

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**Evaluación En Fibras De Polietileno Botellas De Plástico
Reciclado En La Estabilidad Y Fluencia En Mezcla Asfáltica En
Frio – 2022**

Para optar : **El Grado Académico de Maestro en
Ingeniería Civil Mención en: Ingeniería de
Transportes**

Autor : **Bach. Edison Rodríguez Ore**

Asesor : **Mtro. Jeannelle Sofía Herrera Montes**

**Línea de
investigación** : **Transportes y Urbanismo**

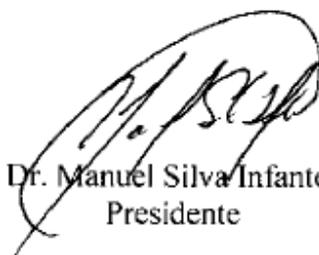
Institucional

**Fecha de inicio / y
culminación** : **Noviembre del 2021 y junio del 2022**

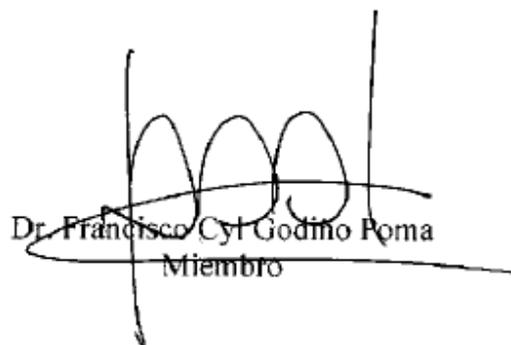
Huancayo – Perú

Diciembre - 2023

JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



Dr. Manuel Silva Infantes
Presidente



Dr. Francisco Cyl Godino Poma
Miembro



Dr. Rubén Darío Tapia Silguera
Miembro



Mg. Alcides Luis Fabian Brañez
Miembro



Dr. Jaime Humberto Ortiz Fernández
Secretario Académico

DEDICATORIA

A nuestro señor Creador quien con su inteligencia, voluntad y divinidad infinita a guiado mi existencia además de a verme guiado por el camino del bien para poder lograr mis objetivos.

A mi apreciada y querida madre: Ore Daniel María, por brindarme su cariño, amor infinito, entera confianza y lo primordial el apoyo incondicional para llegar donde estoy.

A mis hermanos: Rodriguez Ore Kenye, Rodriguez Ore Hubert y Rodriguez Ore Jheyimi por estar en las buenas y malas, por las alegrías vividas y por los consejos brindados para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

A nuestra casa Superior en especial a la facultad de ingeniería civil del Posgrado en Ingeniería de Transportes por a verme acogido en sus aulas.

A los Doctores que forman parte del Posgrado por tener la vocación y dedicación en sus enseñanzas, compartirnos sus conocimientos y transmitirnos sus experiencias y darnos los saberes para nuestra carrera y vida profesional.

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0076- POSGRADO - 2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la **Tesis**, titulada:

EVALUACIÓN EN FIBRAS DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD Y FLUENCIA EN MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO - 2022

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **Bach. RODRIGUEZ ORE EDISON**

Asesor(a) : **Mtra. HERRERA MONTES JEANNELLE SOFIA**

Fue analizado con fecha **05/04/2024**; con **151 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

Excluye Citas.

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

Otro criterio (especificar)

X
X
X

El documento presenta un porcentaje de similitud de **18 %**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N° 15 del Reglamento de uso de Software de Prevención Version 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 05 de abril del 2024.



MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

CONTENIDO

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO.....	4
CONTENIDO	6
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABLAS.....	11
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUCCIÓN	14
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	15
1.2. Delimitación del problema.....	16
1.2.1. Delimitación del problema espacial	16
1.2.2. Delimitación del problema temporal	16
1.2.3. Delimitación del problema conceptual	16
1.3. Formulación del problema	17
1.3.1. Problema general.....	17
1.3.2. Problemas específicos.....	17
1.4. Justificación	17
1.4.1. Justificación Social	17
1.4.2. Justificación Teórica	18
1.4.3. Justificación Metodológica	18
1.5. Objetivos	18
1.5.1. Objetivo general	18
1.5.2. Objetivos específicos	19
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes (nacionales e internacionales)	20
2.2. Bases Teóricas o Científicas	23
2.2.1. Agregados en mezcla asfáltica.....	23
2.2.2. Mezclas asfálticas en frio	24
2.2.2.1. Clasificaciones de las mezclas asfálticas.....	24
2.2.2.3. Usos de las emulsiones según tiempo de ruptura.....	24
2.2.3.1. Emulsiones De Rotura Rápida	24
2.2.3.2. Emulsiones de rotura media	25
2.2.3.3. Emulsiones De Rotura Lenta.....	25

2.2.4.	Componentes de la emulsión asfáltica	25
2.2.4.1.	Asfalto	25
2.2.4.2.	Agua	25
2.2.4.3.	Agentes emulsivos	25
2.2.5.	Almacenamiento de las emulsiones asfálticas	25
2.2.6.	Emulsiones asfálticas elaboradas en Perú	26
2.2.7.	Propiedades consideradas en las mezclas asfálticas	26
2.2.8.	Requisitos para el asfaltado con mezcla en frío	28
2.2.8.1.	Agregados pétreos y polvo mineral	28
2.2.9.	Método de diseño de mezcla asfáltica, método Marshall	29
2.2.9.1.	Procedimiento de ensayo	29
2.2.9.2.	Calculo de la estabilidad y fluencia	30
2.2.9.2.1.	Ensayo de Estabilidad y Flujo:	30
2.2.10.	Requisitos de la mezcla de diseño.	31
2.2.11.	Ensayos a los agregados según normas ASSHTO	32
2.2.11.1.	Granulometría	32
2.2.11.2.	Abrasión o desgaste (AASHTO T96)	33
2.2.11.3.	Ensayos de acuerdo a norma peruana para agregados finos y gruesos	33
2.2.12.	Polímeros	34
2.2.12.1.	Plastómeros y elastómeros:	34
2.2.13.	Polietileno	35
2.3.	Marco conceptual (de las variables y dimensiones)	35
2.3.1.	Variable independiente	35
2.3.2.	Variable dependiente	35
CAPITULO III: HIPOTESIS		36
3.1.	Hipótesis General	36
3.2.	Hipótesis específicas	36
3.3.	Variable (definición conceptual y operacional)	37
3.3.1.	Variable independiente	37
3.3.2.	Variable dependiente	37
CAPITULO IV: METODOLOGÍA		38
4.1.	Método de Investigación	38
4.2.	Tipo de Investigación	38
4.3.	Nivel de Investigación	39
_Toc157209689		
4.4.	Diseño de Investigación	39

4.5. Población y muestra	40
4.5.1. Población	40
4.5.2. Muestra	40
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	40
4.7.1. Procedimiento de recolección de datos	43
4.7.1.1. Procesamiento de la fibra de polietileno botellas de plástico reciclado	43
4.7.3. Propiedades de los agregados	45
4.7.3.1. Análisis granulométrico por tamizado	45
4.7.3.2 Cálculo de la granulometría combinada en agregados	50
4.7.3.1. Cálculo de porcentaje de emulsión	52
4.7.4.1 Ensayo para la determinar la resistencia mediante el ensayo Marshall	52
4.7.5. Elaboración de muestras con PET para diseño	53
4.7.6. Ensayos en las muestras con fibra de polietileno botellas de plástico reciclado ..	54
4.8. Aspectos éticos de la Investigación	55
CAPITULO V: RESULTADOS	57
5.1. Descripción de resultados	57
5.2. Contratación de hipótesis	76
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	91
CONCLUSIONES	93
RECOMENDACIONES	97
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	99
ANEXO 01 MATRIZ DE CONSISTENCIA	101
ANEXO 02: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	103
ANEXO 03: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DEL INSTRUMENTO	104
ANEXO 04: INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CONSTANCIA DE SU APLICACIÓN	105
ANEXO 05: CONFIABILIDAD Y VALIDEZ DEL INSTRUMENTO	106
ANEXO 06: LA DATA DE PROCESAMIENTO DE DATOS	109
ANEXO 07: CONSENTIMIENTO INFORMADO	140
ANEXO 08: FOTO DE LA APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO	143

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Inestabilidad	27
Figura 2: Durabilidad.	27
Figura 3: Trabajabilidad.	28
Figura 4: Ensayo de Estabilidad Marshall	30
Figura 5: Criterios de Tránsito Pesado.	32
Figura 6: % Mínimo de Vacíos (VAM).	32
Figura 7: Esquema de experimentación.....	39
Figura 8: Desarrollo de investigación	42
Figura 9: Obtención de las fibras de polietileno	43
Figura 10: Procesamiento de las fibras de polietileno de botellas recicladas PET	44
Figura 11: Cuarteo de la piedra chancada ¾" cantera Chupuro	45
Figura 12: Cuarteo de la arena Natural rio Mantaro - Cantera Chupuro	45
Figura 13: Análisis granulométrico de la piedra chancada ¾"	46
Figura 14: Ensayo de contenido de Humedad de la piedra chancada ¾"	46
Figura 15: Ensayo de granulometría de arena natural cantera Chupuro	47
Figura 16: Ensayo de contenido de humedad de arena natural cantera Chupuro	47
Figura 17: Peso específico de piedra chancada de ¾"	48
Figura 18: Peso unitario compactado de piedra chancada ¾" y de la arena natural cantera Chupuro	48
Figura 19: Peso específico de arena natural cantera Chupuro.....	49
Figura 20: Peso unitario suelto de piedra chancada ¾" cantera Chupuro	49
Figura 21: Peso específico de la piedra chancada ¾" cantera Chupuro	50
Figura 22: Curva granulométrica de agregados pétreos combinados	51
Figura 23: Determinación del porcentaje óptimo de emulsión asfáltica	53
Figura 24: Briquetas con distintos % de fibra de polietileno botellas de plástico listas para ensayos.	55
Figura 25: Curva de estabilidad con distinto porcentajes de fibra de PET	57
Figura 26: Curva de la gravedad máxima bulk con distinto porcentajes de fibra de PET	58
Figura 27: Curva del flujo húmedo con distintos porcentajes de fibra de PET	58
Figura 28: Curva de vacíos de aire con distintos porcentajes de fibra de PET	59
Figura 29: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación	105
Figura 30: Elaboración de briquetas con 0.60 % añadido de PET	143
Figura 31: Masa con 1% (12.50g) de PET	143
Figura 32: Elaborando muestras de briquetas con 75 golpes en la compactación en cada cara..	144
Figura 33: Briquetas a ser ensayadas para el cálculo de la estabilidad y el flujo	145

Figura 34: Gravedad específica de la muestra patrón	145
Figura 35: Gravedad específica de con una adición del 0.30% de PET	146
Figura 36: Saturación de muestras durante 24 horas	146
Figura 37: Muestras puestas en el baño María	147
Figura 38: Rotura de las briquetas, muestra patrón 6 muestras secas	148
Figura 39: Rotura de las briquetas, cálculo de la estabilidad	149

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Temperaturas de almacenamiento para emulsiones asfálticas	25
Tabla 2: Emulsiones asfálticas	26
Tabla 3: Tamizado en mezclas densas en frío.	29
Tabla 4: Espesor compacto de la capa.	29
Tabla 5: Factores de Corrección.	31
Tabla 6: Matriz de consolidación de las Dimensiones	35
Tabla 7: Matriz de consolidación de las Dimensiones	37
Tabla 8: Elaboración propia	40
Tabla 9: Granulometría obtenida de laboratorio	51
Tabla 10: Masas y % para el diseño de las muestras	52
Tabla 11: Tabla de Añadido de diferentes % de PET	53
Tabla 12: Tabla de resultados según especificaciones	59
Tabla 13: Parámetros con 0.00% de fibra de PET	60
Tabla 14: Parámetros con 0.10% de fibra de PET	61
Tabla 15: Parámetros con 0.20% de fibra de PET	62
Tabla 16: Parámetros con 0.30% de fibra de PET	63
Tabla 17: Parámetros con 0.40% de fibra de PET.....	64
Tabla 18: Parámetros con 0.50% de fibra de PET	65
Tabla 19: Parámetros con 0.60% de fibra de PET	66
Tabla 20: Parámetros con 0.70% de fibra de PET	67
Tabla 21: Parámetros con 0.80% de fibra de PET	68
Tabla 22: Parámetros con 0.90% de fibra de PET	69
Tabla 23: Parámetros con 1.00% de fibra de PET	70
Tabla 24: Promedio de estabilidad con distintos % de fibra de polietileno botellas de plástico reciclado	71
Tabla 25: Promedio de flujo seco con % de fibra de polietileno botella de plástico reciclado..	72
Tabla 26: Promedio de estabilidad húmedo con % de fibra de polietileno botella de plástico reciclado	74
Tabla 27: Promedio de flujo húmedo con diferentes % de fibra de polietileno botella de plástico reciclado	75

RESUMEN

El problema del presente trabajo de investigación titulada: “Evaluación En Fibras De Polietileno Botellas De Plástico Reciclado En La Estabilidad Y Fluencia En Mezcla Asfáltica En Frio – 2022”, que se expone en el presente trabajo consiste en evaluar fibras de polietileno (PET) añadido en mezclas asfálticas en frio. El problema que aspiro responder es ¿Cómo se evalúa la adición de la fibra de polietileno botellas de plástico Reciclado en las propiedades en mezcla asfáltica en Frio? debido a que los pavimentos no llegan cumplir sus periodos de vida útil para lo cual fueron diseñados debido a los esfuerzos a los que está sometido. Teniendo como objetivo general: determinar la evaluación de la adición de La Fibra de PET en las Propiedades en Mezcla Asfáltica en Frio. El presente trabajo de investigación es de tipo aplicada, con un nivel de investigación explicativo, teniendo como diseño de investigación el experimental debido a que la variable independiente produce cambios en la variable dependiente. Se arribó a la conclusión general: el % óptimo añadido de fibras de polietileno (PET) para la investigación arroja valores y parámetros que cumplen con el diseño de tráfico pesado, en cuanto al % óptimo de estabilidad y fluencia en las mezclas asfálticas en frio se tiene como resultado 0.50% de fibras de polietileno (PET).

Palabras clave: Fibras de Polietileno, mezcla asfáltica en frio, emulsión asfáltica, estabilidad y fluencia.

ABSTRACT

The problem of the present research work entitled: "Evaluation of Polyethylene Fibers in Recycled Plastic Bottles in the Stability and Fluency in Cold Asphalt Mix - 2022", which is exposed in the present work consists of evaluating added polyethylene (PET) fibers in cold mix asphalt. The problem that I aspire to answer is: How is the addition of polyethylene fiber from recycled plastic bottles evaluated in the properties of cold asphalt mix? due to the fact that the pavements do not reach their useful life periods for which they were designed due to the efforts to which they are subjected. Having as a general objective: to determine the evaluation of the addition of PET Fiber in the Properties in Cold Mix Asphalt. The present research work is of an applied type, with an explanatory research level, having the experimental research design because the independent variable produces changes in the dependent variable. The general conclusion was reached: the optimal % added of polyethylene fibers (PET) for the investigation yields values and parameters that comply with the heavy traffic design, in terms of the optimal % stability and flow in cold asphalt mixes results in 0.50% polyethylene (PET) fibers.

Keywords: Polyethylene fibers, cold mix asphalt, asphalt emulsion, stability and flow.

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías actuales aplicadas a las mezclas asfálticas en frío están enfocados en el desarrollo de la carpeta asfáltica, con la finalidad de obtener una mayor duración, la resistencia a las lluvias, así como una óptima adherencia entre el asfalto y el material pétreo, entre otros.

Actualmente la utilización de emulsión asfáltica ha aumentado, debido a su facilidad y versatilidad en los trabajos como son conservación y pavimentación de carreteras, en cuanto a sus propiedades son menos contaminantes, siendo esta la principal razón de utilizarlas como un excelente reemplazo de los asfaltos en caliente.

Actualmente nuestro territorio no cuenta con planes de tratamiento de PET de botellas de plástico, aunque logran existir recicladores independientes, pero no logran reciclar en su totalidad, además de ello existe poca conciencia sobre el reciclaje, por ello es que se da la presente investigación con la finalidad de dar una solución razonable, y contribuir con desarrollo vial de nuestras vías.

La siguiente investigación: “EVALUACIÓN EN FIBRAS DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD Y FLUENCIA EN MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO – 2022” tiene como finalidad plantear el efecto que tendrá el añadido de la fibra PET, en nuestras redes principales para poder mejorar su durabilidad y performance de las vías. El estudio comprende la evaluación de una mezcla por el método Marshall Modificado, además de ello veremos cómo es la evaluación de las fibras de (PET) y así como mejora la calidad de nuestros asfaltos.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Los medios viales son primordiales en la sociedad y en la economía de un país, debido a que es un medio de comunicación e intercambio de bienes y servicios; ya sea entre dos o más puntos. Entonces un mal estado de este, acarrea fuertemente a una dificultad para la comunicación y el desarrollo de la población y del país.

Las infraestructuras viales están propensas a un constante deterioro debido principalmente al tráfico y por ende al factor climático, por tanto, es necesario programar constantemente actividades para su mantenimiento, con la finalidad de corregir las fallas que se presentan en la carpeta, así como eliminación de obstáculos que pueden evacuar el agua procedente de las lluvias.

Las fibras de PET son un residuo que se forma a partir de la pulverización de botellas de plástico, la cual en nuestro territorio no es reciclado, sino en pequeño porcentaje, siendo esto el principal problema que son destinados como desechos y por ende contaminan cada vez nuestro ecosistema ya que su proceso de descomposición es muy lento.

El territorio peruano no cuenta con proyectos para el tratamiento de este residuo, sin embargo, existen recicladoras independientes que reciclan en pequeñas proporciones, debido a esto se puede decir que no existe una conciencia en el reciclaje, por lo cual la presente tesis intenta encontrar una

solución, para así poder aportar con el medio ambiente, así como también con el desarrollo vial.

La investigación es experimental debido a que se dará a conocer la evaluación de la fibra de PET en la Estabilidad y Fluencia en Mezclas Asfálticas en Frio.

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Delimitación del problema espacial

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el tramo de Pamparococasa – Paltamachay, distrito de Acobamba, región Huancavelica pretendiendo contribuir en la calidad, así como también en la durabilidad en las carpetas asfálticas por lo que se realiza esta tesis.

1.2.2. Delimitación del problema temporal

El presente trabajo de investigación se realizó en el año 2022, comprendido entre los periodos de noviembre del 2021 y junio del presente año 2022.

1.2.3. Delimitación del problema conceptual

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el ámbito del procedimiento en mezclas asfálticas en frio perfeccionado con la adición de aditivos no convencionales en este caso con las fibras de polietileno de botellas de plástico reciclado (PET).

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo se evalúa la adición de la fibra de polietileno botellas de plástico Reciclado en las propiedades en mezcla asfáltica en Frio, Tramo Pamparcoocasa – Paltamachay, distrito de Acobamba, región Huancavelica en el 2022?

1.3.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuánto Afecta la adición de la fibra de polietileno botellas de plástico Reciclado en la Estabilidad seca en mezcla asfáltica en Frio, Tramo Pamparcoocasa – Paltamachay, distrito de Acobamba, región Huancavelica en el 2022?
- b. ¿Cuánto Contribuye la adición de la fibra de polietileno botellas de plástico Reciclado en la Fluencia seca en mezcla asfáltica en Frio, Tramo Pamparcoocasa – Paltamachay, distrito de Acobamba, región Huancavelica en el 2022?
- c. ¿En cuánto afecta la adición de la fibra de polietileno botellas de plástico Reciclado en la estabilidad y fluencia húmeda en mezcla asfáltica en Frio, Tramo Pamparcoocasa – Paltamachay, distrito de Acobamba, región Huancavelica en el 2022?

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Social

Se brinda una contribución al diseño de pavimentos en frio añadiendo fibras de polietileno (botellas de plástico reciclado). Entender el comportamiento de las fibras de polietileno en las propiedades de la mezcla asfáltica con la finalidad de proporcionar un resultado de mejor calidad, ya que con un producto reciclado y no utilizado en el ámbito de la construcción.

1.4.2. Justificación Teórica

El conocimiento de actuales tendencias en el boom de la construcción de pavimentos en frío perfeccionándolos en sus propiedades, que nos proporciona las ventajas el uso de las fibras de polietileno, con la finalidad de mejorar dichas propiedades en el ámbito del pavimento en frío.

Además de ello es fundamental conocer parámetros y métodos de diseño de mezclas que existen actualmente. Por lo cual nos permite ser la base para posteriores estudios que aportan a una mejora notable en cuanto al uso de mezclas asfálticas. Además de ello tenemos problemas en las vías lo que se ve afectado en el asfalto, debido a ello es que se realiza esta investigación para poder aportar a mantener una vida útil a los pavimentos tanto estructuralmente, así como estéticamente con la finalidad de brindar comodidad al usuario.

