variable independiente:	ENFOQUE: Cuantitativo	POBLACIÓN DE ESTUDIO Producción de Concreto (Testigos)
PG1. - ¿Cuál es la incidencia de la adición de fibras de Polipropileno Reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del concreto F’c=210 kg/cm ² en pavimentos rígidos, Cusco 2022?.	OG1. - Analizar la incidencia de la adición de fibras de Polipropileno Reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del concreto F’c=210 kg/cm ² en pavimentos rígidos, Cusco 2022.	HG1. - La adición de fibras de Polipropileno Reciclado incide significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto F’c=210 kg/cm ² en pavimentos rígidos, Cusco 2022.	Adición de fibras de Polipropileno Reciclado		
Problemas específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	Variable dependiente:	TIPO: Aplicada	MUESTRA DE ESTUDIO
PE1. - ¿De qué manera incide la adición de fibras de Polipropileno Reciclado en la trabajabilidad del concreto F’c=210 kg/cm ² en pavimentos rígidos, Cusco 2022?	OE1. - Analizar la adición de fibras de Polipropileno Reciclado en la trabajabilidad del concreto F’c=210 kg/cm ² en pavimentos rígidos, Cusco 2022.	HE1. - La adición de fibras de Polipropileno Reciclado incide significativamente en la trabajabilidad del concreto F’c=210 kg/cm ² en pavimentos rígidos, Cusco 2022.	Propiedades físicas y mecánicas del concreto F’c=210 kg/cm ² .		
PE2. - ¿De qué manera incide la adición de fibras de Polipropileno Reciclado en la resistencia a compresión del concreto F’c=210 kg/cm ² en pavimentos rígidos, Cusco 2022?	OE2. - Analizar la adición de fibras de Polipropileno Reciclado en la resistencia a la compresión del concreto F’c=210 kg/cm ² en pavimentos rígidos, Cusco 2022.	HE2. -La adición de fibras de Polipropileno Reciclado incide significativamente en la resistencia a compresión del concreto F’c=210 kg/cm ² en pavimentos rígidos, Cusco 2022			
PE3. - ¿De qué manera incide la adición de fibras de Polipropileno Reciclado en la resistencia a la flexión del concreto F’c=210 kg/cm ² en pavimentos rígidos, Cusco 2022?	OE3. - Analizar la adición de fibras de Polipropileno Reciclado en la resistencia a la flexión del concreto F’c=210 kg/cm ² en pavimentos rígidos, Cusco 2022.	HE3. -La adición de fibras de Polipropileno Reciclado incide significativamente en la resistencia a la flexión del concreto F’c=210 kg/cm ² en pavimentos rígidos, Cusco 2022.			
				NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Explicativo	
				DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental	Probetas cilíndricas y prismáticas de concreto

ANEXO 03 (Registro Fotográfico)

3.1 RECOLECCIÓN DE POLIPROPILENO RECICLADO DE MASCARILLAS FACIALES EN LA CIUDAD DEL CUSCO.



3.2 PROCESO DE DESINFECCIÓN DE POLIPROPILENO RECICLADO, APLICANDO EL MÉTODO DE LA DESINFECCIÓN CON LEJÍA, POR UN TIEMPO APROXIMADO DE 30 MINUTOS.



3.3 SECADO DEL POLIPROPILENO RECICLADO (MASCARILLA RECICLADAS, GORRAS Y BATAS DE PP)



3.4 RETIRO DE LAS LIGAS Y FIERROS DEL POLIPROPILENO RECICLADO
(MASCARILLAS, GORRAS Y BATAS DE PP)



3.5 CORTE DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO RECICLADO DE MASCARILLAS FACIALES, GORRAS Y BATAS DE PP



3.6 REALIZANDO LOS ENSAYOS PARA OBTENER LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS PROVENIENTES DE LA CANTERA “CÓRDOVA”



3.7 ELABORACIÓN DEL CONCRETO $f'c=210\text{kg/cm}^2$ PARA LAS MUESTRAS PATRÓN Y LAS MUESTRAS CON ADICIONES DE FIBRA DE POLIPROPILENO RECICLADAS DE MASCARILLAS FACIALES FIBRA: 0%, 0.1%, 0.15%, 0. 20%, 0.25% EN VOLUMEN



3.8 ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS DE CONCRETO DE $f'c=210\text{kg/cm}^2$ DE MUESTRAS PATRÓN: 0%, 0.1%, 0.15%, 0. 20%, 0.25% Y EXPERIMENTAL EN VOLUMEN, UTILIZANDO PROBETAS CILÍNDRICAS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE Y PROBETAS PIRAMIDALES PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.



3.9 TESTIGOS CILÍNDRICOS Y PRISMÁTICOS PARA EL ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE Y FLEXIÓN



3.9 ROTURA DE TESTIGOS CILÍNDRICO Y PRISMÁTICOS EN EL ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE Y FLEXIÓN





3.9 CONTROL DE LA PRUEBA DEL SLUMP.



ANEXO 04 (Certificados de ensayos realizados y calibración)

ADVERTENCIA para asesores, dictaminantes, rectores, ministros, etc.: En el Perú, no existe ley que obligue a que, para el ejercicio profesional de la ingeniería civil, se deba contar con **licencia de funcionamiento** o certificación de Indecopi o **INACAL**, hay que recordar que el **INACAL** no autoriza el funcionamiento de laboratorios, sino que, certifica que un laboratorio está preparado para ejecutar algún cierto ensayo. En el Perú, no es obligatorio, por ley, que un ingeniero civil que ejecuta ensayos y pruebas geotécnicas, tenga permiso o certificación del Inacal, claro que es deseable, pero **NO ES OBLIGATORIO**. En este sentido, de haber alguna observación al presente documento se solicita a los revisores **hacerlo por escrito**, mencionando expresamente la normativa interna de la universidad en la que, la certificación del Inacal es requisito, ateniéndose a las consecuencias legales que tal acto provoque en contra del D.L. 701 y la ley 28858.

CÉSAR EDILBERTO ARBULÚ JURADO

MBA. Ing. Civil CIP 115764 – **COLEGIADO Y HABILITADO**

RUC 10239763681 (Celular para consulta de asesores, dictaminantes, rectores, ministros, etc.: 984685155)

Consultor en geotecnia, con equipos calibrados propios y sin licencia de funcionamiento, ni certificación Inacal.

Informe 126-CEAJ-2022

Informe de resultado de laboratorio:

Datos generales:

Solicitante(s): MAMANI SARCO LIDUVINA ISABEL, RODRIGUEZ MAMANI SHIRLEY KARINA.

Fecha del ensayo: del 25 de junio al 23 de julio de 2022.

Localización de los equipos: Av. Micaela Bastidas 258, Wanchaq, Cusco, Perú.

Muestreo, procedencia y manipulación del suelo hasta llegar al laboratorio: hecha por el solicitante.



Ámbito de uso y aplicación del presente informe.

Primero. El "Manual de Ensayo de Materiales" del Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado por D.S. N° 034-2008-MTC es de cumplimiento obligatorio por los órganos responsables de la gestión de la infraestructura vial de los tres niveles de gobierno: Nacional, Regional y Local. **Una universidad, sea nacional o particular, NO es órgano de gestión de la infraestructura vial del gobierno**, por lo tanto, dentro de sus actividades no le es aplicable el mencionado reglamento de manera obligatoria.

Segundo. El D.S. N° 034-2008-MTC en su: "Artículo 3 Del ámbito de aplicación" a la letra dice: "... es de aplicación por los tres niveles de gobierno...". Nuevamente, cualquier universidad en el Perú, especialmente las universidades particulares no son parte del nivel de gobierno del Perú, por lo que **las normas del MTC no les son aplicables de manera obligatoria.**

Tercero. INVESTIGAR NO ES HACER RESIDENCIA DE OBRA: Hacer una tesis es aplicar la ingeniería científica y no la práctica estándar (proyectista, residente, supervisor, liquidador o gerente de obras, etc.) de la ingeniería civil. Por lo tanto, el presente instrumento tiene su uso exclusivo dentro de una tesis de investigación y no es válido para aceptar o rechazar tramos de carreteras en la ejecución de obras.

En tal sentido y por lo expuesto, de haber alguna observación al presente documento y sus resultados, se solicita a los revisores **hacerlo por escrito, mencionando expresamente la norma interna de la universidad, supelementalmente vulnerada y que alinea a la aplicación de normas nacionales como las del MTC**, para ensayos que forman parte de una tesis de investigación científica, y no como parte del control de materiales para residencia de obra en la gestión de la infraestructura vial.

Tanto la norma de pavimentos, como las normas del MTC, así como la norma de suelos y cimentaciones en el Perú requieren que un informe como el presente sea firmado por un ingeniero civil colegiado y habilitado, siendo el único requisito para su validez.

1. Diseño de Mezcla

DISEÑO DE MEZCLA

TESIS: Propiedades físicas y mecánicas del Concreto Fc=210 kg/cm² en Pavimentos Rígidos adición de Fibras de Polipropileno Reciclado

UBICACIÓN: CUSCO

METODO DE DISEÑO DE MEZCLA.

El Diseño de mezcla se realizó con tablas elaboradas por el comité ACI-211.1-91: "Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete" Reapproved 1997. El método original del ACI data del año 1944, habiendo experimentado relativamente muy pocas variantes sustantivas hasta la última versión

ANALISIS DE LOS AGREGADOS.

CANTERA AGREGADO GRUESO: CORDOVA-HUAMBTIO
CANTERA AGREGADO FINO: CORDOVA-HUAMBTIO

Resumen de las Propiedades Físicas y Mecánicas de los Agregados

AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso unitario suelto (Kg/m ³)	1680	Tamaño máximo nominal (Pulg.)	1 1/2
Peso específico de masa	2.14	Peso unitario suelto (Kg/m ³)	1406
Absorción (%)	1.10	Peso seco compactado (kg / m ³)	1594
Contenido de Humedad (%)	2.42	Peso específico de masa	2.78
Módulo de finura (2.35-3.15)	3.09	Absorción (%)	3.21
%que pasa la malla N° 200 (<5%)	4.09	Contenido de Humedad (%)	2.94
Tipo de Cemento Portland a usar	Puzolanico IP		
Peso Especifico	2.85		

DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI			
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A USAR PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO			
Cantera de donde se extraen los materiales : CORDOVA			
CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO			
Resistencia a la compresión especificada del Concreto ($f'c$) =	210	kg / cm ²	
Desviación estándar cuando no se dispone de datos en Cantera (1) (σ) =	84	kg / cm ²	
Desviación estándar de antiguos ensayos realizados en Cantera (2) (σ) =		kg / cm ²	
Resistencia promedio requerida en obra (1) ($f'cr$) =	294	kg / cm ²	
Resistencia promedio requerida en obra (2) ($f'cr$) =		kg / cm ²	
Resistencia promedio requerida en obra ($f'cr$) =	294	kg / cm ²	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso unitario suelto (Kg/m ³)	1680	Tamaño máximo nominal (Pulg.)	1 1/2
Peso específico de masa :	2.14	Peso unitario suelto (Kg/m ³)	1405.91
Absorción (%) :	1.1	Peso seco compactado (kg / m ³)	1594
Contenido de Humedad (%) :	2.42	Peso específico de masa	2.78
Módulo de finura (2.35-3.15) :	3.09	Absorción (%)	3.21
% que pasa la malla N° 200 (<5%)	4.09	Contenido de Humedad (%)	2.94
AGUA			
Tipo de Cemento Portland a usar :	Puzolánico IP		
Peso Especifico :	2.85		