1.4.3. Justificación Metodológica

El presente trabajo de investigación se va visualizar de manera práctica, concreta respondiendo a las interrogantes planteadas en la investigación, con lo cual cumple con los objetivos e hipótesis proyectados, se realizará un planteamiento y una guía para conseguir los resultados esperados, para ello se utilizará el diseño de mezcla por el método del Marshall Modificado, por ello servirá como antecedente que podrá ser utilizado en otras investigaciones.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar la evaluación de la adición de La Fibra de Polietileno Botellas De Plástico Reciclado en las Propiedades en Mezcla Asfáltica en

Frio, Tramo Pamparcoocasa – Paltamachay, Distrito de Acobamba, Región Huancavelica en el 2022.

1.5.2. Objetivos específicos

- a. Determinar la evaluación de la adición de la fibra de Polietileno botellas de plástico Reciclado en la Estabilidad Seca en la mezcla asfáltica en frio, tramo de Pamparcoocasa – Paltamachay, distrito de Acobamba, región Huancavelica en el 2022?
- b. Calcular la adición optima de la fibra de Polietileno botellas de plástico Reciclado en la Fluencia seca en la mezcla asfáltica en frio, tramo de Pamparcoocasa – Paltamachay, distrito de Acobamba, región Huancavelica en el 2022?
- c. Evaluar la adición optima de la fibra de Polietileno de botellas de plástico Reciclado en la Estabilidad y Fluencia húmeda en la mezcla asfáltica en frio, tramo de Pamparcoocasa – Paltamachay, distrito de Acobamba, región Huancavelica en el 2022?

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes (nacionales e internacionales)

A Nivel Nacional:

Según “**Ballena Tapia**”, Lambayeque (2016), en su tesis “*Utilización de Fibras de Polietileno de botellas de pastico para su aplicación en el Diseño de Mezclas Asfálticas Ecológicas en Frio*”, **establece como objetivo:** Estudiar los efectos que causa las fibras de polietileno añadido a las mezclas asfáltica en frio en sus propiedades físico-mecánicas del pavimento con la finalidad de que cumplan con los parámetros de estabilidad y flujo en los pavimentos flexibles. **La investigación fue del tipo** Cuantitativa Cuasi –experimental, cuya muestra fue de 126 briquetas, **concluyendo** con el añadido de la fibra de polietileno a las mezclas asfálticas en frio reducen sus propiedades y esto hace que se vuelvan inestables con lo que llego a conclusión, no se recomienda la utilización de polietileno a ningún tipo de transito ya sea liviano, medio y pesado.

Según la investigación de “**Salcedo De La Vega**”, Lima (2014), en su tema de tesis “*Experiencias en la Modificación del Cemento Asfáltico con Polímeros SBS en Obra*” **establece como objetivo:** La Modificación del asfalto convencional mediante la adición de polímeros SBS para mejorar sus características mecánicas de resistencia a las deformaciones presentadas por factores climatológicos y de tránsito. **Concluyendo que** el cemento asfáltico con

polímero SBS fabricado en obra permite mejorar las características de resistencia a las deformaciones por factores climáticos y de tránsito.

Según **Paredes Matta, Lima** (2009), en su tesis "*Comportamiento Mecánico en Mezclas Tipo Sma (Stone Mastic Asphalt)*", **establece como objetivo:** Realizar ensayos en laboratorio con la finalidad de caracterizar adecuadamente el comportamiento mecánico en mezcla asfáltica SMA en las condiciones propias de nuestro país, ubicada sobre los 3,000 m.s.n.m se encuentran diseñadas con mezclas que han demostrado inadecuado comportamiento y **llega a una conclusión** Que en mezclas asfálticas para su diseño debemos tener en cuenta las especificaciones de diseño así como los tipos de materiales que se usan para obtener un buen desempeño.

Según **Rolando Franco, Piura** (2002), en su tesis "*Estudio Comparativo Entre Mezclas Asfálticas En Diluido RC-250 Y Emulsión*" **establece como objetivo:** Realizar el estudio comparativo con mezclas asfálticas con diluido y mezclas asfálticas con emulsión y **llega a la presente conclusión** que las emulsiones asfálticas pueden ser utilizadas para fabricar mezclas asfálticas que soporten un tráfico pesado.

Según **Pereda D. & Cubas, Trujillo** (2015), en su tesis "*Investigación De Los Asfaltos Modificados Con El Uso De Caucho Reciclado De Llantas Y Su Comparación Técnico - Económico Con Los Asfaltos Convencionales*" **establece como objetivo:** Realizar ensayos de laboratorio con asfalto modificado utilizando caucho reciclado para mejorar el comportamiento físico - mecánico y obtener ventajas económicas frente a los asfaltos convencionales **llegando a la conclusión** que añadiendo polvo de llantas mejora el comportamiento físico-mecánico del asfalto convencional RC-70.

A nivel internacional

Según **Boada Parra**, Ecuador (2011) “*Diseño Y Evaluación De Micro Pavimentos Con Emulsión Asfáltica Modificada Con Polímeros, Para Agregados De Canteras De Guayllabamba, Pintag, Pifo, San Antonio Y Nayon En El Distrito Metropolitano De Quito*”, **Fijo como objetivo:** Realizar el Diseño y evaluar el comportamiento de los Micropavimentos con emulsión asfáltica modificada con polímeros para agregados en las canteras de Quito **llegando a una conclusión:** Que la emulsión tiene un asfalto residual de 61.99% y que cumple con el límite establecido por la ISSA A- 143.

Según **Marín Hernández** México (2004), en su tesis, “*Asfalto Modificados y Pruebas de Laboratorio para Caracterizarlos*”, **Tiene por objetivo:** Incrementar a las resistencias en carpetas asfálticas a los factores que aceleren su deterioro debido a los cambios climáticos y temperatura **llegando a la conclusión:** que el método por desgaste en mezclas asfálticas porosas es un método muy sencillo y se puede concluir que la correlación de los resultados con el comportamiento de estas mezclas en servicio es muy buena.

Según **Reyes Ortiz, Oscar Javier, Troncoso Rivera**, Colombia (2006), en su tesis “*Comportamiento Mecánico Y Dinámico De Una Mezcla Asfáltica Con Adición De Cenizas Volantes*” fijo como objetivo: Realizar La Incidencia De Reemplazar el Llenante Mineral a través de Cenizas Volantes En La Deformación Permanente en las Propiedades Mecánicas de Mezcla Asfáltica Con Granulometría 0/10 Y Asfalto CA60/70 **llegando a la siguiente conclusión:** Que las cenizas volantes incrementan la resistencia de las mezclas asfálticas sin convertirla en una mezcla rígida.

Según **Delarza Diaz Chile** (2008), en su tesis *“Reciclaje De Neumáticos Y Su Aplicación En La Construcción”* **fijo como objetivo:** Determinar el daño que recibe el plantea ante la acumulación irracional de residuos peligrosos, con la finalidad que a través del reciclaje se permita la aplicación de estos productos, en el área de la construcción **y llega a una conclusión:** La aplicación del polvo de caucho como ingrediente en la mezcla de asfaltos para carreteras son más durables y más seguras y además de ello el reciclaje de neumáticos se presenta como una solución saludable para el medio ambiente.

Según **Guillermo Pernas**, México (2002), en su tesis *“Rehabilitación del camino Cd. Lerdo, Ver. Al Ingenio San Pedro, empleando mezcla asfáltica en frio”* **fijo como objetivo:** Analizar la mezcla de los materiales pétreos (arena-grava), formular el tipo de emulsión óptima para esta mezcla y realizar el diseño de la mezcla asfáltica **y llega a una conclusión:** Las muestras de material analizadas para base hidráulica, reúnen las características apropiadas para su empleo, por ende, los informes de espesores y % de cemento asfáltico, obtenidos de los sondeos en la carpeta asfáltica del tramo Cd. Lerdo –Ingenio San Pedro son resultados aceptables de acuerdo a la investigación realizada.

2.2. Bases Teóricas o Científicas

2.2.1. Agregados en mezcla asfáltica

Son materiales de mineral duro e inerte usados, en partículas graduadas, llegando a formar parte de un pavimento de mezcla asfáltica. Estos son utilizados en la base granular y tenemos a las Gravas y arenas (CEPEDA, 2005).

GRAVAS: Son acumulaciones sueltas de fragmentos de roca que varían en su tamaño entre 2 mm y 7.62 cm de diámetro. (CEPEDA, 2005).

ARENAS: Son agregados finos que proceden de la desintegración de roca, estas varían entre 0.05 mm y 2 mm de diámetro. El agregado constituye entre el 90 y 95% en peso. (CEPEDA, 2005).

2.2.2. Mezclas asfálticas en frío

Es una mezcla de agregado mineral con o sin relleno mineral, con asfalto emulsionado o rebajado, todo el proceso se lleva a cabo a temperatura ambiente. (VIAL, 2009).

2.2.2.1. Clasificaciones de las mezclas asfálticas.

a) Por la Temperatura

- **Mezclas asfálticas en Caliente:** Son fabricados con asfaltos a temperaturas elevadas, sobre los 150 grados centígrados, los agregados también son calentados para que el asfalto no se enfríe al entrar en contacto con ellos. (Merino, 2006).
- **Mezclas asfálticas en Frío:** El ligante es una emulsión asfáltica y la colocación en obra se realiza a temperatura ambiente.

2.2.3. Usos de las emulsiones según tiempo de ruptura

2.2.3.1. Emulsiones De Rotura Rápida

Se han diseñado para reaccionar rápidamente con el agregado y revertir de la condición de emulsión a la de asfalto.

2.2.3.2. Emulsiones de rotura media

Son diseñados para ser mezcladas con agregados graduados. Debido a que estos grados de emulsiones se formulan para no romper inmediatamente después del contacto con los agregados. (Saucedo 01, 2002).

2.2.3.3. Emulsiones De Rotura Lenta

Estos se diseñan para lograr mezclas estables. Se emplean en granulometrías cerradas con alto porcentaje de finos. (Saucedo 01, 2002).

2.2.4. Componentes de la emulsión asfáltica

2.2.4.1. Asfalto

Es el elemento básico de la emulsión asfáltica y constituye entre un 50% y un 75% de la mezcla. (Saucedo 01, 2002).

2.2.4.2. Agua

El agua es de mucha importancia y puede contener minerales u otros elementos que afectan la producción de emulsiones asfálticas estables. (Saucedo 01, 2002).

2.2.4.3. Agentes emulsivos

Las propiedades de emulsiones de las mezclas asfálticas que dependen de gran medida en los agentes utilizados como emulsivos. El agente emulsivo mantiene las gotitas de asfalto en suspensión estable y controla el tiempo de rotura.

2.2.5. Almacenamiento de las emulsiones asfálticas

Tabla 1: Temperaturas de almacenamiento para emulsiones asfálticas

GRADO DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA	TEMPERATURA	
	Mínimo	Máximo
RS-1	20°C	60°C
RS-2, CR-1, CRS-2, HFRS-2	50°C	85°C
SS-1, SS-1h, CSS-1, CSS-1h, MS-1, HFMS-1	10°C	60°C
CMS-2, CMS -2h, MS -2h, HFMS -2, HFMS -2h, HFMS-2s	50°C	85°C

FUENTE: (ASFALTO).

2.2.6. Emulsiones asfálticas elaboradas en Perú

TIPO DE EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA	TDM ASFALTOS S.A.C	BITUPER S.A.C	CARLOS AMOROS HECK S.A
Emulsiones asfálticas de rotura rápida	SI	SI	SI
Emulsiones asfálticas de rotura media	SI	SI	SI
Emulsiones asfálticas de rotura lenta	SI	SI	SI
Emulsiones asfálticas de rotura controlada	SI	SI	SI
Emulsiones asfálticas modificadas	SI	SI	SI

Tabla 2: Emulsiones asfálticas

FUENTE: Elaboración propia

2.2.7. Propiedades consideradas en las mezclas asfálticas

a) Estabilidad

Es la capacidad para resistir desplazamiento y deformación bajo las cargas del tránsito. (Montalvo, 2008,pag 36).

CAUSAS	EFFECTOS
Exceso de asfalto en la mezcla	Ondulaciones, ahullamientos y afloramiento o exudación
Exceso de arena de tamaño medio en la mezcla	Baja resistencia durante la compactación y posteriormente, durante un cierto tiempo; dificultad para la compactación.
Agregado redondeado sin, o con pocas, superficies trituradas	Ahuellamiento y canalización.

Figura 1: Inestabilidad

Fuente: (Pavimentos PCP)

b) Durabilidad

Es la habilidad para resistir factores tales como la desintegración del agregado, cambios en las propiedades del asfalto.

Figura 2: Durabilidad.

CAUSAS	EFFECTOS
Bajo contenido de asfaltos	Endurecimiento rápido del asfalto y desintegración por pérdida de agregado.
Alto contenido de vacíos debido al diseño o a la falta de compactación	Endurecimiento temprano del asfalto seguido por agrietamiento o desintegración
Agregado susceptibles al agua (Hidrofilitos)	Películas de asfalto se desprenden del agregado dejando un pavimento desgastado, o desintegrado.

Fuente: (Pavimentos PCP)

c) Trabajabilidad

Está descrita por la facilidad con que una mezcla de pavimentación puede ser colocada y compactada. (Montalvo, 2008,pag 36).

CAUSAS	EFFECTOS
Tamaño máximo de partícula grande	Superficie áspera, difícil de colocar.
Demasiado agregado grueso	Puede ser difícil de compactar.
Temperatura muy baja de mezcla	Agregado sin revestir, mezcla poco durable superficie áspera, difícil de compactar.
Demasiado arena de tamaño medio	La mezcla se desplaza bajo la compactadora y permanece tierna o blanda.
Bajo contenido de relleno mineral	Mezcla tierna, altamente permeable.
Alto contenido de relleno mineral	Mezcla muy viscosa, difícil de manejar, poco durable.

Figura 3: Trabajabilidad.

Fuente: (Pavimentos PCP)

2.2.8. Requisitos para el asfaltado con mezcla en frio

2.2.8.1. Agregados pétreos y polvo mineral

La mezcla de agregados grueso y fino y filler mineral, se deberá ajustar a alguna de las gradaciones indicadas en la Tabla 424-02.

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA		
Normal	Alterno	MDF-1	MDF-2	MDF-3
7,5mm	1 1/2"	100	-	-
25,0 mm	1"	80-95	100	-
19,0 mm	3/4"	-	80-95	100
12,5 mm	1/2"	62-77	-	-
9,5 mm	3/8"	-	60-75	-
4,75 mm	N.º 4	45-60	47-62	50-65
2,36 mm	N.º 8	35-50	35-50	35-50
300 µm	N.º 50	13-23	13-23	13-23
75 µm	N.º 200	3-8	3-8	3-8

Tabla 3: Tamizado en mezclas densas en frio.

FUENTE: (Construccion 1, 2013)

Tipo de capa	Espesor compacto (mm)	Tipo de Mezcla
Rodadura	50-75	MDF-2
	40-50	MDF-3
Intermedia	≥50	MDF-2
Base	≥75	MDF-1
Bacheo	50-75	MDF-2
	≥75	MDF-1

Tabla 4: Espesor compacto de la capa.

FUENTE: (Construccion 1, 2013)

2.2.9. Método de diseño de mezcla asfáltica, método Marshall

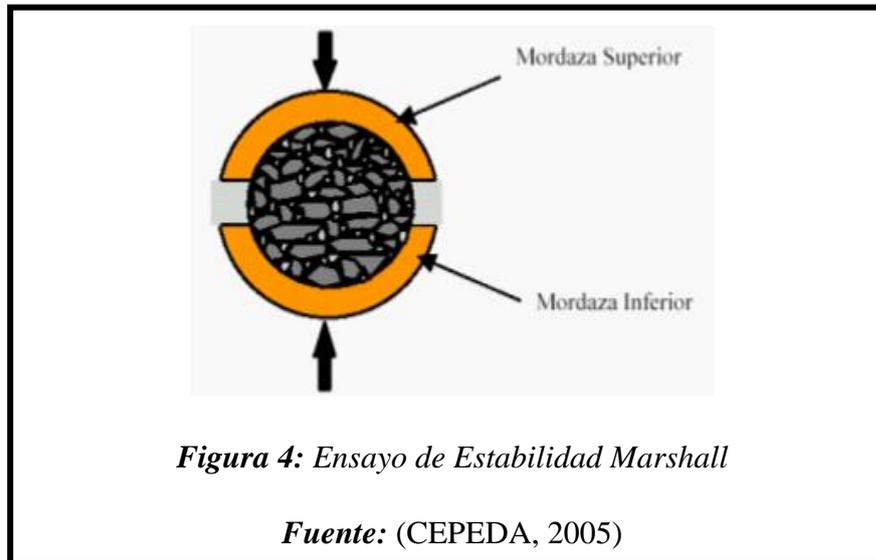
2.2.9.1. Procedimiento de ensayo

Las probetas se someten a los siguientes ensayos:

- Cálculo de la densidad
- Estabilidad y fluencia
- Análisis de huecos

2.2.9.2. Calculo de la estabilidad y fluencia

La estabilidad y la fluencia se miden directamente desde el ensaye del equipo Marshall, colocando la probeta entre la mordaza inferior y superior del aparato para ser cargada diametralmente figura siguiente: (CEPEDA, 2005)



2.2.9.2.1. Ensayo de Estabilidad y Flujo:

Se ensaya un mínimo de 03 especímenes que tendrán el mismo tipo de agregado, calidad y gradación, el mismo tipo y cantidad de filler, y la misma fuente de ligante, grado y cantidad, para nuestro caso fueron 6 muestras.

Tabla 5: Factores de Corrección.

Volumen del Especimen, cm	Espesor del Espécimen		Razón de la Correlación
	mm	Pulg	
200 - 213	25.40	1.00 (1)	5.56
214 - 225	27.00	1.06 (1 1/16)	5
226 - 237	28.60	1.12 (1 1/8)	4.55
238 - 250	30.20	1.19 (1 3/16)	4.17
251 - 264	31.80	1.25 (1 1/4)	3.85
265 - 276	33.30	1.31 (1 5/16)	3.57
277 - 289	34.90	1.38 (1 3/8)	3.33
290 - 301	36.50	1.44 (1 7/16)	3.03
302 - 316	38.10	1.5 (1 1/2)	2.78
317 - 328	39.70	1.56 (1 9/16)	2.5
329 - 340	41.30	1.62 (1 5/8)	2.27
341 - 353	42.90	1.69 (1 11/16)	2.08
354 - 367	44.40	1.75 (1 3/4)	1.92
368 - 379	46.00	1.81 (1 13/16)	1.79
380 - 392	47.60	1.88 (1 7/8)	1.67
393 - 405	49.20	1.94 (1 15/16)	1.56
406 - 420	50.80	2.00 (2)	1.47
421 - 431	52.40	2.06 (2 1/16)	1.39
432 - 443	54.00	2.12 (2 1/8)	1.32
444 - 456	55.60	2.19 (2 3/16)	1.25
457 - 470	57.20	2.25 (2 1/4)	1.19
471 - 482	58.70	2.31 (2 5/16)	1.14
483 - 495	60.30	2.38 (2 3/8)	1.09
496 - 508	61.90	2.44 (2 7/16)	1.04
509 - 522	63.50	2.50 (2 1/2)	1
523 - 535	65.10	2.56 (2 9/16)	0.96
536 - 546	66.70	2.62 (2 5/8)	0.93
547 - 559	68.30	2.60 (2 11/16)	0.89
560 - 573	69.80	2.75 (2 3/4)	0.86
574 - 585	71.40	2.81 (2 13/16)	0.83
586 - 598	73.00	2.88 (2 7/8)	0.81
599 - 610	74.60	2.94 (2 15/16)	0.78
611 - 626	76.20	3.00 (3)	0.76

Fuente: (MTC, 2016)

2.2.10. Requisitos de la mezcla de diseño.

Es importante elegir una mezcla asfáltica económica que cumpla con todas las especificaciones solicitadas. (CEPEDA, 2005)

COMPACTACIÓN O NÚMERO DE GOLPES POR CARA	75
Estabilidad (N)	
Carpeta de rodado (Cemento Asfáltico)	Min. 9000 – Máx. 14000
Capa Intermedia	Min. 8000 – Máx. 12000
Capa Base	Min. 6000 – Máx. 9000
Huecos en la Mezcla (%)	
Carpeta de Rodado (Cemento Asfáltico)	3 - 6
Capa Intermedia	3 - 8
Capa Base	3 - 8
Fluencia (0.25 mm)	
Todas las Capas (Rodado, Intermedio, Base)	8 – 16 (3-5 mm)

Figura 5: Criterios de Tránsito Pesado.

Fuente: (CEPEDA, 2005)

TAMAÑO NOMINAL (mm)	MÍNIMO DE VACIOS (VAM) (%)
25	13
19	14
12.5	15
10	16
5	18
2.5	21
1.25	23.5

Figura 6: % Mínimo de Vacíos (VAM).

Fuente: (CEPEDA, 2005)

2.2.11. Ensayos a los agregados según normas ASSHTO

2.2.11.1. Granulometría

Se realiza con la finalidad de obtener los pesos retenidos y porcentajes acumulados de los áridos, los cuales pasan por diversas mallas y tomando como referencia el porcentaje de humedad.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{Phúmedo - Pseco}{Pseco} * 100$$

2.2.11.2. Abrasión o desgaste (AASHTO T96)

Los áridos se someten al desgaste y deterioro a lo largo de su vida útil.

TAMAÑO DE LA MUESTRA		
Método A		12 Esferas
Pasa	Retiene	Peso De La Muestra
1 1/2"	1"	1, 250 g
1"	3/4"	1, 250 g
3/4"	1/2"	1, 250 g
1/2"	3/8"	1, 250 g
Método B		11 Esferas
Pasa	Retiene	Peso De La Muestra
3/4"	1/2"	2, 500 g
1/2"	3/8"	2, 500 g
Método C		8 Esferas
Pasa	Retiene	Peso De La Muestra
3/8"	1/4"	2, 500 g
1/4"	N°4	2, 500 g
Método D		6 Esferas
Pasa	Retiene	Peso De La Muestra
N° 4	N° 8	5, 000 g

2.2.11.3. Ensayos de acuerdo a norma peruana para agregados finos y gruesos

Tabla 423-02

Requerimientos para los agregados finos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		≤ 3.000	> 3.000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metileno	AASHTO TP 57	8 máx.	8 máx.
Índice de Plasticidad (malla N.° 40)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	-	18% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N.° 200)	MTC E 111	4 máx.	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción* *	MTC E 205	0,5% máx.	0,5% máx.

**Excepcionalmente se aceptarán porcentajes mayores sólo si se aseguran las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica.

- La adherencia del agregado fino para zonas mayores a 3000 msnm será evaluada mediante la performance de la mezcla, Subsección 430.02.

FUENTE: Norma técnica peruana

Tabla 423-01

Requerimientos para los agregados gruesos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤3.000	>3.000
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción *	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.

* Excepcionalmente se aceptarán porcentajes mayores sólo si se aseguran las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica.

- La adherencia del agregado grueso para zonas mayores a 3000 msnm será evaluada mediante la performance de la mezcla según lo señalado en la Subsección 430.02.
- La notación "85/50" indica que el 85% del agregado grueso tiene una cara fracturada y que el 50% tiene dos caras fracturadas.

FUENTE: Norma técnica peruana

2.2.12. Polímeros

Los polímeros son sustancias de alto peso molecular formada por la unión de cientos de miles de moléculas pequeñas llamadas monómeros (compuestos químicos con moléculas simples). (Ortiz, 2009).

2.2.12.1. Plastomeros y elastómeros:

PROPIEDAD	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD
Peso molecular (g/gmol)	200,000-400,000	100,000-300,000
Densidad (gr/m ³)	0.94 – 0.97	0.91 – 0.94
Resistencia a la tracción (Mpa)	21	38
Módulo de Young (Mpa)	1000	250
Elongación (%)	130	800
Temperatura de Transición vítreo (°C)	-80	-125
Temperatura de Fusión (°C)	130 - 140	105 - 115

Fuente: González (2013)

2.2.13. Polietileno

Es el plástico más simple, su fabricación es económica y este se genera aproximadamente entre 65 millones de toneladas de este plástico anuales en todo el mundo.

2.3. Marco conceptual (de las variables y dimensiones)

2.3.1. Variable independiente

- Fibra de Polietileno botella de plástico Reciclado

2.3.2. Variable dependiente

- Estabilidad y Fluencia en Mezclas Asfálticas en Frio

Tabla 6: Matriz de consolidación de las Dimensiones

VARIABLES	MARCO CONCEPTUAL	DIMENSIONES
X1: Fibra de Polietileno botella de plástico Reciclado.	- Es el más simple de los polímeros, compuesto por una unidad lineal y repetitiva de átomos de carbono e hidrogeno.	1. Fibra de Polietileno. 2. Agregados.
Y1: Estabilidad y Fluencia en Mezclas Asfálticas en Frio.	- Estabilidad es un a propiedad estructural, Es la carga máxima que se requiere para producir la rotura de la briqueta - Fluencia es la deformación que se produce en la carga máxima.	1. Estabilidad. 2. Fluencia.

CAPITULO III: HIPOTESIS

3.1. Hipótesis General

La adición de la fibra de Polietileno botellas de plástico Reciclado cambia positivamente las propiedades en la mezcla asfáltica en frío, tramo de Pamparcoocasa – Paltamachay, distrito de Acobamba, región Huancavelica en el 2022.

3.2. Hipótesis específicas

- a. La adición de la fibra de Polietileno botellas de plástico Reciclado modifica significativamente la Estabilidad Seca en la mezcla asfáltica en frío, tramo de Pamparcoocasa – Paltamachay, distrito de Acobamba, región Huancavelica en el 2022.
- b. La adición de la fibra de Polietileno botellas de plástico Reciclado contribuye óptimamente en la Fluencia seca en la mezcla asfáltica en frío, tramo de Pamparcoocasa – Paltamachay, distrito de Acobamba, región Huancavelica en el 2022.
- c. La adición de la fibra de Polietileno botellas de plástico Reciclado cambia óptimamente la Estabilidad húmeda y Fluencia húmeda en la mezcla asfáltica en frío, tramo de Pamparcoocasa – Paltamachay, distrito de Acobamba, región Huancavelica en el 2022.

3.3. Variable (definición conceptual y operacional)

3.3.1. Variable independiente

- Fibra de Polietileno botella de plástico Reciclado

3.3.2. Variable dependiente

- Estabilidad y Fluencia en Mezclas Asfálticas en Frio

Tabla 7: Matriz de consolidación de las Dimensiones

VARIABLES	MARCO CONCEPTUAL	DIMENSIONES
X1: Fibra de Polietileno botella de plástico Reciclado.	- Es el más simple de los polímeros, compuesto por una unidad lineal y repetitiva de átomos de carbono e hidrogeno.	1. Fibra de Polietileno. 2. Agregados.
Y1: Estabilidad y Fluencia en Mezclas Asfálticas en Frio.	- Estabilidad es un a propiedad estructural, Es la carga máxima que se requiere para producir la rotura de la briqueta - Fluencia es la deformación que se produce en la carga máxima.	1. Estabilidad. 2. Fluencia.

CAPITULO IV: METODOLOGÍA

4.1. Método de Investigación

Según Mario Tamayo y Tamayo, (2003)) Es un proceso formal, sistemático e intensivo que comprende una estructura de investigación que desemboca generalmente en una especie formal de procedimientos y resultados que nos permite descubrir nuevos hechos o datos, relaciones o leyes, en cualquier campo del conocimiento humano. También es una serie de métodos para resolver problemas cuyas soluciones necesitan ser obtenidas a través de una serie de operaciones lógicas, tomando como punto de partida datos objetivos.

En la presente investigación se analizará las consecuencias que hacen variar el % de añadido de PET en la Estabilidad y flujo en la mezcla asfáltica en frío. Por ende, se emplea el *MÉTODO CIENTÍFICO*.

4.2. Tipo de Investigación

Según Mario Tamayo y Tamayo, (2003) Consiste en llevar adelante un estudio con el fin de desarrollar una estrategia, y así, alcanzar un objetivo concreto. Aquí no se pretende ampliar la información, sino que se busca solucionar un problema.

Por ende, la investigación que se realiza, es de **TIPO APLICADA**, ya que busca cambiar las propiedades de la mezcla asfáltica en frío con el añadido de PET.

4.3. Nivel de Investigación

Según SUPO, tiene la finalidad de explicar el comportamiento de una variable en función de otra(s), por ser estudios de causa y efecto requieren control y debe cumplir otros criterios de causalidad. EVIDENCIAR (INFLUENCIA), DEMOSTRAR (EXPERIMENTAR), PROBAR(REPLICAR).

La presente investigación es de **NIVEL EXPLICATIVO**, porque buscará explicar las causas que modifican la adición de la fibra PET a las propiedades tanto como a la Estabilidad y Fluencia.

4.4. Diseño de Investigación

Se define como métodos y técnicas elegidos por un investigador para combinarlos de una manera razonablemente lógica para que el problema de la investigación sea manejado de manera eficiente, por ello se realizó el **DISEÑO EXPERIMENTAL**.

CAUSA	EFEECTO
VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE
X	Y

Figura 7: Esquema de experimentación

FUENTE: (Baptista, 2012)

El diseño experimental obtenido para la presente investigación es el experimental debido a que se analizaron las muestras en laboratorio.

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

Mezclas asfálticas en frío con emulsión asfáltica en diversos % de PET.

4.5.2. Muestra

Se realizó un total de 132 briquetas, en diversos porcentajes de fibra de polietileno botellas de plástico reciclado.

Tabla 8: Elaboración propia

Masa de la muestra por briquea											
1250											
Porcentaje %	0.00%	0.10%	0.20%	0.30%	0.40%	0.50%	0.60%	0.70%	0.80%	0.90%	1.00%
Masa	0.00	1.25	2.50	3.75	5.00	6.25	7.50	8.75	10.00	11.25	12.50
Muestras	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Total de muestras	132										

Las briquetas que se realizaron fueron 12 especímenes para cada porcentaje de PET desde una proporción de fibra de polietileno botellas de plástico reciclados del (0.00% al 1.00%) de la masa por briquea de 1250 kg representado en la tabla 8.

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se recolecto información para realizar los procedimientos planteados en normas como son: Normas del M.T.C, manuales de carreteras, equipos de laboratorio como: tamices, balanzas, extractor de moldes, máquina de compresión Marshall y así poder determinar los objetivos planteados en la siguiente investigación.

4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Observación: Es la técnica utilizada en las investigaciones ya que conduce a la necesidad de la sistematización de datos, ello nos permitió recolectar datos en el laboratorio, por lo cual se adoptó la forma experimental de acuerdo a lo siguiente:

- Se aplicó el método de Marshall modificado la elaboración del diseño de mezcla, para ello realizo la prueba de % óptimo de emulsión asfáltica para realizar el ensayo de recubrimiento de asfalto.

- Con el porcentaje de adición de la fibra de polietileno botellas de plástico reciclado se procedió a realizar las gráficas de estabilidad, flujos secos y húmedos con la finalidad que estos parámetros sean evaluados con la normatividad que exige el manual del M.T.C.

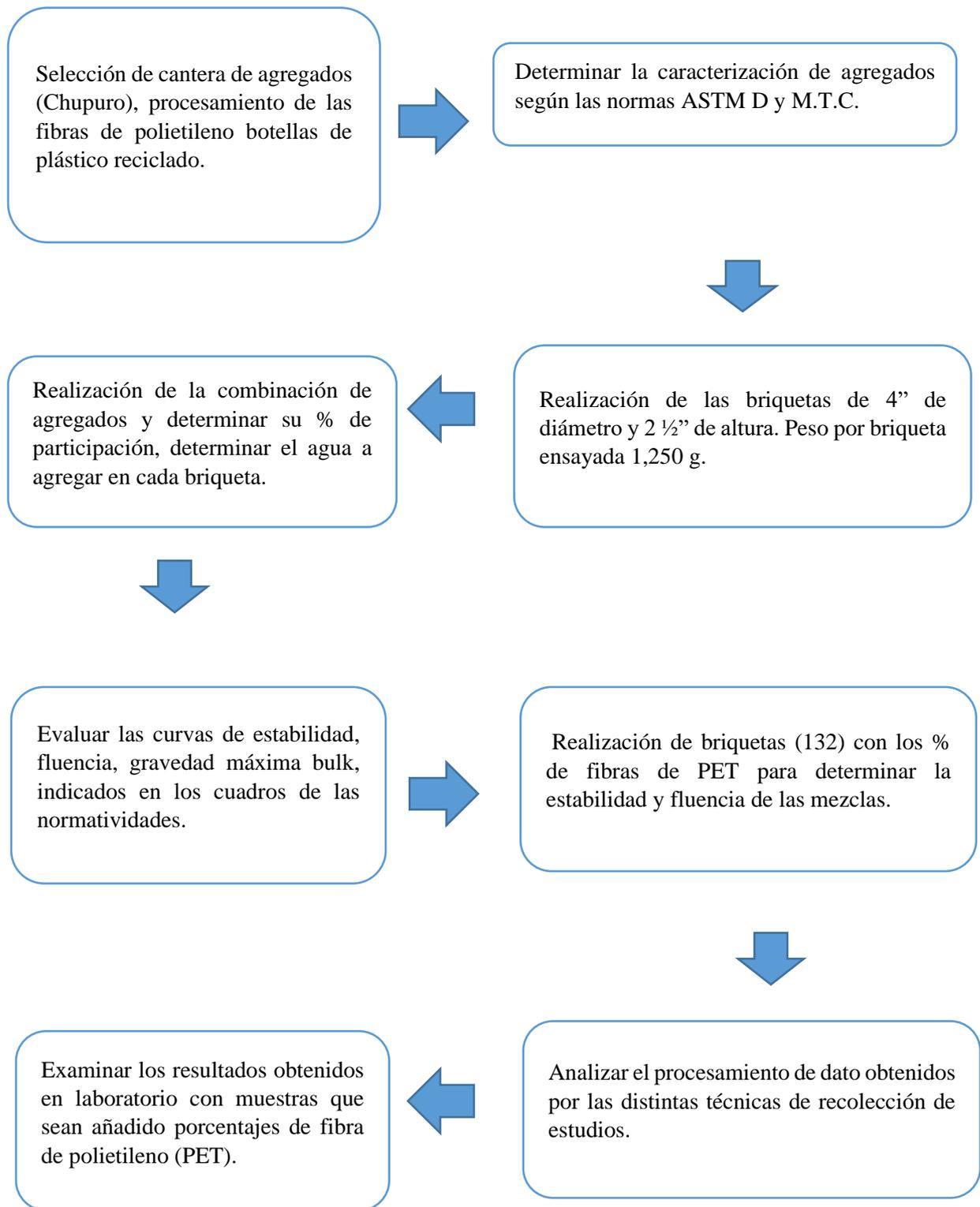


Figura 8: Desarrollo de investigación

FUENTE: Elaboración propia

4.7.1. Procedimiento de recolección de datos

4.7.1.1. Procesamiento de la fibra de polietileno botellas de plástico reciclado



Figura 9: Obtención de las fibras de polietileno

FUENTE: Elaboración Propia



Figura 10: *Procesamiento de las fibras de polietileno de botellas recicladas PET*

FUENTE: *Elaboración Propia*

Como se puede observar en las imágenes anteriores se procedió con la obtención de las fibras de polietileno (PET), la cual va ser nuestro aditivo no convencional en donde adicionaremos a los diseños de mezclas.

El procesamiento de las fibras de PET se realizó en una prensa fabricado exclusivamente para el procesamiento de tiras de botellas para luego obtener las fibras de polietileno propiamente dichas. En el cual se necesitó aproximadamente unas 50 botellas de plástico de 3 litros, para ser procesadas.

4.7.3. Propiedades de los agregados

4.7.3.1. Análisis granulométrico por tamizado

Se realizó la muestra por el método de muestreo, para luego proceder con método de cuarteo, finalmente introducirlo en el horno a una temperatura de 120 °C por un periodo de 24 horas.







Figura 15: Ensayo de granulometría de arena natural cantera Chupuro

FUENTE: *Elaboración Propia*



Figura 16: Ensayo de contenido de humedad de arena natural cantera Chupuro

FUENTE: *Elaboración Propia*



Figura 17: *Peso específico de piedra chancada de 3/4"*

FUENTE: *Elaboración Propia*



Figura 18: *Peso unitario compactado de piedra chancada 3/4" y de la arena natural cantera Chupuro*

FUENTE: *Elaboración Propia*





El material de piedra chancada y arena gruesa se extrajo de la cantera Chupuro - Huancayo.

4.7.3.2 Cálculo de la granulometría combinada en agregados

Se utilizó en la presente investigación el método de Tanteos Sucesivos. Para determinar el porcentaje de incidencia de la piedra chancada y arena gruesa.

El paso para determinar dicha combinación óptima entre agregados, nos con lleva a los siguiente:

1. Verificar las granulometrías (Piedra Chancada= agregado a, arena Gruesa = agregado b).
2. Se obtiene una MDF -2.

Tabla 9: Granulometría obtenida de laboratorio

COMBINACIÓN DE AGREGADOS							
Tamiz	Abertura (mm)	Piedra chancada	Arena gruesa	(%)	Especificaciones		Observaciones
					MDF-2		
% Combinaciones		40	60	100			
3 in.	75.000						
2½ in.	63.000						
2 in.	50.000						
1½ in.	37.500						
1 in.	25.000	100.0	100.0	100.0	100		
¾ in.	19.000	82.2	100.0	92.9	80 a 95		
½ in.	12.500						
¼ in.	9.500	28.5	100.0	71.4	60 a 75		
¼ in.	6.300						
No. 4	4.750	2.8	87.1	53.4	47 a 62		
No. 8	2.360	0.7	75.2	45.4	35 a 50		
No.10	2.000						% Agregados
No. 16	1.180						
No. 20	0.850						% Grava: 46.6 % Arena: 49.9 % Fino: 3.5
No. 30	0.600						
No. 40	0.425						
No. 50	0.300	0.2	36.8	22.2	13 a 23		
No. 60	0.250						
No. 80	0.180						Observaciones
No.100	0.150						
No. 200	0.075	0.1	5.8	3.5	3 a 8		
Fondo							

FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C

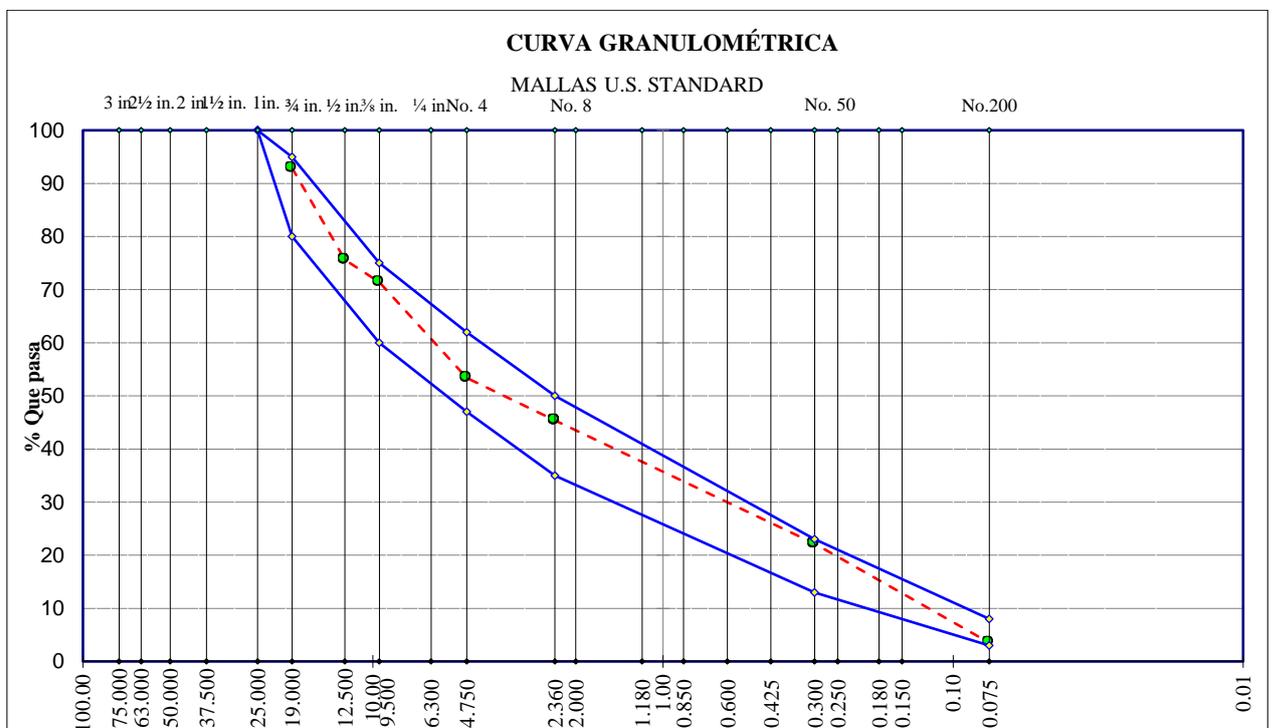


Figura 22: Curva granulométrica de agregados pétreos combinados

FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C

4.7.3.1. Cálculo de porcentaje de emulsión

Reemplazamos los datos obtenidos en laboratorio en la siguiente ecuación:

$$E' = 0.05 A' + 0.1 B' + 0.5 C'$$

Dádonos un % de emulsión asfáltica de:

$$E' = 8.7 \%$$

4.7.4.1 Ensayo para la determinar la resistencia mediante el ensayo Marshall

Se muestra parámetros para realizar las briquetas, en la cual obtenemos los agregados con el siguiente porcentaje de piedra chancada 40% y la arena gruesa en un 60%.