DISEÑO DE MEZCLA

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO.		escoger con: x	
Seca	0" a 2"	0	
Plástica	3" a 4"	x	
Húmeda	>= 5"	0	
TIPO DE CONCRETO A DISEÑAR:		escoger con: x	
Concreto sin aire incorporado		x	
Concreto con aire incorporado		0	
Volumen unitario de Agua :		181.00	lt / m ³
Contenido de aire total :		1.00	%
Relación Agua / Cemento :		0.55	
Factor cemento :		Factor Cemento = 394.55	Kg / m ³
		Factor Cemento = 9.3	Bolsas / m ³
Contenido de Agregado Grueso	Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto :	0.68	m ³
	Peso del Agregado Grueso :	1085.51	Kg / m ³
Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales		Cemento :	0.138 m ³
		Agua :	0.181 m ³
		Aire :	0.010 m ³
		Agregado Grueso :	0.390 m ³
		Suma de Volúmenes :	0.720 m ³
Contenido de Agregado Fino	Volumen Absoluto de Agregado Fino :	0.280	m ³
	Peso del Agregado Fino seco :	599	Kg / m ³
Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño por m³.		Cemento :	395 Kg / m ³
		Agua de diseño :	181 lt / m ³
		Agregado Fino seco :	599 Kg / m ³
		Agregado Grueso seco :	1086 Kg / m ³
Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.		Cemento :	42.50 Kg / saco
		Agua de diseño :	19.50 lt / saco
		Agregado Fino seco :	64.57 Kg / saco
		Agregado Grueso seco :	116.93 Kg / saco
Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado		Cemento :	1
		Agregado fino seco :	1.52
		Agregado grueso seco :	2.75
		Agua de Diseño :	19.5 lt / saco

DEBAY EDOLESTO ARBELLU ARANGO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CP. N° 11574

CORRECCIÓN POR HUMEDAD		
Contenido de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino	2.42 %
	Agregado Grueso	2.94 %
Peso Húmedo de los Agregados :	Agregado Fino	614.00 Kg / m ³
	Agregado Grueso	1117.00 Kg / m ³
Humedad Superficial de los Agregados :	Agregado Fino	1.32 %
	Agregado Grueso	-0.28 %
Aporte de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino	8.00 lt / m ³
	Agregado Grueso	-3.00 lt / m ³
	Aporte Total	5.00 lt / m ³
Agua Efectiva :	Agua Efectiva	176.00 lt / m ³
Relación Agua / Cemento de Diseño :		0.46
Peso de los materiales corregidos por humedad a ser emplados en las mezclas de prueba por m ³ .	Cemento	394.55 Kg / m ³
	Agua Efectiva	176.00 lt / m ³
	Agregado Fino Húmedo	614.00 Kg / m ³
	Agregado Grueso Húmedo	1117.00 Kg / m ³
Relación Agua / Cemento Efectiva :		0.45
Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Cemento	42.5 Kg / saco
	Agua Efectiva	19.0 lt / saco
	Agregado fino húmedo	66.1 Kg / saco
	Agregado grueso húmedo	120.3 Kg / saco
Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado	Cemento	1
	Agregado fino húmedo	1.56
	Agregado grueso húmedo	2.83
	Agua Efectiva	19.0 lt / saco

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CP. N° 115784

Proporción en Volumen:	Cemento	9.28	p3=bls
	Agregado fino húmedo	12.91	p3
	Agregado grueso húmedo	28.06	p3
	Agua Efectiva	176.00	lt.

Proporción en Volumen:	Cemento	1	
	Agregado fino húmedo	1.39	
	Agregado grueso húmedo	3.02	
	Agua Efectiva	19.0	lt / saco

DOSIFICACIÓN PRÁCTICA EN VOLUMEN PARA UNA BACHADA EN OBRA USANDO MEZCLADORA DE 9 p3

Bolsas de Cemento Portland Puzolánico IP	ARENA GRUESA (gavera de 1 pie cúbico)	PIEDRA CHANCADA DE 1 1/2" (gavera de 1 pie cúbico)	AGUA (Litros)	Superplastificante de Alto Rango para Climas Frios (Kilogramos)
1	1.50	3.00	19 L	1/4 kg



A fin de evitar la propensión de los operarios de aumentar agua a la mezcla y para garantizar la trabajabilidad de la misma, se recomienda emplear un aditivo superplastificante de alto rango para climas fríos.

Rendimiento de la bachada	0.1077	m ³ /bach
Número de bachadas para 1 m ³	10	bach/m ³

ADVERTENCIA para asesores, dictaminantes, rectores, ministros, etc.: En el Perú, no existe ley que obligue a que, para el ejercicio profesional de la ingeniería civil, se deba contar con **licencia de funcionamiento** o certificación de Indecopi o **INACAL**, hay que recordar que el **INACAL**, no autoriza el funcionamiento de laboratorios, sino que, certifica que un laboratorio está preparado para ejecutar algún cierto ensayo. En el Perú, no es obligatorio, por ley, que un ingeniero civil que ejecuta ensayos y pruebas geotécnicas, tenga permiso o certificación del Inacal, claro que es deseable, pero **NO ES OBLIGATORIO**. En este sentido, de haber alguna observación al presente documento se solicita a los revisores **hacerlo por escrito**, mencionando expresamente la normativa interna de la universidad en la que, la certificación del Inacal es requisito, ateniéndose a las consecuencias legales que tal acto provoque en contra del D.L. 701 y la ley 28858.

CÉSAR EDILBERTO ARBULÚ JURADO

MBA. Ing. Civil CIP 115764 - **COLEGIADO Y HABILITADO**

RUC 10239763681 (Celular para consulta de asesores, dictaminantes, rectores, ministros, etc.: 984685155)

Consultor en geotecnia, con equipos calibrados propios y **sin licencia de funcionamiento, ni certificación Inacal.**

Informe 125-CEAJ-2022

Informe de resultado de laboratorio:

Datos generales:

Solicitante(s): MAMANI SARCO LIDUVINA ISABEL, RODRIGUEZ MAMANI SHIRLEY KARINA.

Fecha del ensayo: del 25 de junio al 23 de julio de 2022.

Localización de los equipos: Av. Micaela Bastidas 258, Wanchaq, Cusco, Perú.

Muestreo, procedencia y manipulación del suelo hasta llegar al laboratorio: hecha por el solicitante.

CÉSAR EDILBERTO ARBULÚ JURADO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 115764

Ambito de uso y aplicación del presente informe.

Reserva. El "Manual de Ensayo de Materiales" del Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado por D.S. N° 034-2008-MTC es de cumplimiento obligatorio por los órganos responsables de la gestión de la infraestructura vial de los tres niveles de gobierno: Nacional, Regional y Local. **Una universidad, sea nacional o particular, NO es órgano de gestión de la infraestructura vial del gobierno**, por lo tanto, dentro de sus actividades no le es aplicable el mencionado reglamento de manera obligatoria.

Legisla. El D.S. N° 034-2008-MTC en su "Artículo 3 Del ámbito de aplicación" a la letra dice: "... de aplicación por los tres niveles de gobierno." **Nuevamente, cualquier universidad en el Perú, especialmente las universidades particulares no son parte del nivel de gobierno del Perú, por lo que las normas del MTC no les son aplicables de manera obligatoria.**

Tercero. INVESTIGAR NO ES HACER RESERVENCIA DE OBRA. Hacer una tesis es aplicar la ingeniería científica y no la práctica estándar (proyectista, residente, supervisor, liquidador o gerente de obras, etc.) de la ingeniería civil. Por lo tanto, el presente instrumento tiene su uso exclusivo dentro de una tesis de investigación y no es válido para aceptar o rechazar tramos de carreteras en la ejecución de obras. En tal sentido y por lo expuesto, de haber alguna observación al presente documento y sus resultados, se solicita a los revisores **hacerlo por escrito, mencionando expresamente la norma interna de la universidad, expresamente vulnerada, y que obliga a la aplicación de normas nacionales como las del MTC** para ensayos que forman parte de una tesis de investigación científica, y no como parte del control de materiales para residencia de obra en la gestión de la infraestructura vial.

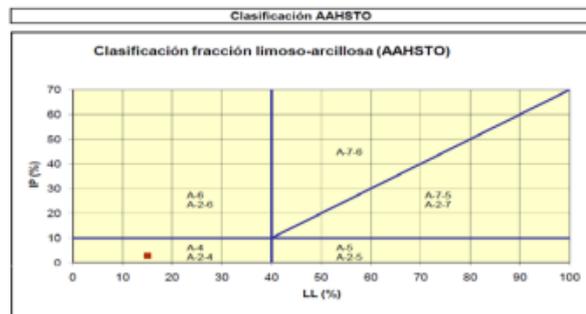
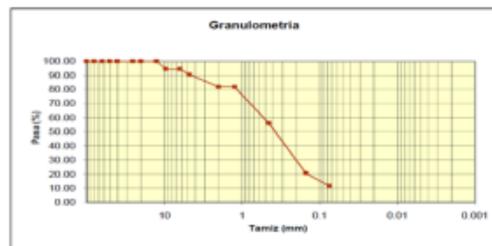
Tanto la norma de pavimentos, como las normas del MTC, así como la norma de suelos y cimentaciones en el Perú requieren que un informe como el presente sea firmado por un ingeniero civil colegiado y habilitado, siendo el único requisito para su validez.

1. Resultados de la granulometría por análisis mecánico por tamizado de los agregados (ASTM D422).

Tamiz (mm)	Pasa (%)	Retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
100	100.00	0.00	0.00	0.00
80	100.00	0.00	0.00	0.00
63	100.00	0.00	0.00	0.00
50.8	100.00	0.00	0.00	0.00
40	100.00	0.00	0.00	0.00
25.4	100.00	0.00	0.00	0.00
20	100.00	0.00	0.00	0.00
12.5	100.00	0.00	0.00	0.00
9.525	94.33	5.67	5.67	5.67
6.3	94.33	5.67	5.67	0.00
4.75	90.50	9.50	9.50	3.83
2	81.83	18.17	18.17	8.67
1.25	81.83	18.17	18.17	0.00
0.45	56.17	43.83	43.83	25.67
0.150	20.67	79.33	79.33	35.50
0.075	11.67	88.33	88.33	9.00

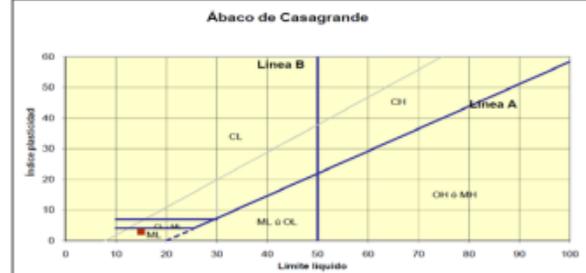
Limite liquido LL	15.00 %
Limite plastico LP	12.18 %
Indice plasticidad IP	2.82 %

Pasa tamiz N° 4 (limas)	90.50 %
Pasa tamiz N° 200 (0.080 mm)	11.67 %
D ₅₀	0.57 mm
D ₆₀	0.23 mm
D ₁₀ (diámetro efectivo)	mm
Coefficiente de uniformidad (Cu)	
Grado de curvatura (Cc)	



Material granular
 Excelente a bueno como subgrado
A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa

Valor del índice de grupo (IG): **0**



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
 Suelo de partículas gruesas. (Nomenclatura con símbolo doble).
Arena mal graduada con limo SP SM

Previo a la preparación del concreto, se realizó un lavado del material para disminuir el contenido de finos.