Tabla 10: Masas y % para el diseño de las muestras

“% Humedad de agregados combinados, Wp”		0.76	“Peso de la muestra (g), Pt”	1250	Contenido de asfalto en la emulsión (%), CA			60	“Humedad óptima de compactación la mezcla (%), Wop”		7
Mezcla	% de emulsión, E	Masa de emulsión (g), Pe	Agua en la emulsión %, Aae	Asfalto residual %, Ar	Agua a agregar %, Waa	Peso Agua a agregar (g), Paa	Peso del agregado combinado (g), Psc	Agua perdida %, Wperd	Agua perdida (g), Pperd	Humedad de compactación (%)	
1	8.10	97.84	3.23	4.8	3.01	37.62	1114.54	1	12.5	6	
2	8.40	101.60	3.35	5.0	2.89	36.12	1112.28	1	12.5	6	
3	8.70	105.37	3.47	5.2	2.77	34.62	1110.01	1	12.5	6	
4	9.00	109.15	3.59	5.4	2.65	33.12	1107.73	1	12.5	6	
5	9.30	112.94	3.71	5.6	2.53	31.62	1105.44	1	12.5	6	

FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C



Figura 23: Determinación del porcentaje óptimo de emulsión asfáltica

FUENTE: Elaboración Propia

4.7.5. Elaboración de muestras con PET para diseño

Procedemos de la siguiente manera:

Fibra de Polietileno botellas de plástico = $1\% * 1250 = 12.50\text{gr}$

Porcentaje de emulsión = $8.7\% * 1250 = 105.37\text{gr}$

Agua 40% = 37.50gr

Asfalto 60% = 56.25gr

Masa de la muestra requerida = $(1250 - 12.50) = 1237.50\text{gr}$

Agua a agregar = $8.6\% - (0.76\% + 8.6\% * (40\%)) = 2.77\%$

Agua a agregar = $2.77\% * 1187.5 = 34.62\text{gr}$

Tabla 11: Tabla de Añadido de diferentes % de PET

TABLA DE % DE ELABORACIÓN DE MUESTRAS DE PET													
% Humedad de agregados combinados, Wp				0.76	Masa de la muestra (g), Pt	1250	60		Humedad óptima de mezclado (%), Wop				7
Mezcla	% de PET	Masa de PET (g),	Masa de la muestra requerida (g), Pt	% Emulsión, E	Masa de emulsión (g), Pe	Agua en la emulsión %, Aae	Masa agua a agregar (g), Paa	Masa del agregado combinado (g), Psc	Masa de la piedra chancada	Masa de la arena natural	Agua pérdida %, Wperd	Agua pérdida (g), Pperd	Humedad de compactación (%)
									4%	60%			
1	0.00	0.0	1250.0	8.7	105.4	3.5	34.6	1110.0	444	666	1.0	12.5	6.0
2	0.10	1.3	1248.8	8.7	105.3	3.5	34.6	1108.9	444	665	1.0	12.5	6.0
3	0.20	2.5	1247.5	8.7	105.2	3.5	34.6	1107.8	443	665	1.0	12.5	6.0
4	0.30	3.8	1246.3	8.7	105.1	3.5	34.5	1106.7	443	664	1.0	12.5	6.0
5	0.40	5.0	1245.0	8.7	105.0	3.5	34.5	1105.6	442	663	1.0	12.5	6.0
6	0.50	6.3	1243.8	8.7	104.8	3.5	34.4	1104.5	442	663	1.0	12.4	6.0
7	0.60	7.5	1242.5	8.7	104.7	3.5	34.4	1103.3	441	662	1.0	12.4	6.0
8	0.70	8.8	1241.3	8.7	104.6	3.5	34.4	1102.2	441	661	1.0	12.4	6.0
9	0.80	10.0	1240.0	8.7	104.5	3.5	34.3	1101.1	440	661	1.0	12.4	6.0
10	0.90	11.3	1238.8	8.7	104.4	3.5	34.3	1100.0	440	660	1.0	12.4	6.0
11	1.00	12.5	1237.5	8.7	104.3	3.5	34.3	1098.9	440	659	1.0	12.4	6.0

FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C

4.7.6. Ensayos en las muestras con fibra de polietileno botellas de plástico reciclado

Se ensayaron 12 muestras por cada % PET las cuales se realizaron como se plasma en la tabla 14, resultando un total de 132 briquetas a los cuales se realizó las pruebas de gravedad específica, ensayos Marshall.



4.8. Aspectos éticos de la Investigación

La presente investigación se basa en:

- a) Protección de la persona y de diferentes grupos étnicos y socio culturales La presente investigación no tiene la finalidad de discriminación más por el contrario busca proporcionar información y plasmar métodos que sean factibles para todo aquel que quiera incursionar en la investigación de los pavimentos.
- b) Consentimiento informado y expreso La presente investigación muestra consentimientos informados para que cualquier persona tenga acceso a la información y sea de guía para posteriores investigaciones.

- c) **Beneficencia y no maleficencia** La presente investigación busca la beneficencia de modo que son más económicos la utilización de las emulsiones asfálticas que RC -250 utilizadas en las mezclas asfálticas en caliente.
- d) **Protección al medio ambiente y el respeto de la biodiversidad** La presente investigación debido a que se usó el asfalto en este caso emulsiones asfálticas son más amigables con el medio ambiente en comparación a los utilizados en las mezclas asfálticas en caliente.
- e) **Responsabilidad** La investigación para su respectiva conclusión se necesita una gran responsabilidad debido a que en transcurso de la ejecución se presentan adversidades que uno tiene que tomar decisión y responsabilidad que implica seguir adelante para su culminación.
- f) **Veracidad** Los datos y resultados plasmados en la presente investigación se realizaron en el laboratorio C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C que cuenta con acreditación de INACAL y la ISO 90001: 2015.

CAPITULO V: RESULTADOS

5.1. Descripción de resultados

5.1.1. SOBRE CUANTO CAMBIA LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLÁSTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES EN LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO

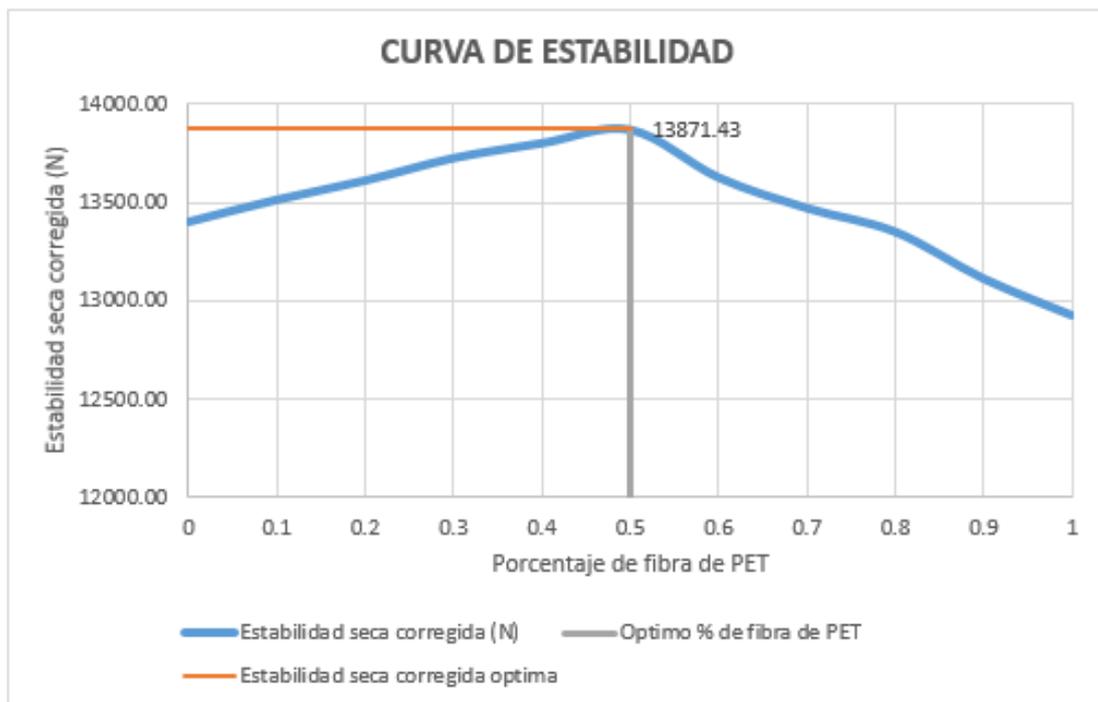


Figura 25: Curva de estabilidad con distinto porcentajes de fibra de PET

FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C

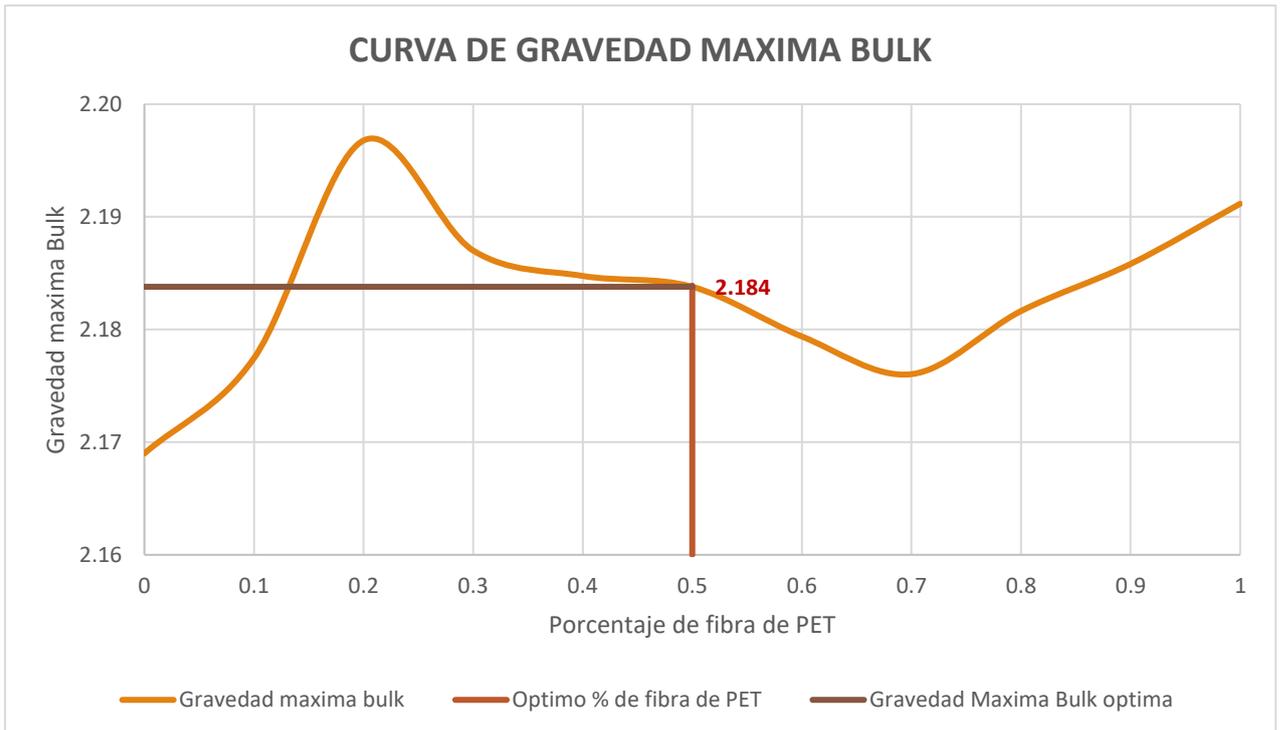


Figura 26: Curva de la gravedad máxima bulk con distinto porcentajes de fibra de PET

FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C

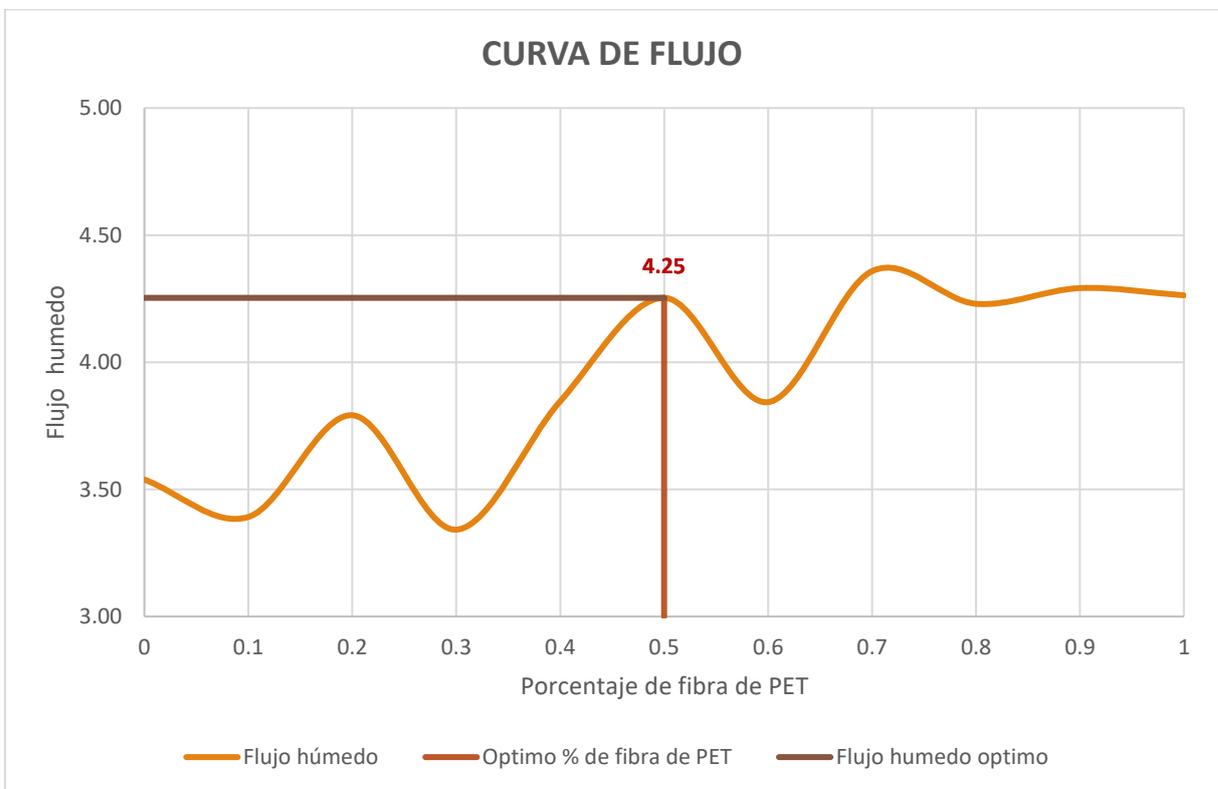


Figura 27: Curva del flujo húmedo con distintos porcentajes de fibra de PET

FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C

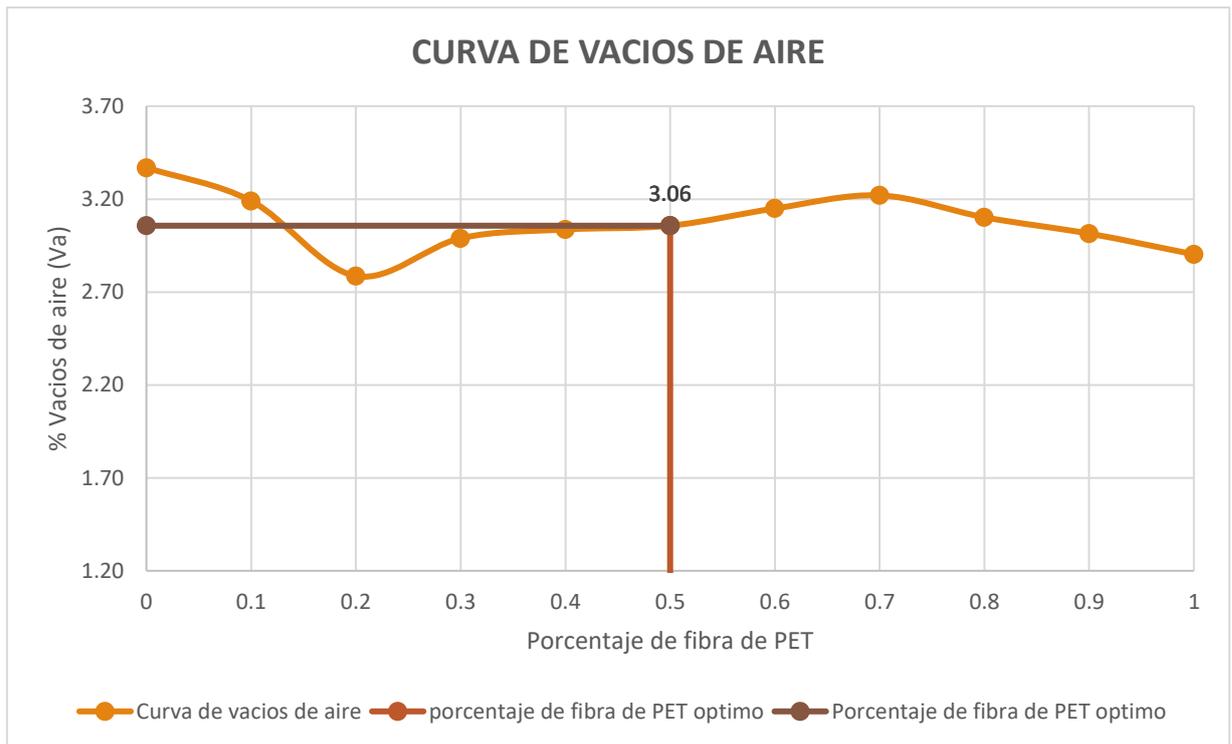


Figura 28: Curva de vacíos de aire con distintos porcentajes de fibra de PET

FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C

Tabla 12: Tabla de resultados según especificaciones

	VALOR	ESPECIFICACIÓN	CUMPLE/NO CUMPLE
Estabilidad mínima corregida (N)	13,871	9000	CUMPLE
Flujo (mm)	4.3	3.0 - 5.0	CUMPLE
Relación estabilidad / Flujo (KN/mm)	3.3	3.0 - 5.0	CUMPLE
Vacios con aire Va (%)	3.14	3.0 - 5.0	CUMPLE
Vacios llenos de asfalto VFA (%)	70.5	65 - 78	CUMPLE
Relación llenante / Ligante efectivo	1.0	0.8 - 1.2	CUMPLE

FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C

5.1.2. LECTURA DE ESTABILIDAD Y FLUJO CON ADICIÓN DE (PET)

Tabla 13: Parámetros con 0.00% de fibra de PET

# DE BRIQUETA	Espesor (mm)	% Emulsión	% PET	Estabilidad seca (Kg)	Factor de corrección por espesor	Estabilidad seca y húmeda corregida (Kg)	Estabilidad seca y húmeda corregida (N)	Flujo (mm)	Relación estabilidad/flujo (N/mm)
1	68.6	8.70	0.0	1492.84	0.96	1433.13	14044.64	3.23	4348.19
2	66.9			1466.32	0.96	1407.67	13795.12	3.51	3930.23
3	66.8			1362.07	0.93	1266.73	12413.91	3.48	3567.21
4	67.7			1346.09	0.96	1292.25	12664.01	3.87	3272.36
5	67.6			1563.68	0.93	1454.22	14251.38	3.16	4509.93
6	67.7			1453.54	0.93	1351.79	13247.56	3.92	3379.48
7	67.7			1375.73	0.93	1279.43	12538.40	3.18	3942.89
8	66.3			1387.29	0.93	1290.18	12643.76	3.45	3664.86
9	67.1			1399.67	0.93	1301.69	12756.59	3.40	3751.94
10	66.7			1351.87	0.93	1257.24	12320.94	3.90	3159.22
11	67.3			1397.27	0.96	1341.38	13145.52	3.25	4044.77
12	67.6			1445.71	1.00	1445.71	14167.96	4.05	3498.26

FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C

Según la tabla 13 nos muestra el resultado de 12 especímenes (adicionado 0.00% de PET) las cuales son de la siguiente manera las seis primeras nos muestran los resultados en estado seco y los seis restantes son en estado húmedo aplicando las respectivas correcciones tenemos. En estabilidad un valor mínimo de 12,413.91 N y un valor máximo de 14,251.38 N, en fluencia tenemos un valor mínimo de 3.16 mm y un máximo de 3.87 mm.

Tabla 14: Parámetros con 0.10% de fibra de PET

# DE BRIQUETA	Espesor (mm)	% Emulsión	% PET	Estabilidad seca (Kg)	Factor de corrección por espesor	Estabilidad seca corregida (Kg)	Estabilidad seca corregida (N)	Flujo (mm)	Relación estabilidad/flujo (N/mm)
13	68.7	8.7	0.1	1460.66	0.93	1358.41	13312.46	3.13	4253.18
14	67.1			1417.04	0.93	1317.85	12914.90	3.41	3787.36
15	67.3			1411.30	0.93	1312.51	12862.59	3.60	3572.94
16	67.3			1447.41	0.96	1389.51	13617.23	3.81	3574.08
17	66.4			1513.17	0.96	1452.64	14235.90	3.21	4434.86
18	68.9			1552.17	0.93	1443.52	14146.48	3.10	4563.38
19	66.3			1422.30	0.93	1322.74	12962.84	3.25	3988.57
20	66.5			1402.61	0.93	1304.43	12783.39	3.40	3759.82
21	67.8			1400.85	0.93	1302.79	12767.35	3.55	3596.44
22	67.4			1385.56	0.96	1330.14	13035.35	3.80	3430.35
23	68.3			1435.74	0.93	1335.24	13085.33	3.15	4154.07
24	67.6			1378.70	1.00	1378.70	13511.26	3.20	4222.27

FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C

Según la tabla 14 nos muestra el resultado de 12 especímenes (adicionado 0.10% de PET) las cuales son de la siguiente manera las seis primeras nos muestran los resultados en estado seco y los seis restantes son en estado húmedo aplicando las respectivas correcciones tenemos. En estabilidad un valor mínimo de 12,862.59 N y un valor máximo de 14,235.90 N, en fluencia tenemos un valor mínimo de 3.10 mm y un r máximo de 3.81 mm.

Tabla 15: Parámetros con 0.20% de fibra de PET

# DE BRIQUETA	Espesor (mm)	% Emulsión	% PET	Estabilidad seca (Kg)	Factor de corrección por espesor	Estabilidad seca corregida (Kg)	Estabilidad seca corregida (N)	Flujo (mm)	Relación estabilidad/flujo (N/mm)
25	67.8	8.7	0.2	1406.88	1.00	1406.88	13787.42	3.81	3618.75
26	67.1			1478.70	0.96	1419.55	13911.61	3.15	4416.38
27	69.0			1427.51	0.96	1370.41	13430.01	4.13	3251.82
28	67.1			1488.82	1.00	1488.82	14590.44	4.08	3576.09
29	67.5			1321.75	0.96	1268.88	12435.02	3.65	3406.86
30	68.5			1379.79	1.00	1379.79	13521.94	3.61	3745.69
31	66.7			1437.27	1.00	1437.27	14085.25	3.65	3858.97
32	67.7			1329.44	1.00	1329.44	13028.51	3.25	4008.77
33	68.4			1363.90	0.93	1268.43	12430.58	4.30	2890.83
34	67.1			1352.31	0.96	1298.22	12722.53	4.20	3029.17
35	66.5			1369.49	0.96	1314.71	12884.16	3.55	3629.34
36	67.9			1365.07	1.00	1365.07	13377.69	3.80	3520.44

FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C

Según la tabla 15 nos muestra el resultado de 12 especímenes (adicionado 0.20% de PET) las cuales son de la siguiente manera las seis primeras nos muestran los resultados en estado seco y los seis restantes son en estado húmedo aplicando las respectivas correcciones tenemos. En estabilidad un valor mínimo de 12,435.02 N y un valor máximo de 14,590.44 N, en fluencia tenemos un valor mínimo de 3.15 mm y un máximo de 4.08 mm.

Tabla 16: Parámetros con 0.30% de fibra de PET

# DE BRIQUETA	Espesor (mm)	% Emulsión	% PET	Estabilidad seca (Kg)	Factor de corrección por espesor	Estabilidad seca corregida (Kg)	Estabilidad seca corregida (N)	Flujo (mm)	Relación estabilidad/flujo (N/mm)
37	68.8	8.7	0.3	1345.14	0.93	1250.98	12259.61	3.61	3396.01
38	66.7			1576.20	0.96	1513.15	14828.89	3.25	4562.74
39	67.7			1443.01	0.96	1385.29	13575.84	3.12	4351.23
40	67.0			1444.40	0.93	1343.29	13164.26	3.91	3366.82
41	67.5			1570.45	0.96	1507.63	14774.79	3.37	4384.21
42	67.8			1509.65	0.93	1403.97	13758.95	3.41	4034.88
43	67.7			1293.90	0.96	1242.14	12173.01	3.75	3246.14
44	66.8			1548.63	0.96	1486.68	14569.51	3.10	4699.84
45	67.5			1378.26	1.00	1378.26	13506.95	3.05	4428.51
46	67.3			1354.55	0.96	1300.37	12743.61	3.40	3748.12
47	67.3			1398.67	0.96	1342.72	13158.69	3.25	4048.83
48	67.1			1352.24	0.96	1298.15	12721.87	3.50	3634.82

FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C

Según la tabla 16 nos muestra el resultado de 12 especímenes (adicionado 0.30% de PET) las cuales son de la siguiente manera las seis primeras nos muestran los resultados en estado seco y los seis restantes son en estado húmedo aplicando las respectivas correcciones tenemos. En estabilidad un valor mínimo de 12,259.61 N y un valor máximo de 14,774.79 N, en fluencia tenemos un valor mínimo de 3.12 mm y un máximo de 3.91 mm.

Tabla 17: Parámetros con 0.40% de fibra de PET

# DE BRIQUETA	Espesor (mm)	% Emulsión	% PET	Estabilidad seca (Kg)	Factor de corrección por espesor	Estabilidad seca corregida (Kg)	Estabilidad seca corregida (N)	Flujo (mm)	Relación estabilidad/flujo (N/mm)
49	67.9	8.7	0.4	1482.41	0.96	1423.11	13946.51	3.19	4371.95
50	67.3			1462.99	0.93	1360.58	13333.69	3.99	3341.78
51	67.9			1380.38	0.96	1325.16	12986.62	3.65	3557.98
52	67.2			1399.42	0.93	1301.46	12754.31	4.05	3149.21
53	67.8			1493.56	1.00	1493.56	14636.89	4.13	3544.04
54	68.8			1611.19	0.96	1546.74	15158.08	3.64	4164.31
55	67.0			1413.07	0.96	1356.55	13294.16	3.25	4090.51
56	68.6			1414.36	0.96	1357.79	13306.30	4.05	3285.51
57	68.1			1358.15	0.96	1303.82	12777.48	3.85	3318.82
58	67.3			1332.23	0.96	1278.94	12533.62	4.15	3020.15
59	67.4			1422.32	0.93	1322.76	12963.02	4.23	3064.54
60	67.3			1498.24	0.96	1438.31	14095.44	3.55	3970.55

FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C

Según la tabla 17 nos muestra el resultado de 12 especímenes (adicionado 0.40% de PET) las cuales son de la siguiente manera las seis primeras nos muestran los resultados en estado seco y los seis restantes son en estado húmedo aplicando las respectivas correcciones tenemos. En estabilidad un valor mínimo de 12,754.31 N y un valor máximo de 15,158.08 N, en fluencia tenemos un valor mínimo de 3.19 mm y un máximo de 4.13 mm.

Tabla 18: Parámetros con 0.50% de fibra de PET

# DE BRIQUETA	Espesor (mm)	% Emulsión	% PET	Estabilidad seca (Kg)	Factor de corrección por espesor	Estabilidad seca corregida (Kg)	Estabilidad seca corregida (N)	Flujo (mm)	Relación estabilidad/flujo (N/mm)
61	67.8	8.7	0.5	1476.89	0.93	1373.51	13460.38	4.53	2971.39
62	67.2			1442.99	0.96	1385.27	13575.65	4.12	3295.06
63	67.9			1492.07	0.96	1432.39	14037.39	4.60	3051.61
64	66.3			1488.04	0.93	1383.88	13562.00	4.37	3103.43
65	66.8			1491.85	0.96	1432.18	14035.32	3.91	3589.60
66	67.9			1547.39	0.96	1485.49	14557.85	3.90	3732.78
67	67.9			1398.66	0.96	1342.71	13158.59	4.36	3018.03
68	68.0			1471.69	0.93	1368.67	13412.98	4.23	3170.92
69	67.0			1406.10	0.96	1349.86	13228.59	4.46	2966.05
70	67.3			1395.98	0.96	1340.14	13133.38	4.33	3033.11
71	68.6			1419.41	0.96	1362.63	13353.81	4.02	3321.84
72	67.2			1447.31	0.96	1389.42	13616.29	4.12	3304.93

FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C

Según la tabla 18 nos muestra el resultado de 12 especímenes (adicionado 0.50% de PET) las cuales son de la siguiente manera las seis primeras nos muestran los resultados en estado seco y los seis restantes son en estado húmedo aplicando las respectivas correcciones tenemos. En estabilidad un valor mínimo de 13,460.38 N y un valor máximo de 14,557.85 N, en fluencia tenemos un valor mínimo de 3.90 mm y un máximo de 4.60 mm.

Tabla 19: Parámetros con 0.60% de fibra de PET

# DE BRIQUETA	Espesor (mm)	% Emulsión	% PET	Estabilidad seca (Kg)	Factor de corrección por espesor	Estabilidad seca corregida (Kg)	Estabilidad seca corregida (N)	Flujo (mm)	Relación estabilidad/flujo (N/mm)
73	68.1	8.7	0.6	1497.42	0.96	1437.52	14087.73	3.38	4167.97
74	68.5			1457.09	0.93	1355.09	13279.92	4.06	3270.92
75	66.3			1487.72	0.93	1383.58	13559.08	3.15	4304.47
76	68.2			1559.67	0.93	1450.49	14214.83	4.21	3376.44
77	67.7			1395.08	0.96	1339.28	13124.91	3.98	3297.72
78	66.4			1435.25	0.96	1377.84	13502.83	3.78	3572.18
79	67.0			1385.15	0.96	1329.74	13031.49	3.26	3997.39
80	67.3			1397.75	1.00	1397.75	13697.95	4.18	3277.02
81	67.8			1509.90	0.96	1449.50	14205.14	3.25	4370.81
82	67.9			1402.99	0.96	1346.87	13199.33	4.52	2920.21
83	68.4			1358.16	0.96	1303.83	12777.57	3.83	3336.18
84	68.5			1312.67	0.93	1220.78	11963.67	4.02	2976.04

FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C

Según la tabla 19 nos muestra el resultado de 12 especímenes (adicionado 0.60% de PET) las cuales son de la siguiente manera las seis primeras nos muestran los resultados en estado seco y los seis restantes son en estado húmedo aplicando las respectivas correcciones tenemos. En estabilidad un valor mínimo de 13,124.91 N y un valor máximo de 14,214.83 N, en fluencia tenemos un valor mínimo de 3.15 mm y un máximo de 4.21 mm.

Tabla 20: Parámetros con 0.70% de fibra de PET

# DE BRIQUETA	Espesor (mm)	% Emulsión	% PET	Estabilidad seca (Kg)	Factor de corrección por espesor	Estabilidad seca corregida (Kg)	Estabilidad seca corregida (N)	Flujo (mm)	Relación estabilidad/flujo (N/mm)
85	67.0	8.7	0.7	1554.37	0.93	1445.56	14166.53	4.08	3472.19
86	67.5			1428.14	0.93	1328.17	13016.07	4.23	3077.08
87	67.9			1371.30	0.93	1275.31	12498.03	4.50	2777.34
88	68.5			1347.22	0.93	1252.91	12278.56	3.97	3092.84
89	68.8			1485.68	0.96	1426.25	13977.29	4.52	3092.32
90	67.4			1583.21	0.96	1519.88	14894.84	4.41	3377.51
91	66.2			1413.86	1.00	1413.86	13855.83	4.15	3338.75
92	67.9			1422.03	0.96	1365.15	13378.46	4.41	3033.66
93	67.6			1361.64	0.96	1307.17	12810.31	4.35	2944.90
94	68.4			1357.68	0.96	1303.37	12773.05	4.02	3177.38
95	67.7			1434.66	0.93	1334.23	13075.49	4.67	2799.89
96	66.7			1351.56	0.96	1297.50	12715.48	4.55	2794.61

FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C

Según la tabla 20 nos muestra el resultado de 12 especímenes (adicionado 0.70% de PET) las cuales son de la siguiente manera las seis primeras nos muestran los resultados en estado seco y los seis restantes son en estado húmedo aplicando las respectivas correcciones tenemos. En estabilidad un valor mínimo de 12,278.56 N y un valor máximo de 14,894.84 N, en fluencia tenemos un valor mínimo de 3.97 mm y un máximo de 4.50 mm.

Tabla 21: Parámetros con 0.80% de fibra de PET

# DE BRIQUETA	Espesor (mm)	% Emulsión	% PET	Estabilidad seca (Kg)	Factor de corrección por espesor	Estabilidad seca corregida (Kg)	Estabilidad seca corregida (N)	Flujo (mm)	Relación estabilidad/flujo (N/mm)
97	67.0	8.7	0.8	1399.78	0.96	1343.79	13169.13	4.73	2783.11
98	67.6			1505.45	0.96	1445.23	14163.27	4.08	3471.39
99	66.0			1473.70	0.93	1370.54	13431.30	3.74	3591.26
100	67.7			1512.75	0.96	1452.24	14231.95	4.42	3219.90
101	68.5			1489.44	0.89	1325.60	12990.90	3.98	3264.04
102	68.9			1330.19	0.93	1237.08	12123.35	4.27	2839.19
103	67.9			1411.90	0.96	1355.42	13283.16	4.86	2733.16
104	67.0			1366.38	0.96	1311.72	12854.90	4.04	3181.91
105	67.4			1384.30	0.96	1328.93	13023.49	3.66	3558.33
106	68.3			1426.07	1.00	1426.07	13975.49	4.32	3235.07
107	68.9			1330.89	0.96	1277.65	12521.01	4.08	3068.88
108	67.8			1250.53	0.96	1200.51	11764.99	4.42	2661.76

FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C

Según la tabla 21 nos muestra el resultado de 12 especímenes (adicionado 0.80% de PET) las cuales son de la siguiente manera las seis primeras nos muestran los resultados en estado seco y los seis restantes son en estado húmedo aplicando las respectivas correcciones tenemos. En estabilidad un valor mínimo de 12,123.35 N y un valor máximo de 14,231.95 N, en fluencia tenemos un valor mínimo de 3.74 mm y un máximo de 4.73 mm.

Tabla 22: Parámetros con 0.90% de fibra de PET

# DE BRIQUETA	Espesor (mm)	% Emulsión	% PET	Estabilidad seca (Kg)	Factor de corrección por espesor	Estabilidad seca corregida (Kg)	Estabilidad seca corregida (N)	Flujo (mm)	Relación estabilidad/flujo (N/mm)
109	68.0	8.7	0.9	1537.05	0.93	1429.46	14008.67	4.46	3140.96
110	67.6			1499.04	0.96	1439.08	14102.97	4.27	3302.80
111	67.6			1344.49	0.96	1290.71	12648.96	4.01	3154.35
112	67.3			1474.89	0.96	1415.89	13875.77	4.12	3368.35
113	66.1			1211.71	0.93	1126.89	11043.52	4.01	2754.00
114	66.2			1426.34	0.93	1326.50	12999.66	4.80	2708.26
115	67.4			1336.80	0.96	1283.33	12576.61	4.55	2764.09
116	67.3			1406.06	0.96	1349.82	13228.21	4.62	2863.25
117	67.5			1311.64	0.93	1219.83	11954.29	3.85	3105.01
118	68.9			1354.83	1.00	1354.83	13277.33	3.96	3352.86
119	68.1			1359.97	1.00	1359.97	13327.71	4.12	3234.88
120	68.3			1343.97	0.96	1290.21	12644.07	4.65	2719.15

FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C

Según la tabla 22 nos muestra el resultado de 12 especímenes (adicionado 0.90% de PET) las cuales son de la siguiente manera las seis primeras nos muestran los resultados en estado seco y los seis restantes son en estado húmedo aplicando las respectivas correcciones tenemos. En estabilidad un valor mínimo de 11,043.52 N y un valor máximo de 14,102.97 N, en fluencia tenemos un valor mínimo de 4.01 mm y un máximo de 4.80 mm.

Tabla 23: Parámetros con 1.00% de fibra de PET

# DE BRIQUETA	Espesor (mm)	% Emulsión	% PET	Estabilidad seca (Kg)	Factor de corrección por espesor	Estabilidad seca corregida (Kg)	Estabilidad seca corregida (N)	Flujo (mm)	Relación estabilidad/flujo (N/mm)
121	67.8	8.7	1.0	1488.00	0.96	1428.48	13999.10	3.94	3553.07
122	67.6			1261.61	0.93	1173.30	11498.31	4.14	2777.37
123	67.2			1444.99	0.96	1387.19	13594.47	4.28	3176.28
124	66.0			1384.94	0.96	1329.54	13029.52	3.87	3366.80
125	68.7			1383.01	0.93	1286.20	12604.75	4.57	2758.15
126	67.9			1363.73	0.96	1309.18	12829.97	4.59	2795.20
127	68.2			1356.80	1.00	1356.80	13296.64	4.07	3266.99
128	67.4			1230.18	0.93	1144.07	11211.86	4.25	2638.08
129	67.6			1411.95	0.96	1355.47	13283.63	4.12	3224.18
130	67.5			1319.52	0.96	1266.74	12414.04	4.02	3088.07
131	67.4			1325.38	0.96	1272.36	12469.18	4.71	2647.38
132	68.1			1284.83	0.96	1233.44	12087.68	4.41	2740.97

FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C

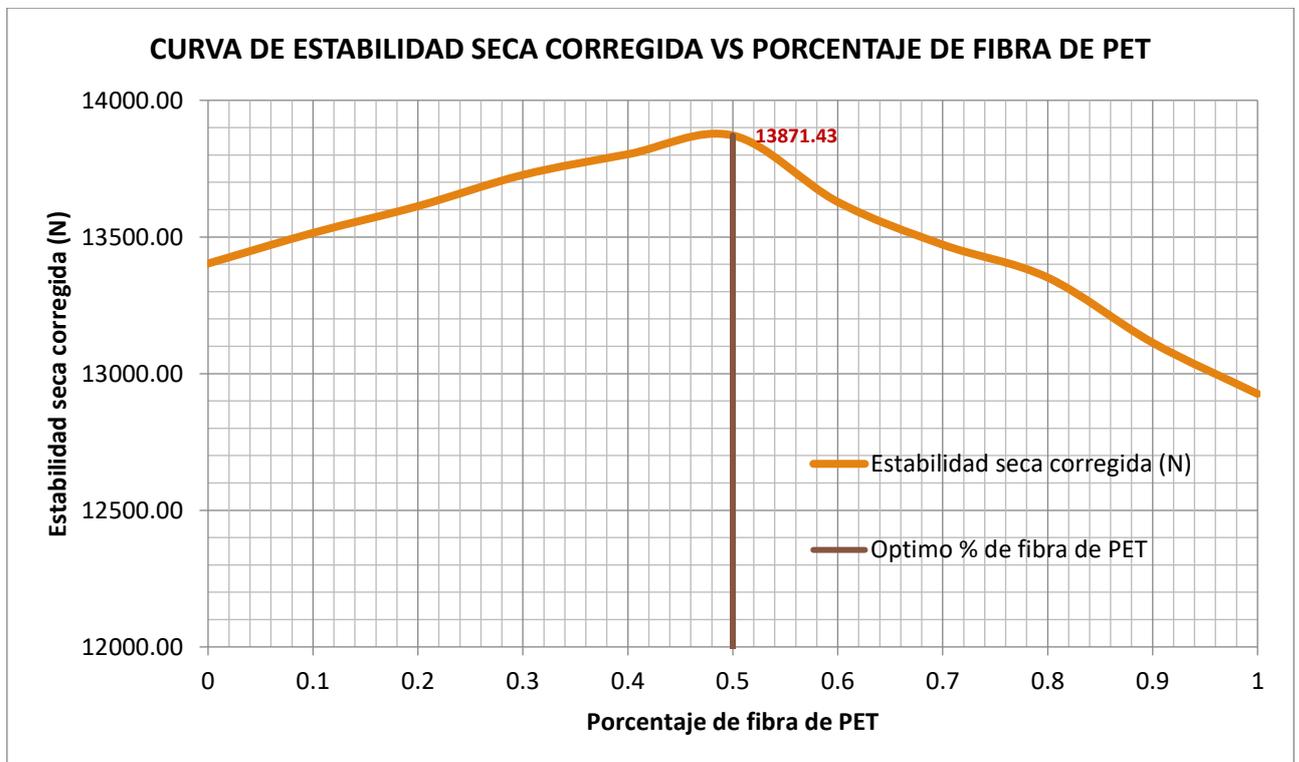
Según la tabla 23 nos muestra el resultado de 12 especímenes (adicionado 1.00% de PET) las cuales son de la siguiente manera las seis primeras nos muestran los resultados en estado seco y los seis restantes son en estado húmedo aplicando las respectivas correcciones tenemos, en estabilidad un valor mínimo de 11,498.31 N y un valor máximo de 13,594.47 N, en fluencia tenemos un valor mínimo de 3.87 mm y un máximo de 4.59 mm.

5.1.2. SOBRE CUANTO MODIFICA LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD SECA EN LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO

Tabla 24: Promedio de estabilidad con distintos % de fibra de polietileno botellas de plástico reciclado

Mezcla	% PET	Estabilidad seca corregida (N)
1	0.0	13403
2	0.1	13515
3	0.2	13613
4	0.3	13727
5	0.4	13803
6	0.5	13871
7	0.6	13628
8	0.7	13472
9	0.8	13352
10	0.9	13113
11	1.0	12926

FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C



FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C

Como se aprecia valores máximos para 0.50% de añadido de PET.