El tamaño máximo nominal del agregado fue de 3/4".

2. Resultados de la experimentación con fibras de polipropileno reciclado.

2.1 Resultados de los ensayos de compresión simple.

Ensayo	Edad (días)	Dosis fibra (%)	Q (kg)	fc (kg/cm2)
Compresión	7	0	11610	143.2
Compresión	7	0	11670	143.9
Compresión	7	0	11600	143.1
Compresión	7	0.05	11970	147.6
Compresión	7	0.05	12040	148.5
Compresión	7	0.05	11960	147.5
Compresión	7	0.1	12330	152.1
Compresión	7	0.1	12400	152.9
Compresión	7	0.1	12320	152.0
Compresión	7	0.15	12690	156.5
Compresión	7	0.15	12760	157.4
Compresión	7	0.15	12680	156.4
Compresión	7	0.25	13070	161.2
Compresión	7	0.25	13130	162.0
Compresión	7	0.25	13050	161.0
Compresión	14	0	16340	201.5
Compresión	14	0	16320	201.3
Compresión	14	0	16260	200.6
Compresión	14	0.05	16850	207.8
Compresión	14	0.05	16830	207.6
Compresión	14	0.05	16770	206.9
Compresión	14	0.1	17360	214.1
Compresión	14	0.1	17340	213.9
Compresión	14	0.1	17270	213.0
Compresión	14	0.15	17860	220.3
Compresión	14	0.15	17840	220.0
Compresión	14	0.15	17780	219.3
Compresión	14	0.25	18390	226.8
Compresión	14	0.25	18360	226.5
Compresión	14	0.25	18300	225.7
Compresión	28	0	17200	243.2
Compresión	28	0	17100	243.0
Compresión	28	0	16900	239.3
Compresión	28	0.05	20340	250.9
Compresión	28	0.05	20320	250.6
Compresión	28	0.05	20010	246.8
Compresión	28	0.1	20950	258.4
Compresión	28	0.1	20930	258.2
Compresión	28	0.1	20610	254.2
Compresión	28	0.15	21560	265.9
Compresión	28	0.15	21540	265.7
Compresión	28	0.15	21210	261.6
Compresión	28	0.25	22190	273.7
Compresión	28	0.25	22170	273.5
Compresión	28	0.25	21830	269.3

CESAR LOPEZ ARSILLU ARANGO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CP. N° 111714

La resistencia a la compresión se ha calculado de la siguiente forma:

$$= Q / (3.14/4 * 10.16^2)$$

2.2 Resultados de los ensayos de resistencia a la flexión.

Ensayo	Edad (días)	Dosis fibra (%)	Q (kg)	Módulo de rotura (kg/cm2)
Flexión	28	0	1010	35.96
Flexión	28	0	1010	35.96
Flexión	28	0	1015	36.13
Flexión	28	0.05	1030	36.37
Flexión	28	0.05	1030	36.67
Flexión	28	0.05	1028	36.60
Flexión	28	0.1	1050	37.38
Flexión	28	0.1	1040	37.02

Ensayo	Edad (días)	Dosis fibra (%)	Q (kg)	Módulo de rotura (kg/cm2)
Flexión	28	0.1	1045	37.20
Flexión	28	0.15	1060	37.74
Flexión	28	0.15	1080	38.45
Flexión	28	0.15	1070	38.09
Flexión	28	0.25	1100	39.16
Flexión	28	0.25	1090	38.80
Flexión	28	0.25	1110	39.52

El módulo de rotura se ha calculado con el siguiente procedimiento (MTC E709-2000):

8. Calculation

8.1 If the fracture initiates in the tension surface within the middle third of the span length, calculate the modulus of rupture as follows:

$$R = \frac{PL}{bd^2} \quad (2)$$

where:

R = modulus of rupture, MPa [psi].

P = maximum applied load indicated by the testing machine, N [lbf].

L = span length, mm [in.].

b = average width of specimen, mm [in.], at the fracture, and

d = average depth of specimen, mm [in.], at the fracture.

Note 5—The weight of the beam is not included in the above calculation.

CESAR EDUARDO ABELLU ARANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CP. N° 11574

2.3 Resultados de los ensayos de revenimiento (ASTM C143).

Ensayo	Dosis fibra (%)	Slump (pulg)	Promedio
Slump	0	8.90	8.90
Slump	0	9.00	
Slump	0	8.80	
Slump	0.05	8.89	9.31
Slump	0.05	8.89	
Slump	0.05	10.16	
Slump	0.1	8.89	8.04
Slump	0.1	7.62	
Slump	0.1	7.62	
Slump	0.15	6.35	6.77
Slump	0.15	6.35	
Slump	0.15	7.62	
Slump	0.25	4.50	3.95
Slump	0.25	3.81	
Slump	0.25	3.54	

Por lo expuesto, se tiene que la fibra de polipropileno reciclada incrementa tanto la resistencia a la compresión como la resistencia a la flexión, así mismo reduce la trabajabilidad de la mezcla.

Es todo cuanto se informa al respecto.


 CESAR EDUARDO ABELLU ARANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CP. N° 11574

Cusco, 13 de agosto de 2022

EL ÚNICO REQUISITO LEGAL PARA QUE EL PRESENTE INFORME SEA VÁLIDO SEGÚN LA LEY 2858.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

Certificado de Habilidad

N° - A - 0073137

LEY Nº 24648

Los que suscriben certifican que:

El Ingeniero (a): ARBULLU JURADO, CESAR EDILBERTO

Adscrito al Consejo Departamental de: CUSCO

Con Registro de Matricula del CIP N°: 115764 Fecha de Incorporación: 05/04/2010

Especialidad: CIVIL

De conformidad con la Ley Nº 28858, Ley que complementa a la Ley Nº 16053 del Ejercicio Profesional y el Estatuto del Colegio de Ingenieros del Perú, SE ENCUENTRA COLEGIADO Y HÁBIL, en consecuencia está autorizado para ejercer la Profesión de Ingeniero (a).