ESTABILIDAD SECA MUESTRA PATRON (PET)	ESTABILIDAD SECA CORREGIDA CON (PET)
13,402.77 N	13,871.43 N

FUENTE: Elaboración Propia

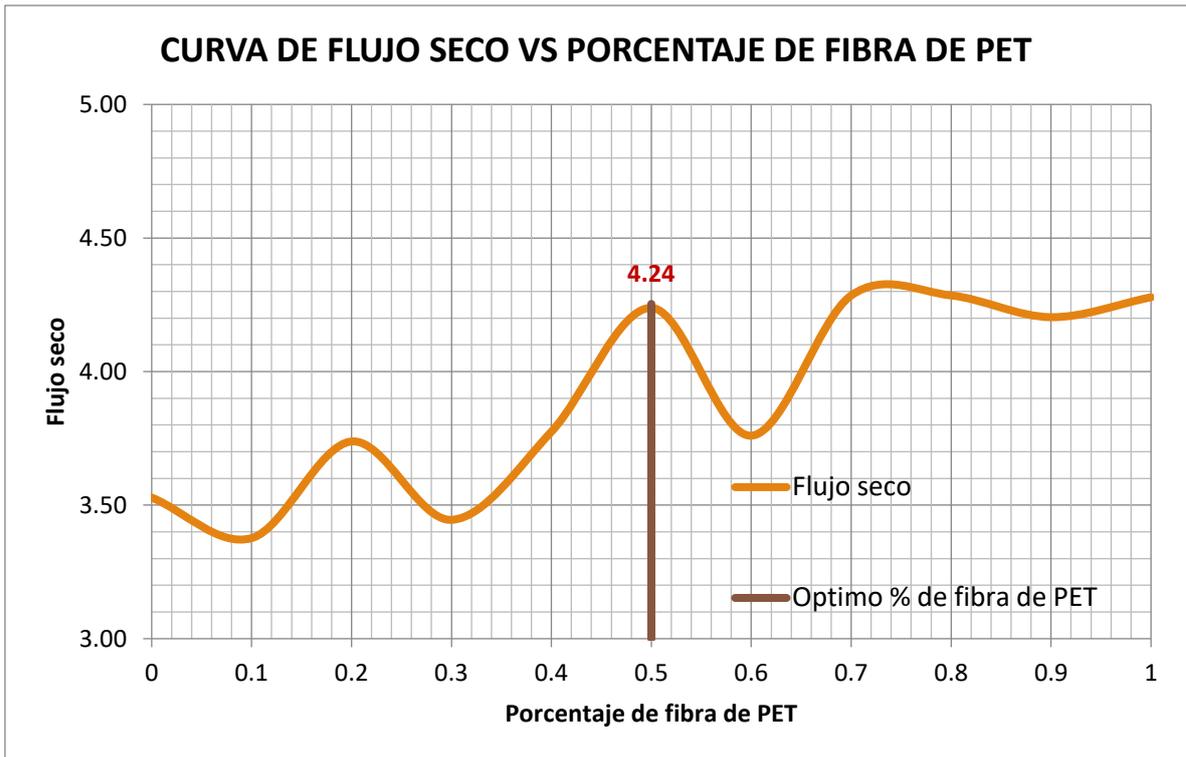
- El incremento es de 3.5% para estabilidad seca corregida en comparación a la muestra patrón obtenida.

5.1.3. SOBRE CUANTO MODIFICA LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLÁSTICO RECICLADO EN LA FLUENCIA SECA EN LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO

Tabla 25: Promedio de flujo seco con % de fibra de polietileno botella de plástico reciclado

% PET	Flujo seco
0	3.53
0.1	3.38
0.2	3.74
0.3	3.45
0.4	3.78
0.5	4.24
0.6	3.76
0.7	4.29
0.8	4.29
0.9	4.20
1	4.28

FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C



FUENTE: Laboratorio C3 Ingeniería especializada S.A.C

Como se aprecia valores máximos para 0.50% de añadido de PET.

FLUJO SECO MUESTR PATRÓN (PET)	FLUJO SECO CON (PET)
3,53 mm	4.24mm

FUENTE: Elaboración Propia

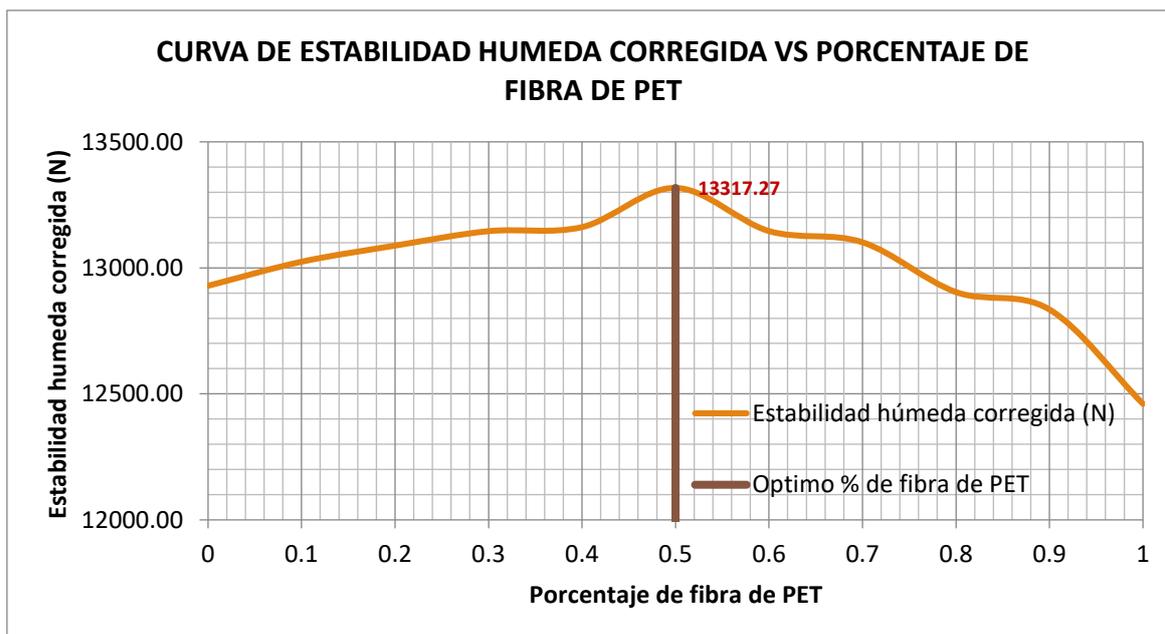
- El incremento es de 20.11% para flujo seco corregida en comparación a la muestra patrón obtenida.

5.1.4. SOBRE CUANTO CAMBIA LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD Y FLUENCIA HUMEDA EN LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO

Tabla 26: Promedio de estabilidad húmedo con % de fibra de polietileno botella de plástico reciclado

% PET	Estabilidad húmeda corregida (N)
0	12928.86
0.1	13024.25
0.2	13088.12
0.3	13145.61
0.4	13161.67
0.5	13317.27
0.6	13145.86
0.7	13101.44
0.8	12903.84
0.9	12834.70
1	12460.50

FUENTE: C3 Ingeniería especializada S.A.C



Como se aprecia valores máximos para 0.50% de añadido de PET.

ESTABILIDAD HUMEDA MUESTRA PATRON (PET)	ESTABILIDAD HUMEDA CORREGIDA CON (PET)
12,928.86 N	13,317.27 N

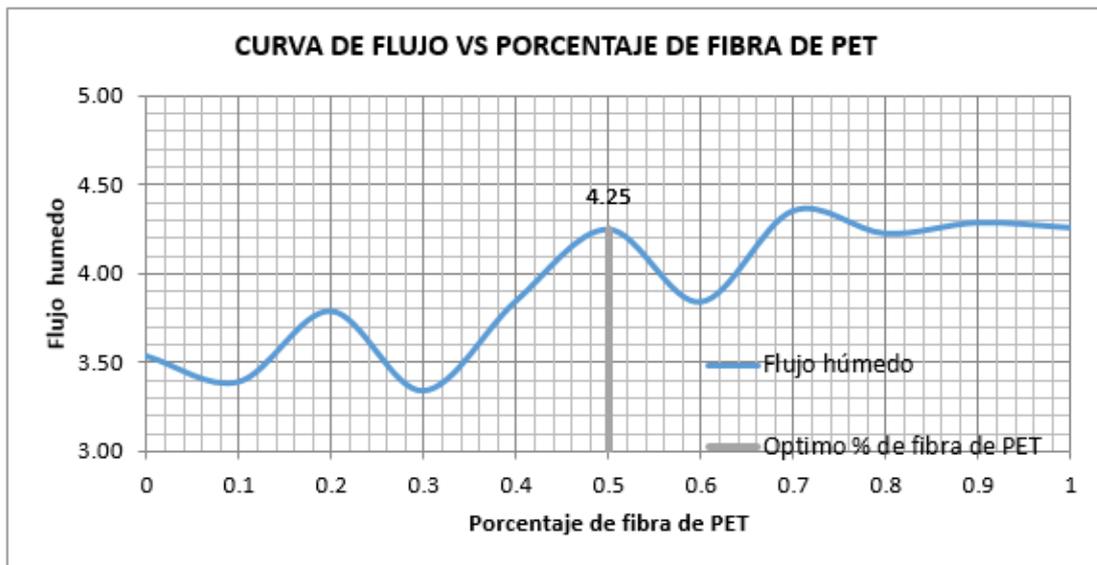
FUENTE: Elaboración Propia

- El incremento es de 3.00% para estabilidad húmeda corregida en comparación a la muestra patrón obtenida.

Tabla 27: Promedio de flujo húmedo con diferentes % de fibra de polietileno botella de plástico reciclado

% PET	Flujo húmedo
0	3.54
0.1	3.39
0.2	3.79
0.3	3.34
0.4	3.85
0.5	4.25
0.6	3.84
0.7	4.36
0.8	4.23
0.9	4.29
1	4.26

FUENTE: C3 Ingeniería especializada S.A.C



FUENTE: C3 Ingeniería especializada S.A.C

Como se aprecia valores máximos para 0.50% de añadido de PET.

FLUJO HUMEDO MUESTRA PATRÓN (PET)	FLUJO HUMEDO CON (PET)
3,54 mm	4.25 mm

FUENTE: Elaboración Propia

- El incremento es de 20.21% para flujo húmedo estabilidad húmeda en comparación a la muestra patrón obtenida.

5.2. Contrastación de hipótesis

5.2.1. SOBRE CUANTO CAMBIA LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLÁSTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES EN LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO

Para determinar la existencia del cambio entre el % de adición de fibra de polietileno en el porcentaje de volumen de vacíos se hizo la Prueba de Normalidad:

5.2.1.1. PORCENTAJE EN VOLUMEN DE VACÍOS DE AIRE

	Pruebas de normalidad						
	% de fibra de PET	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Volumen de vacíos	,00	,269	6	,200*	,932	6	,597
	,10	,244	6	,200*	,820	6	,089
	,20	,208	6	,200*	,867	6	,214
	,30	,186	6	,200*	,851	6	,159
	,40	,229	6	,200*	,819	6	,087
	,50	,186	6	,200*	,860	6	,189
	,60	,150	6	,200*	,967	6	,872
	,70	,244	6	,200*	,863	6	,199
	,80	,140	6	,200*	,894	6	,337
	,90	,266	6	,200*	,879	6	,263
1,00	,186	6	,200*	,982	6	,961	

PRUEBA DEL T STUDENT

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1 % de fibra de PET	,5000	66	,31865	,03922
Volumen de vacíos	5,4965	66	,89670	,11038

Correlaciones de muestras emparejadas			
	N	Correlación	Sig.
Par 1 % de fibra de PET & Volumen de vacíos	66	-,274	,026

Como se aprecia en la presente tabla que la confiabilidad es de $r = -0.274$, la cual muestra que existe una correlación entre la fibra de PET y el volumen de vacíos.

Prueba de muestras emparejadas								
	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 % de fibra de PET – Volumen de vacíos	-4,9965	1,0305	1,2685	-5,2499	-4,7432	-39,389	65	,000

Resumen de prueba de hipótesis

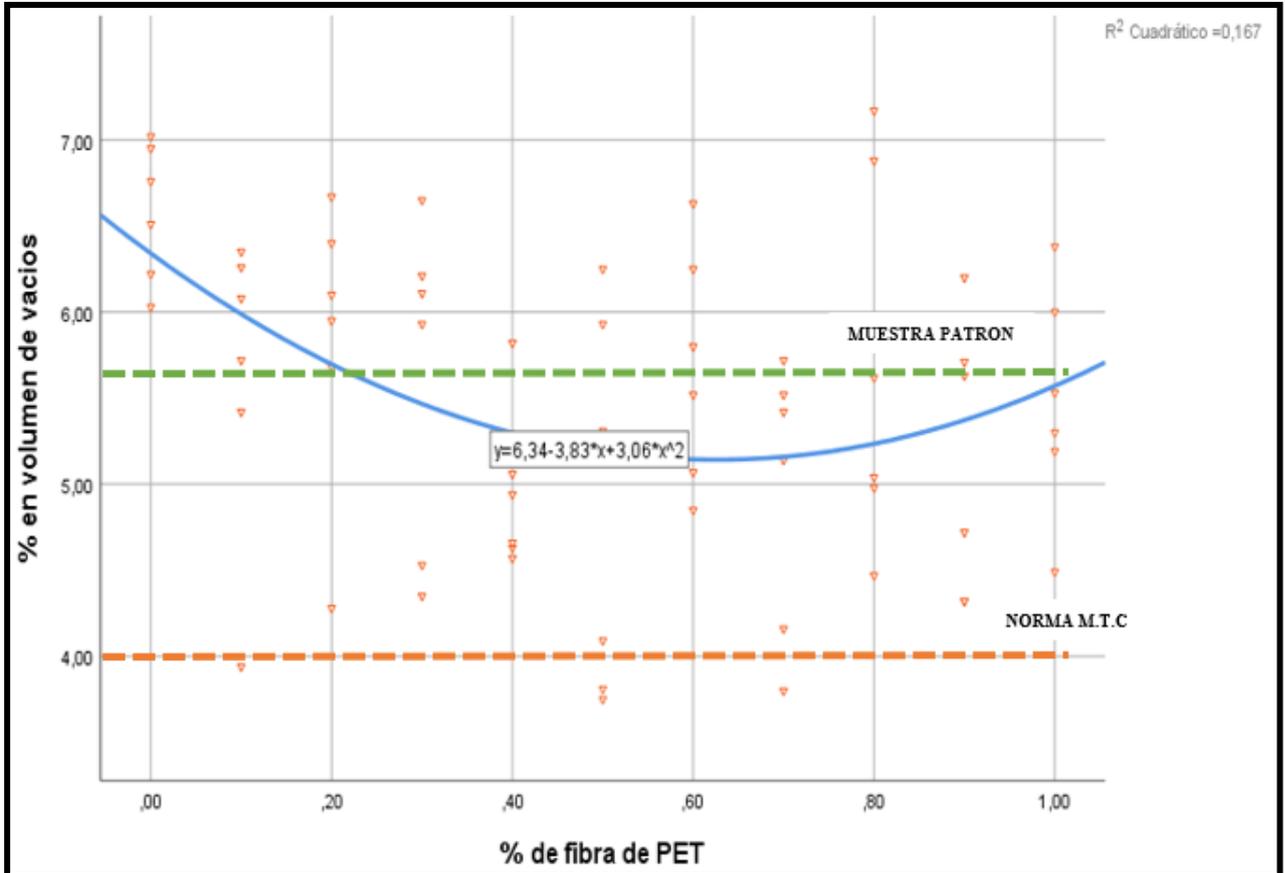
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre % de fibra de PET y % en volumen de vacíos es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,000	Rechazar la hipótesis nula.

H_0 = El % de adición de fibra de polietileno no contribuye significativamente el Flujo seco.

H_1 = El % de adición de fibra de polietileno contribuye significativamente en el volumen de % de fibra de PET.

CONCLUSIÓN: P-valor $\leq \alpha = 0.05$, se deduce que el % de adición de fibra de PET modifica significativamente la Estabilidad seca corregida.

Se concluye que existe confiabilidad entre el % de adición de fibra de PET y el volumen de vacíos, además se puede apreciar un R^2 Cuadrático= 0.167 como nos indica el siguiente gráfico:



5.2.2. SOBRE CUANTO MODIFICA LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD SECA EN LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO

Para determinar la existencia del cambio entre el % de adición de fibra de polietileno en la estabilidad se hizo la Prueba de Normalidad:

Pruebas de normalidad							
	% de fibra de PET	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Estabilidad seca corregida (N)	,00	,199	6	,200*	,923	6	,528
	,10	,171	6	,200*	,921	6	,516
	,20	,227	6	,200*	,956	6	,786
	,30	,191	6	,200*	,935	6	,622
	,40	,189	6	,200*	,938	6	,640
	,50	,260	6	,200*	,882	6	,276
	,60	,230	6	,200*	,915	6	,470
	,70	,188	6	,200*	,935	6	,621
	,80	,182	6	,200*	,937	6	,638
	,90	,242	6	,200*	,856	6	,176
	1,00	,189	6	,200*	,964	6	,847

PRUEBA DEL T STUDENT

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1 % de fibra de PET	,5000	66	,31865	,03922
Estabilidad seca corregida (N)	13497,3030	66	811,66839	99,90947

Correlaciones de muestras emparejadas			
	N	Correlación	Sig.
Par 1 % de fibra de PET & Estabilidad seca corregida (N)	66	-,201	,106

Como se aprecia en la presente tabla que la confiabilidad es de $r = -0.201$, la cual muestra que existe una correlación entre la fibra de PET y la estabilidad seca corregida.

Prueba de muestras emparejadas								
	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 % de fibra de PET - Estabilidad seca corregida (N)	-13496,803	811,732	99,917	-13696,351	-13297,254	-135,080	65	,000

Resumen de prueba de hipótesis

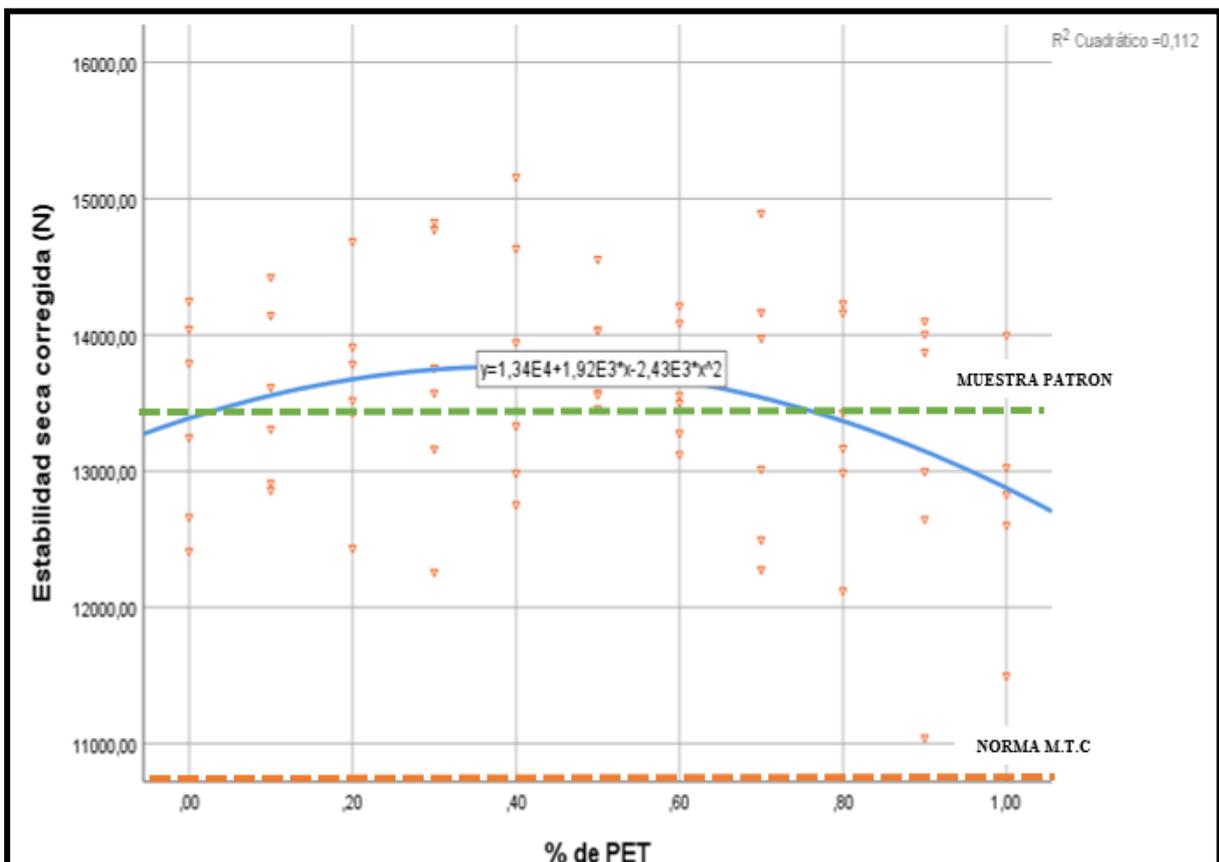
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre % de fibra de PET y Estabilidad seca corregida (N) es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Ho= El % de adición de fibra de polietileno no modifica significativamente la Estabilidad seca corregida.

Hi= El % de adición de fibra de polietileno modifica significativamente la Estabilidad seca corregida.

CONCLUSIÓN: P-valor \leq $\alpha=0.05$, se deduce que el % de adición de fibra de PET modifica significativamente la Estabilidad seca corregida.

Se aprecia que existe confiabilidad entre el % de adición de fibra de PET y la estabilidad seca corregida, además se puede apreciar un R^2 Cuadrático= 0.112 como nos indica el siguiente gráfico:



5.2.3. SOBRE CUANTO CONTRIBUYE LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLÁSTICO RECICLADO EN LA FLUENCIA SECA EN LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO

Para poder determinar si existe cambio entre el % de adición de la fibra de polietileno, en la fluencia se aprecia lo siguiente:

Pruebas de normalidad							
	% de fibra de PET	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Estabilidad seca corregida (N)	,00	,194	6	,200*	,905	6	,404
	,10	,221	6	,200*	,909	6	,433
	,20	,194	6	,200*	,933	6	,604
	,30	,216	6	,200*	,952	6	,760
	,40	,229	6	,200*	,900	6	,376
	,50	,191	6	,200*	,889	6	,315
	,60	,202	6	,200*	,924	6	,532
	,70	,208	6	,200*	,909	6	,430
	,80	,138	6	,200*	,992	6	,993
	,90	,196	6	,200*	,884	6	,288
	1,00	,199	6	,200*	,906	6	,410

PRUEBA DE T STUDENT

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1 % de fibra de PET	,5000	66	,31865	,03922
Flujo seco	3,8964	66	,45463	,05596

Correlaciones de muestras emparejadas			
	N	Correlación	Sig.
Par 1 % de fibra de PET & Flujo seco	66	,649	,000

Como se aprecia en la presente tabla que la confiabilidad es de $r = 0.649$, la cual muestra que existe una correlación entre la fibra de PET y el flujo seco

Prueba de muestras emparejadas								
	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 % de fibra de PET – Flujo seco	-3,3964	,3467	,0427	-3,4816	-3,3111	-79,578	65	,000

Resumen de prueba de hipótesis

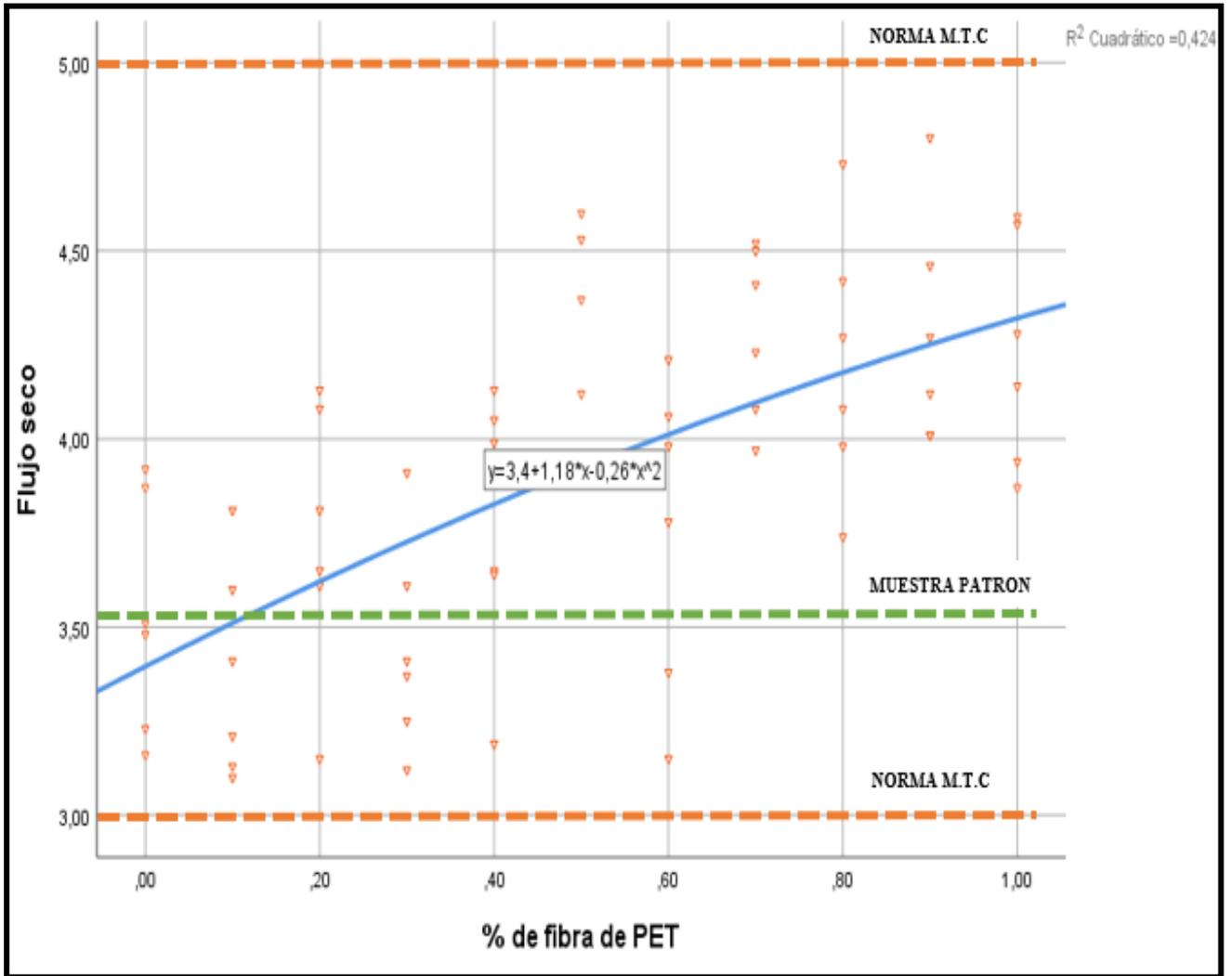
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre % de fibra de PET y Flujo seco es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Ho= El % de adición de fibra de polietileno no contribuye significativamente el Flujo seco.

Hi= El % de adición de fibra de polietileno contribuye significativamente el Flujo seco.

CONCLUSIÓN: P-valor \leq α =0.05, se deduce que el % de adición de fibra de PET modifica significativamente el flujo húmedo.

Se aprecia que existe confiabilidad entre el % de adición de fibra de PET y Flujo seco, además se puede apreciar un R² Cuadrático= 0.424 como nos indica el siguiente gráfico:



CONCLUSIÓN: La fibra de PET si contribuye significativamente en la fluencia seca de la mezcla asfáltica en frio.

5.2.4. SOBRE CUANTO CAMBIA LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD Y FLUENCIA HUMEDA EN LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO

Para poder determinar si existe cambio entre el % de adición de la fibra de polietileno, en el flujo húmedo se aprecia lo siguiente:

Pruebas de normalidad							
	% de fibra de PET	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Estabilidad húmeda corregida (N)	,00	,269	6	,200*	,845	6	,143
	,10	,244	6	,200*	,879	6	,266
	,20	,208	6	,200*	,941	6	,664
	,30	,186	6	,200*	,938	6	,645
	,40	,229	6	,200*	,936	6	,629
	,50	,186	6	,200*	,926	6	,549
	,60	,150	6	,200*	,988	6	,982
	,70	,244	6	,200*	,869	6	,222
	,80	,140	6	,200*	,989	6	,987
	,90	,266	6	,200*	,870	6	,224
	1,00	,186	6	,200*	,918	6	,494

PRUEBA DEL T STUDENT

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1 % de fibra de PET	,5000	66	,31865	,03922
Estabilidad Húmeda corregida (N)	13010,1935	66	604,59466	74,42046

Correlaciones de muestras emparejadas			
	N	Correlación	Sig.
Par 1 % de fibra de PET & Estabilidad Húmeda corregida (N)	66	-,180	,148

Como se aprecia en la presente tabla que la confiabilidad es de $r = -0.180$, la cual muestra que existe una correlación entre la fibra de PET y la estabilidad húmeda.

Prueba de muestras emparejadas								
	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 % de fibra de PET – Estabilidad Húmeda corregida (N)	-13009,6935	604,6521	74,4275	-13158,3355	-12861,0515	-174,797	65	,000

Resumen de prueba de hipótesis

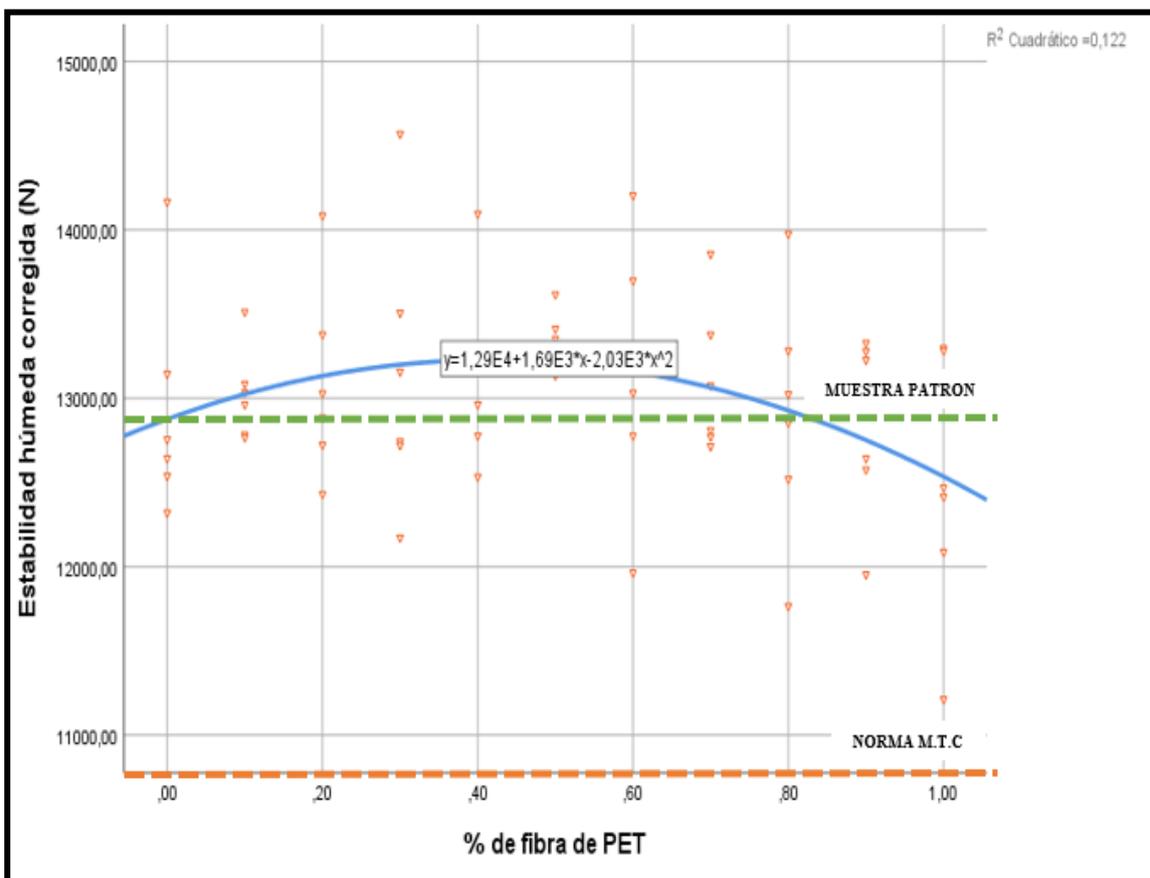
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre % de fibra de PET y Estabilidad húmeda corregida (N) es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Ho= El % de adición de fibra de polietileno no cambia significativamente la estabilidad húmeda corregida.

Hi= El % de adición de fibra de polietileno cambia significativamente la estabilidad húmeda.

CONCLUSIÓN: P-valor \leq $\alpha=0.05$, se deduce que el % de adición de fibra de PET modifica significativamente la estabilidad húmeda corregida.

Se aprecia que existe confiabilidad entre el % de adición de fibra de PET y Flujo seco, además se puede apreciar un R² Cuadrático= 0.122 como nos indica el siguiente gráfico:



CONCLUSIÓN: La fibra de PET si cambia la Estabilidad húmeda de la mezcla asfáltica en frio, añadiendo 0.50% de PET se obtiene el valor más alto en comparación a la muestra patrón.

Pruebas de normalidad							
	% de fibra de PET	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Estabilidad seca corregida (N)	,00	,265	6	,200*	,882	6	,281
	,10	,216	6	,200*	,913	6	,455
	,20	,180	6	,200*	,951	6	,751
	,30	,154	6	,200*	,955	6	,777
	,40	,203	6	,200*	,920	6	,503
	,50	,181	6	,200*	,972	6	,903
	,60	,207	6	,200*	,920	6	,507
	,70	,153	6	,200*	,974	6	,917
	,80	,153	6	,200*	,981	6	,957
	,90	,265	6	,200*	,853	6	,168
	1,00	,209	6	,200*	,896	6	,350

PRUEBA DEL T STUDENT

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1 % de fibra de PET	,5000	66	,31865	,03922
Flujo húmedo	3,9227	66	,48011	,05910

Correlaciones de muestras emparejadas			
	N	Correlación	Sig.
Par 1 % de fibra de PET & Flujo húmedo	66	,649	,000

Como se aprecia en la presente tabla que la confiabilidad es de $r = 0.649$, la cual muestra que existe una correlación entre la fibra de PET y el flujo seco.

Prueba de muestras emparejadas								
	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 % de fibra de PET – Flujo húmedo	-3,4227	,3700	,04554	-3,5137	-3,3318	-75,151	65	,000

Resumen de prueba de hipótesis

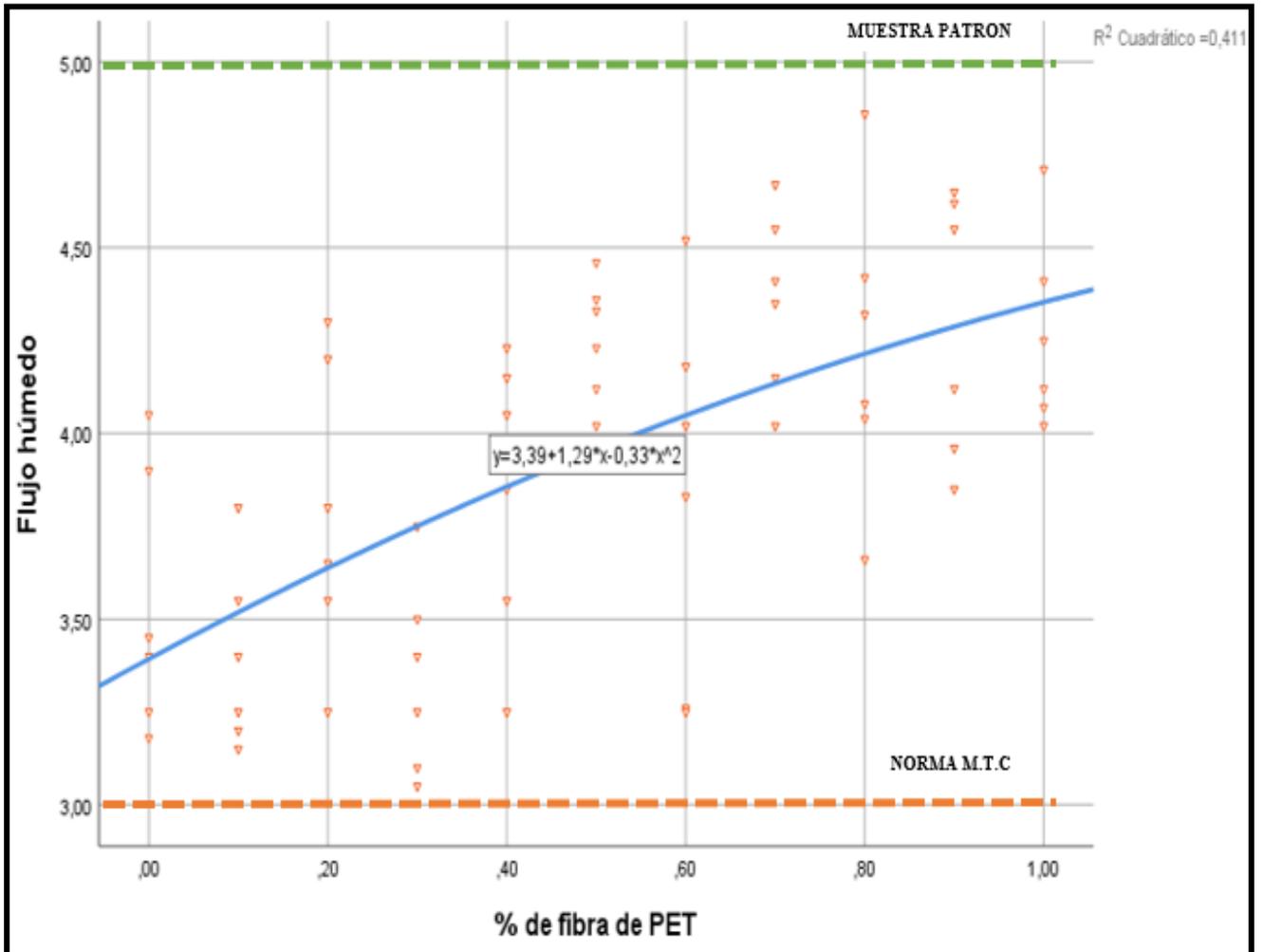
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre % de fibra de PET y Flujo húmedo es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,000	Rechazar la hipótesis nula.

H_0 = El % de adición de fibra de polietileno no cambia significativamente el Flujo húmedo.

H_1 = El % de adición de fibra de polietileno cambia significativamente el Flujo húmedo.

CONCLUSIÓN: P-valor $\leq \alpha=0.05$, se deduce que el % de adición de fibra de polietileno modifica significativamente el Flujo húmedo.

Se aprecia que existe confiabilidad entre el % de adición de fibra de PET y Flujo húmedo, además se puede apreciar un R^2 Cuadrático= 0.411 como nos indica el siguiente gráfico:



CONCLUSIÓN: La fibra de PET si modifica la fluencia húmeda de la mezcla asfáltica.

ANÁLISIS DE COSTOS EN MEZCLAS EN ASFALTO EN FRIO

Realizado el costo en carpeta asfáltica en frio convencional E=2” se obtuvo como costo de S/ 30.80 nuevos soles, por metro cuadrado (m²), a diferencia que cuando se realizó el costo en carpeta asfáltica en frio con la adición de fibra de polietileno E=2” se obtuvo como costo de S/ 31.53 nuevos soles, por metro cuadrado (m²). Existiendo diferencia en costos de 2.32%. Sin embargo, revisando las propiedades arrojadas en la mezcla asfáltica en frio convencional E=2” tenemos lo siguiente: Estabilidad 13,403N y flujo 3.5mm estos resultados son más bajos que cuando lo realizamos con el añadido de la fibra de polietileno y tenemos como valores lo siguiente en flujo 4.3mm y estabilidad 13,871N aumentando dichas propiedades, en lo que se refiere a estabilidad tenemos un incremento de 3.5%. En cuanto al flujo tenemos un incremento de 20.11% con respecto a la mezcla asfáltica en frio convencional. Llegando así a una mejora considerable en las propiedades de estabilidad y flujo creando así mayor seguridad y beneficio al empleo de mezclas asfálticas en frio. Además, realizando el análisis de costo beneficio las mezclas asfálticas en frio con adición de fibras de polietileno son más rentables en comparación a una mezcla asfáltica en frio convencional ya que nos asegura mejores resistencias en su aplicación.