ASUNTO	EJERCICIO PROFESIONAL
ENTIDAD O PROPIETARIO	VARIOS
LUGAR	VARIOS

EL PRESENTE DOCUMENTO TIENE VIGENCIA HASTA		
DÍA	MES	AÑO
31	05	2022

CUSCO, 30 de Abril del 20 22

VÁLIDO SOLO ORIGINAL

Maria del Carmen Ponce Mejia
Ing. María del Carmen Ponce Mejia
Decana Nacional
Colegio de Ingenieros del Perú

Juan Osorio Paiva
Consejo Departamental
Colegio de Ingenieros del Perú
Ing. Juan Osorio Paiva

NO VÁLIDO PARA FIRMAS DE CONTRATO EN OBRAS PÚBLICAS NI PARA RESIDENTES DE OBRAS PÚBLICAS



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CLM-575-2022

Solicitante : ARBULU JURADO CESAR EDILBERTO
Dirección : AV. MICAELA BASTIDAS 258 OF. 704 -
WANCHAQ - CUSCO
Instrumento de Medición : COPA CASA GRANDE
Marca : PINZUAR
Modelo : PS11
Serie : 1846
Identificación : NO INDICA
Procedencia : COLOMBIA
Contador : ANALOGO
División mínima : 1
Lugar de Calibración : Lab. Longitud de Metrotest E.I.R.L.
Fecha de Calibración : 2022-01-21
Fecha de Emisión : 2022-01-21

Misión:
Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

Visión:
Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.
Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó por comparación directa usando un tacómetro y un Cronómetro Patrón certificados empleando el método de comparación entre las indicaciones de lectura del equipo Casagrande a calibrar versus las revoluciones por minuto medidas con el tacómetro patrón en un tiempo determinado.
Tomando Como referencia la Norma ASTM D 4318 y el Manual de Ensayos de Materiales (EM2000)
Determinación de Limite Liquido de los Suelos MTC E 110 - 2000.

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- Base endurecida Cumple con su referencia a rebote Seco

Los errores encontrados son menores a los Errores Máximos Permitidos (e.m.p) para su Clase de Exactitud. Los resultados indicados en el presente documentos son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto. METROTEST EIRL. No se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento. El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes. El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

- (*) Código inscrito en una etiqueta adherida al instrumento.



Luigi Asenjo G.
Jefe de Metrología



Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración
CLM-575-2022 Página 2 de 3

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	21,2 °C	21,0 °C
Humedad Relativa	51 %	52,0 %

PATRONES DE REFERENCIA:

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa del Servicio Nacional de Metrología SNM – INDECOPI en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROTEST E.I.R.L.	Pie de rey Patrón	CLM-001-2018
Patrones de referencia del DM-INACAL	Cronometro Patrón de 0,01 seg de resolución	LTF-C-111-2018
Patrones de referencia del DM-INACAL	Tacómetro Patrón de 0,1 RPM de resolución	LTF-C-108-2018

RESULTADOS

APARATO DE LIMITE LIQUIDO

	Descripción		Dimensiones			
			Metrico (mm)	Tolerancia (mm)	Inglés (in)	Tolerancia (in)
Conjunto de la cazuela	Radio de la copa	A	54,472	54 ±0.5	2,14	0,020
	Espesor de la copa	B	1,938	2 ±0.1	0,08	0,004
	Profundidad de la copa	C	26,554	27 ±0.5	1,05	0,020
Base	Copa desde la guía del elevador hasta la base	N	47,8	47 ±1	1,88	0,039
	Espesor	K	50,86	50 ±2	2,00	0,08
	Largo	L	149,65	150 ±2	5,89	0,08
	Ancho	M	125,228	125 ±2	4,93	0,08

RANURADOR

Espesor	a	10,06	0,1	0,40	0,004
Borde Cortante	b	2,47	0,1	0,10	0,004
Ancho	c	13,48	0,1	0,53	0,004



Luigi Asarjo G.
Jefe de Metrología



Metrotest
E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración
CLM-575-2022 Página 3 de 3

CONTOMETRO

N° Cuentas del Patrón	N° Cuentas del instrumento	Error de N° de cuentas	Incertidumbre de N° cuentas
2	2	0	1
5	5	0	1
10	10	0	1
15	15	0	1
20	20	0	1
25	25	0	1
30	30	0	1

Incertidumbre

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con las Guías OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100: 2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las Mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La Incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k).

Generalmente se expresa un actor $k=2$ para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del Certificado de Calibración





PINZUAR LTDA
SOLUCIONES TECNOLÓGICAS PARA EL SECTOR PÚBLICO

INSPECTION CERTIFICATE CERTIFICADO DE INSPECCIÓN

CAZUELA CASAGRANDE MANUAL

CONFORME CON LA NORMA

NORMA: INV E-125 REFERENCIA: PS11

CERTIFICA QUE CUMPLE CON
LOS SIGUIENTES REQUERIMIENTOS

CARACTERISTICAS	RESULTADO	UNIDAD
Peso de la copa y el soporte	203,80	g
Espesor de la copa	2,01	mm
Profundidad de la copa.	26,94	mm
Altura de la base	50,84	mm
Ancho de la base	124,91	mm
Longitud de la base	149,80	mm

No Serie / Lote: 1846 / N.P.

FECHA: 2022-02-06 FIRMA: 

PINZUAR LTDA

A.C. P-01-E-140 Rev 01 Válido desde 2017-11-15

Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.

Pinzuar Ltda. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.

TEL: (571) 7454555 | Calle 18 No. 103 B 72
www.pinzuar.com.co | Bogotá - Colombia



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° 1425-145-2022

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/03/30

Solicitante **CÉSAR EDILBERTO ARBULÚ JURADO**

Dirección AV. MICAELA BASTIDAS 258- WANCHAQ - CUZCO-PERU

Instrumento de medición PRENSA HIDRAULICA PARA ROTURA DE CONCRETO

Identificación 1425-145-2020

Marca ARSOU

Modelo PR701

Serie 2138

Capacidad 120000KG

Indicador DIGITAL

Bomba MANUAL

Procedencia PERÚ

Laboratorio de Suelos y Concreto

Ubicación

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP SAC

Fecha de calibración 2022/03/30

Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines". Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arávalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° 1425-145-2022

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 100 TN	192-19 con trazabilidad INF-LE 250-18.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,3 °c	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 63 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01

CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO

SISTEMA DIGITAL "A" KG	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (Kg)				PROMEDIO "B" kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) kg	SERIE (2) kg	ERROR %	ERROR (2) %			
10000	10001.4	10000.9	0.0	0.0	10001.2	0.0115	0.00
20000	19999.0	19999.5	0.0	0.0	19999.3	0.00	0.00
30000	30000.0	29999.8	0.0	0.0	29999.9	0.00	0.00
40000	40000.5	39999.4	0.0	0.0	40000.0	0.00	0.00
50000	50000.0	50000.0	0.0	0.0	50000.0	0.00	0.00
60000	60000.4	59999.4	0.0	0.0	59999.9	0.00	0.00
70000	69998.8	69999.4	0.0	0.0	69999.1	0.00	0.00
80000	80000.0	79999.5	0.0	0.0	79999.8	0.00	0.00

NOTAS SOBRE CALIBRACION

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
2. - Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %
4. - Incertidumbre expandida del Error (Ep) = 0,35 % (1,73 kg)



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



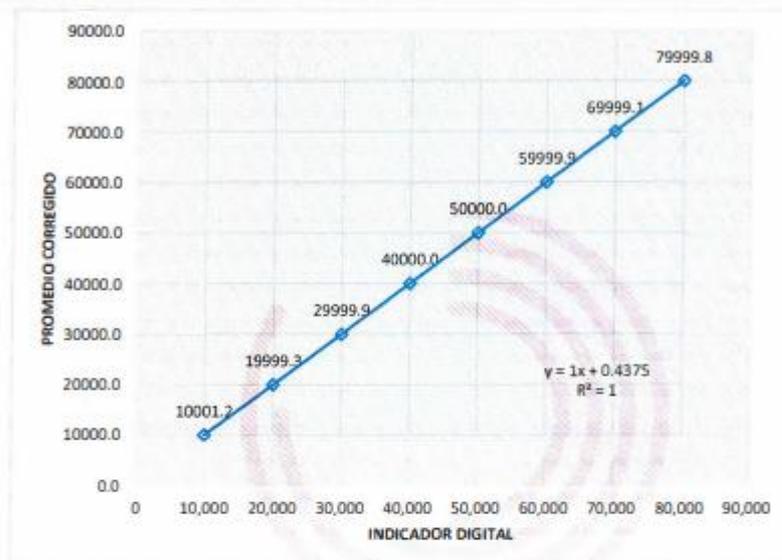
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1425-145-2022

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 1x + 0,4375$

Coefficiente Correlación $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



TEST SIEVE CERTIFICATE OF COMPLIANCE

P.O. BOX 608
Loveland, CO 80539-0608
In USA 1-800-323-1242
Worldwide (970) 663-9780
Fax: (970) 663-9781
E-mail: soiltest@eleusa.com
Website: www.eleusa.com

Chartmoor Road, Chantwell Business Park
Leighton Buzzard
Bedfordshire, LU7 8WG, England
Phone: +44 1525 249200
Fax: +44 1525 249249
E-mail: ele@eleint.co.uk
<http://www.ele.com>

This Certificate of Compliance represents ELE's commitment to deliver testing sieves of the highest quality. Every test sieve conforms to the manufacturing requirements of the following specifications:

ASTM E 11

ISO 565
ISO 3310-1

BS
410

Serial Number: 164729087



Certificate of Compliance

to specifications of

ASTM — American Society for Testing and Materials
ANSI — American National Standards Institute
ISO — International Standards Organization

This is to certify that the openings in the wire cloth of this test sieve have been checked through advanced optical technology to ensure conformity to ASTM Specification E-11. The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to ensure conformity to these same specifications.

Humboldt Mfg. Co. — 1.800.544.7220 • www.humboldtmfg.com • hmc@humboldtmfg.com

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 49,72 mm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 49,78 mm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 5,00 mm
AVERAGE DIAMETER

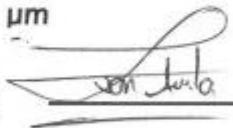
MALLA No. 2"
MESH No.

SERIE No. 62141
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,56 µm
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2016 - 02 - 07
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha Date	2016 - 02 - 07
Instrumento Instrument	TAMIZ PARA ENSAYO TEST SIEVE
Fabricante Manufacturer	PINZUAR LTDA.
Serie No. Serial No.	62141
Malla No. Mesh No.	2"

NORMA DE ENSAYO: ASTM E 11-15

Trazabilidad : Sus especificaciones se han verificado en el laboratorio de Control de calidad de Pinzuar Ltda. Por medio de instrumentos de medición calibrados con trazabilidad al sistema internacional de unidades (SI).

Resultados : Las dimensiones del marco fueron evaluadas de acuerdo al numeral 6.3 de la Norma ASTM E 11 - 15. La abertura de la malla cumple con lo establecido en el numeral 6.1 de la Norma ASTM E 11 - 15. El diámetro del alambre cumple con lo establecido en el numeral 6.2 de la Norma ASTM E 11-15.

PINZUAR LTDA

Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.
El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 851,32 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 882,95 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 505,21 μm
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 20
MESH No.

SERIE No. 64609
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 10,93 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2018 - 07 - 18
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha Date	2018 - 07 - 18
Instrumento Instrument	TAMIZ PARA ENSAYO TEST SIEVE
Fabricante Manufacturer	PINZUAR LTDA.
Serie No. Serial No.	64609
Malla No. Mesh No.	20

NORMA DE ENSAYO: ASTM E 11-15

Trazabilidad: Sus especificaciones se han verificado en el laboratorio de Control de calidad de Pinzuar Ltda. Por medio de instrumentos de medición calibrados con trazabilidad al sistema internacional de unidades (SI).

Resultados: Las dimensiones del marco fueron evaluadas de acuerdo al numeral 6.3 de la Norma ASTM E 11 - 15. La abertura de la malla cumple con lo establecido en el numeral 6.1 de la Norma ASTM E 11 - 15. El diámetro del alambre cumple con lo establecido en el numeral 6.2 de la Norma ASTM E 11-15.

PINZUAR LTDA

Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.

El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 74,67 mm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 75,05 mm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 6,32 mm
AVERAGE DIAMETER

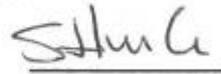
MALLA No. 3"
MESH No.

SERIE No. 61917
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,57 µm
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2018 - 01 - 26
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha 2018 - 01 - 26
Date

Instrumento TAMIZ PARA ENSAYO
Instrument TEST SIEVE

Fabricante PINZUAR LTDA.
Manufacturer

Serie No. 61917
Serial No.

Malla No. 3"
Mesh No.

NORMA DE ENSAYO: ASTM E 11-15

Trazabilidad: Sus especificaciones se han verificado en el laboratorio de Control de calidad de Pinzuar Ltda. Por medio de instrumentos de medición calibrados con trazabilidad al sistema internacional de unidades (SI).

Resultados: Las dimensiones del marco fueron evaluadas de acuerdo al numeral 6,3 de la Norma ASTM E 11 - 15. La abertura de la malla cumple con lo establecido en el numeral 6,1 de la Norma ASTM E 11 - 15. El diámetro del alambre cumple con lo establecido en el numeral 6,2 de la Norma ASTM E 11-15.

PINZUAR LTDA

Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.

El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	37,64	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	37,98	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	4,53	mm
MALLA No. MESH No.	1 ½"	
SERIE No. SERIAL No.	63816	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,56	µm
FECHA DATE	2018 - 05 - 25	FIRMA SIGN 

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha Date	2018 - 05 - 25
Instrumento Instrument	TAMIZ PARA ENSAYO TEST SIEVE
Fabricante Manufacturer	PINZUAR LTDA.
Serie No. Serial No.	63816
Malla No. Mesh No.	1 ½"

NORMA DE ENSAYO: ASTM E 11-15

Trazabilidad: Sus especificaciones se han verificado en el laboratorio de Control de calidad de Pinzuar Ltda. Por medio de instrumentos de medición calibrados con trazabilidad al sistema internacional de unidades (SI).

Resultados: Las dimensiones del marco fueron evaluadas de acuerdo al numeral 6.3 de la Norma ASTM E 11 - 15. La abertura de la malla cumple con lo establecido en el numeral 6.1 de la Norma ASTM E 11 - 15. El diámetro del alambre cumple con lo establecido en el numeral 6.2 de la Norma ASTM E 11-15.

PINZUAR LTDA

Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.

El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 19,05 mm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 19,16 mm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 3,02 mm
AVERAGE DIAMETER

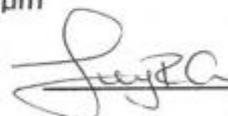
MALLA No. ¾"
MESH No.

SERIE No. 63968
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,55 µm
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2018 - 06 - 07
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha Date	2018 - 06 - 07
Instrumento Instrument	TAMIZ PARA ENSAYO TEST SIEVE
Fabricante Manufacturer	PINZUAR LTDA.
Serie No. Serial No.	63968
Malla No. Mesh No.	¾"

NORMA DE ENSAYO: ASTM E 11-15

Trazabilidad: Sus especificaciones se han verificado en el laboratorio de Control de calidad de Pinzuar Ltda. Por medio de instrumentos de medición calibrados con trazabilidad al sistema internacional de unidades (SI).

Resultados: Las dimensiones del marco fueron evaluadas de acuerdo al numeral B.3 de la Norma ASTM E 11 - 15. La abertura de la malla cumple con lo establecido en el numeral B.1 de la Norma ASTM E 11 - 15. El diámetro del alambre cumple con lo establecido en el numeral B.2 de la Norma ASTM E 11-15.

PINZUAR LTDA

Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.

El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	4,78	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	4,88	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	1,71	mm
MALLA No. MESH No.	4	
SERIE No. SERIAL No.	64256	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm
FECHA DATE	2018 - 06 - 22	FIRMA SIGN

Lidy Lopez

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha Date	2018 - 06 - 22
Instrumento Instrument	TAMIZ PARA ENSAYO TEST SIEVE
Fabricante Manufacturer	PINZUAR LTDA.
Serie No. Serial No.	64256
Malla No. Mesh No.	4

NORMA DE ENSAYO: ASTM E 11-15

Trazabilidad: Sus especificaciones se han verificado en el laboratorio de Control de calidad de Pinzuar Ltda. Por medio de instrumentos de medición calibrados con trazabilidad al sistema internacional de unidades (SI).

Resultados: Las dimensiones del marco fueron evaluadas de acuerdo al numeral 6,3 de la Norma ASTM E 11 - 15. La abertura de la malla cumple con lo establecido en el numeral 6,1 de la Norma ASTM E 11 - 15. El diámetro del alambre cumple con lo establecido en el numeral 6,2 de la Norma ASTM E 11-15.

PINZUAR LTDA

Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.

El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.