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS

Presupuesto	0702037	TESIS DE EVALUACIÓN EN FIBRAS DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLASTICO RECICLADO EN MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO						
Subpresupuesto	001	TESIS DE EVALUACIÓN EN FIBRAS DE POLIETILENO						
Partida	01.01	CARPETA ASFÁLTICA EN FRIO CONVENCIONAL E=2"						
Rendimiento	m2/DIA	250.0000	EQ.	250.0000	Costo unitario directo por : m2	30.80		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.03	11.25	0.34	
0147010003	OFICIAL		hh	5.0000	0.16	9.38	1.50	
0147010004	PEON		hh	5.0000	0.16	7.50	1.20	
							3.04	
		Materiales						
0205000004	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"		m3		0.03	60.00	1.80	
0205010004	ARENA GRUESA		m3		0.04	80.00	3.20	
0229010100	EMULSIÓN ASFÁLTICA CSS-1H		gln		0.26	30.00	7.80	
0239010105	AGUA PARA MEZCLA		m3		0.02	10.00	0.20	
							13.00	
		Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.00	3.04	0.15	
0349030001	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP		hm	1.0000	0.03	12.00	0.36	
0349030013	RODILLO LISO VIBR.AUTOP 70-100 HP 7-9 T.		hm	1.0000	0.03	150.00	4.50	
0349030025	RODILLO NEUMATICO AUTOP 81-100HP 5.5-20T		hm	1.0000	0.03	140.00	4.20	
0349040008	CARGADOR SLLANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3		hm	1.0000	0.03	140.00	4.20	
0349050007	COCINA DE ASFALTO 320 GLNS		hm	1.0000	0.03	45.00	1.35	
							14.76	

Presupuesto	0702038	TESIS DE EVALUACIÓN EN FIBRAS DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLASTICO RECICLADO EN MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO						
Subpresupuesto	001	TESIS DE EVALUACIÓN EN FIBRAS DE POLIETILENO						
Partida	01.01	CARPETA ASFÁLTICA EN FRIO CON FIBRA DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLASTICO RECICLADO E=2"						
Rendimiento	m2/DIA	250.0000	EQ.	250.0000	Costo unitario directo por : m2	31.53		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.03	11.25	0.34	
0147010003	OFICIAL		hh	5.0000	0.16	9.38	1.50	
0147010004	PEON		hh	5.0000	0.16	7.50	1.20	
							3.04	
		Materiales						
0203030100	FIBRA DE POLIETILENO DE BOTELLAS DE PLASTICO		kg		0.61	1.20	0.73	
0205000004	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"		m3		0.03	60.00	1.80	
0205010004	ARENA GRUESA		m3		0.04	80.00	3.20	
0229010100	EMULSIÓN ASFÁLTICA CSS-1H		gln		0.26	30.00	7.80	
0239010105	AGUA PARA MEZCLA		m3		0.02	10.00	0.20	
							13.73	
		Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.00	3.04	0.15	
0349030001	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP		hm	1.0000	0.03	12.00	0.36	
0349030013	RODILLO LISO VIBR.AUTOP 70-100 HP 7-9 T.		hm	1.0000	0.03	150.00	4.50	
0349030025	RODILLO NEUMATICO AUTOP 81-100HP 5.5-20T		hm	1.0000	0.03	140.00	4.20	
0349040008	CARGADOR SLLANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3		hm	1.0000	0.03	140.00	4.20	
0349050007	COCINA DE ASFALTO 320 GLNS		hm	1.0000	0.03	45.00	1.35	
							14.76	

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la investigación: ***“Estudio Comparativo Entre Mezclas Asfálticas Con Diluido Rc-250 Y Emulsión”*** da como resultado que el contenido óptimo de asfalto corresponde a 5%, para lo cual se obtiene los siguientes valores como son: vacíos llenos de asfalto VFA 63.44%, flujo 3.31mm y estabilidad 13,812N; dichos valores de fluencia y estabilidad cumplen. En mi investigación obtuve valores de contenido óptimo de emulsión asfáltica de 8.7%, Vacíos llenos de asfalto VFA 70.50%, flujo 4.3mm y estabilidad 13,871N.

En la investigación: ***“Utilización De Fibras De Polietileno De Botellas De Plástico Para Su Aplicación En El Diseño De Mezcla Asfáltica Ecológicas En Frio”*** da como resultado óptimo al añadir 5% de polietileno en la mezcla asfáltica dando como valores en flujo 3.10mm y estabilidad 14,862.15 N con lo que se concluye que estos parámetros cumplen con lo exigido para el tránsito pesado, de igual forma los agregados cumplen con los parámetros exigidos por el Ministerio de Transportes y comunicaciones. En mi investigación se obtuvo los siguientes resultados con respecto al flujo 4.3 mm y estabilidad 13,871N para un porcentaje de PET de 0.50% (6.30 g).

En la investigación: ***“Comportamiento Mecánico de las mezclas tipo SMA (Stone Mastic Asphalt)”*** da como resultado el porcentaje óptimo de asfalto es el 7% para una muestra en peso 1,359.67 gr, con una gravedad específica bulk de 2.51, en lo que se refiere al flujo se obtuvo 4.97mm y en estabilidad 7,193.97N la cual demuestra que la estabilidad no llega a cumplir con el parámetro mínimo

exigido por el M.T.C. En caso de mi investigación obtuve como resultado el porcentaje óptimo de emulsión asfáltica de 8.7% para una muestra en peso de 1,250gr, con una gravedad específica bulk de 2.18, en cuanto al flujo se obtuvo 4.3mm y en estabilidad 13,871N.

En lo que se refiere a los costos en carpeta asfáltica en frío convencional E=2" se obtuvo como costo de S/ 30.80 nuevos soles, por metro cuadrado (m²), obteniendo valores en sus propiedades de Estabilidad 13,403N y flujo 3.5mm. En mi investigación realizada con la adición de fibra de polietileno E=2" se obtuvo como costo de S/ 31.53 nuevos soles, por metro cuadrado (m²), teniendo como resultado en estabilidad 13,871N y flujo 4.3mm. Aumentando dichas propiedades, en lo que se refiere a estabilidad tenemos un incremento de 3.5% en comparación a la mezcla asfáltica en frío convencional. En cuanto al flujo tenemos un incremento 20.11% con respecto a la mezcla asfáltica en frío convencional. Llegando a un análisis de costo beneficio con adición de fibras de polietileno es más beneficioso y rentable.

CONCLUSIONES

SOBRE CUANTO CAMBIA LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLÁSTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES EN LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO

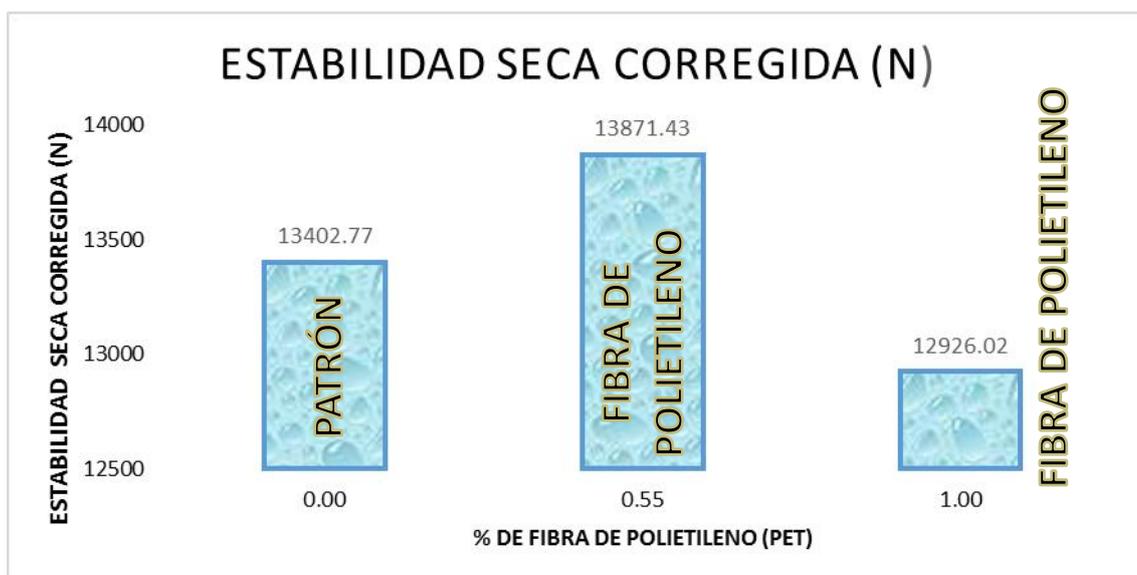
- Se concluye en la presente investigación que la adición de la PET, cambia positivamente las propiedades de las mezclas asfálticas en frío, obteniendo los siguientes resultados:

	VALOR MEZCLA OPTIMA SIN FIBRA DE POLIETILENO	VALOR MEZCLA OPTIMA CON FIBRA DE POLIETILENO	NORMA M.T.C
Estabilidad mínima corregida (N)	13,403N	13,871N	MAYOR 9,000N
Flujo (mm)	3.5	4.3	3 – 5
Relación estabilidad / Flujo (KN/mm)	3.8	3.3	3 - 5
Vacios con aire Va (%)	3.4	3.06	3-5

- Como se muestra los valores obtenidos nos arrojaron resultados por encima de los parámetros dados por el Manual del M.T.C.

SOBRE CUANTO MODIFICA LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD SECA EN LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO

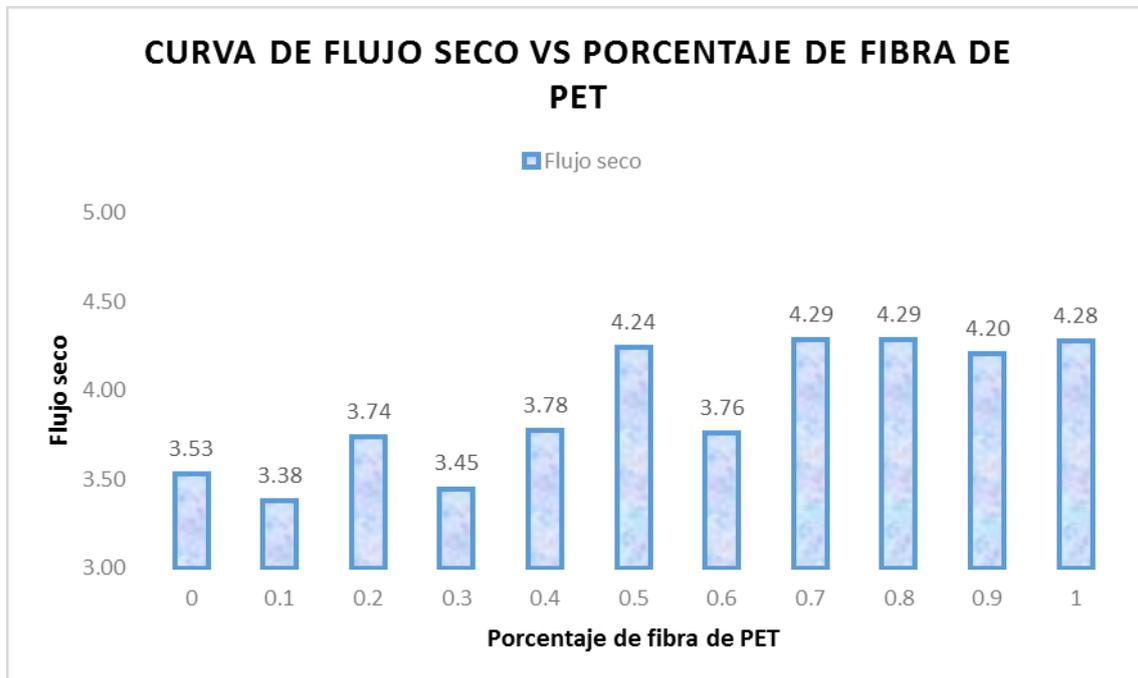
- Al utilizar la PET e introducirlo a las mezclas asfálticas en frío, se aprecia variaciones considerables en la estabilidad, pues al añadir la PET hasta 0.50% los resultados son positivos, obteniéndose como valor máximo 13,871.43N para una dosificación de 0.50%, sin embargo después de este valor en adelante la estabilidad baja, las pruebas se realizaron hasta un añadido de PET de 1.00%, donde nos arrojó un resultado de 12,926,02 N, que es dato inferior en comparación al resultado de la muestra patrón que es de 13,402.77 N, como se aprecia en la siguiente figura:



SOBRE CUANTO CONTRIBUYE LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLÁSTICO RECICLADO EN LA FLUENCIA SECA EN LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO

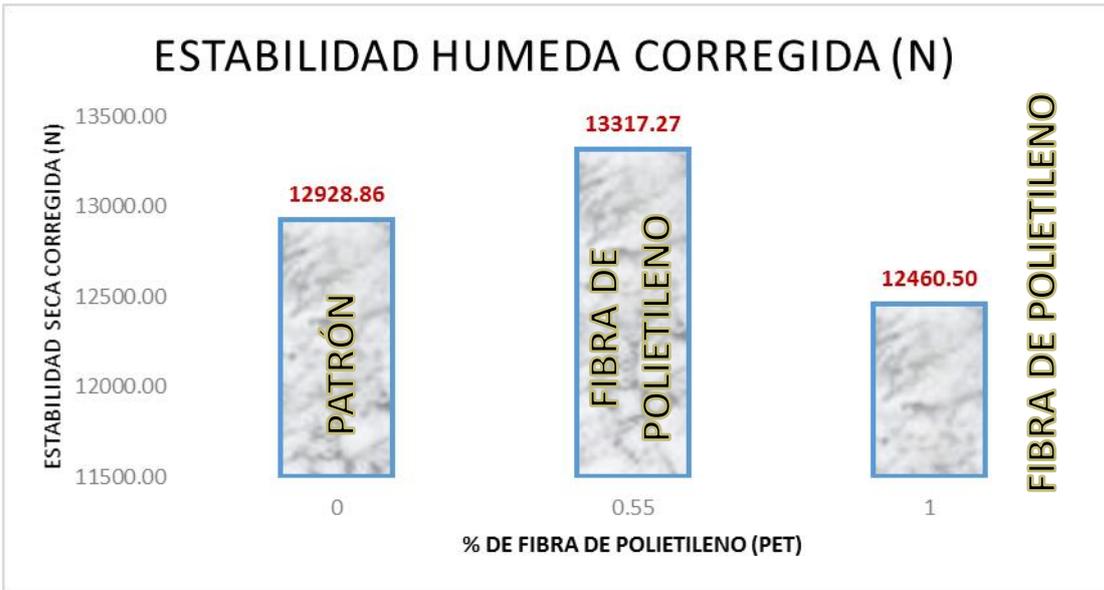
- Al utilizar la PET e introducirlo a las mezclas asfálticas en frío, se aprecia que los valores de fluencia seca con las siguientes dosificaciones de PET de 0.50%, 0.70%, 0.80% y 1.00% su contribución llega a ser positiva, ya que los resultados de flujo se van incrementando positivamente de 3.53 mm a 4.29 mm, estos valores están en los

rangos establecidos en el Manual del M.T.C., como se puede observar en el siguiente gráfico:

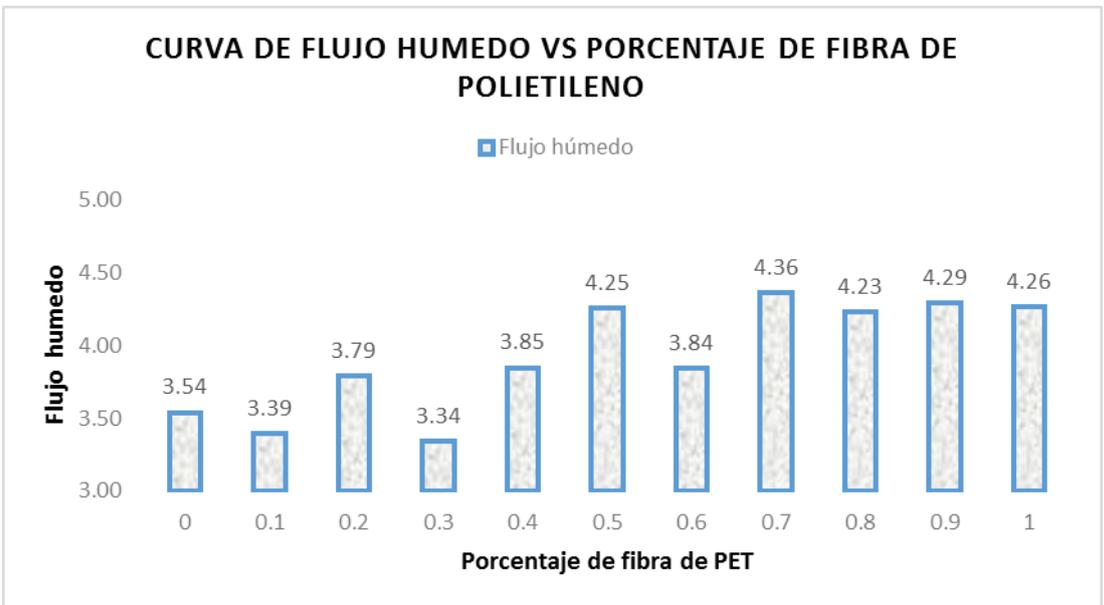


SOBRE CUANTO CAMBIA LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD Y FLUENCIA HUMEDA EN LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO

- Al utilizar la PET e introducirlo en las mezclas asfálticas en frío, se apreció que la PET incrementa positivamente en las dosificaciones de 0.00% a 0.50% y se reduce a partir de 0.50% hacia adelante. La influencia del añadido de la PET de 0.00% hasta 0.50% es positiva por nos muestra resultados favorables en comparación a la muestra patrón como se aprecia en la siguiente figura:



- Al utilizar la PET e introducirlos en las mezclas asfálticas en frío como aditivo, se observó que el flujo se elevó, esto debido a que el PET facilita a que el agua se filtre en proporciones pequeñas logrando que la fluencia aumente, por ello se concluye que el flujo es de 4,25 mm en un porcentaje 0.50% de PET como se aprecia en la siguiente figura:



RECOMENDACIONES

SOBRE CUANTO CAMBIA LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLÁSTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES EN LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO

- La utilización de fibras de polietileno de botellas de plástico reciclados (PET) es recomendable para los diseños de mezclas asfálticas en frío, como parte de esta investigación, usar 0.50% para la obtención de resultados óptimos, en lugares, donde se esté preparando a una temperatura que varía entre 10 °C – 60 °C.
- Realizar estudios sobre la compactación (75 golpes/cara) por el motivo que nos basamos a lo que nos indica las especificaciones que nos muestra lo parámetros para un tráfico pesado, ya que en la presente tesis se observó que las fibras de polietileno amortiguan la trabajabilidad.

SOBRE CUANTO MODIFICA LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD SECA EN LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO

- Las fibras de (PET) en el diseño de la mezcla asfáltica en frío modifica positivamente en la estabilidad, por ende, se recomienda la adición del PET entre los siguientes valores de 0.00% a 0.50% (6,0 g) de fibras de polietileno ya que en este rango se obtienen altas estabilidades.
- Como nos muestran los resultados la aplicación de la PET son beneficiosos en la estabilidad seca.

SOBRE CUANTO CONTRIBUYE LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLÁSTICO RECICLADO EN LA FLUENCIA SECA EN LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO

- Para ver la contribución de las Fibras de polietileno botellas de plástico reciclado, en zonas de alto tráfico se recomienda que se utilice los siguientes porcentajes como son: 0,50% (6.0 g), 0,70% (8.80 g), 0,80% (10.0 g) y 1.0% (12.50 g.) en estas dosificaciones, nos muestran datos altos en flujo, por lo que se concluye que las PET amortiguan los golpes y se vuelva más fluido.

SOBRE CUANTO CAMBIA LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD Y FLUENCIA HUMEDA EN LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO

- En cuanto a si cambia la estabilidad y flujo húmedo, se tiene que realizar 6 briquetas con la finalidad que estos tengan mismo tipo de agregado, gradación y calidad (proporción de emulsión asfáltica la misma), sumergidos las briquetas al agua para realizar su respectiva rotura, en cuanto a la estabilidad baja significativamente, en cuanto a la fluencia este crece significativamente.
- En caso del desmoldado de los especímenes considerar como mínimo (24) horas o más después de haber realizado la compactación de las briquetas, con la finalidad de que dichas muestras no pierdan el material durante el proceso de desmoldado propiamente dicho.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilera, Ibañez. 2003.** *USOS DE EMULSIONES EN PAVIMENTOS ASFALTICOS.* 2003.
- Asfalto, Instituto del asfalto. 2013.** *(INSTITUTO DEL ASFALTO-MANUAL BÁSICO DE EMULSIONES ASFÁLTICAS (MS-19)- S/A.).* 2013.
- ASOPAC. 2004..**
- Cruz. 2007.** *Pfeiffer (1950).*
- Diguevara Palma, Marlon Rodolfo. 2010.** *Diseño De Mezclas Asfálticas Densas En Frio Basado En El Método Marshall Modificado De La Universidad De Illinois.* El Salvador : s.n., 2010.
- González Escobar, et. al. 2007.** 2007.
- Guevara Palma, Marlon Rodolfo. 2010.** *DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS DENSAS EN FRIO BASADO EN EL METODO MARSHALL MODIFICADO DE LA UNIVERSIDAD DE ILLINOIS.* El Salvador : s.n., 2010.
- M.T.C. 2013.** Manual de Carreteras " Especificaciones Tecnicas Generales para la construccion".
- Maldonado, Marino et. al. 2006.**
- Manual de Ensayo de Materiale - MTC. 2016.**
- Merino, Maldonado. 2006.**
- Montalvo. 2008,**pag 36.
- MTC, Manual de Esayo de Materiales. 2016.**
- Musuruana, 2000, Susana- Las Emulsiones Asfalticas En Las Construcciones Viales.**
- Norma IRAM 6575.* 2004.
- Núñez. 2011.** *ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUENCIA POR EL METODO MARSHALL.*

Ortiz, O. 2009. *Cambios Dinámicos y Mecánicos de una Mezcla Asfáltica Densa por las Propiedades del Asfalto y la Energía de Compactación. Revista científica ingeniería y desalloro* 26 (2009), 2. 2009.

Rodriguez Muñoz, Esperanza. 2006. *FORMULACIÓN DE LA EMULSIÓN TIPO ECR-2P PARA SU APLICACIÓN EN RIEGOS DE SELLO A BAJA TEMPERATURA, APLICACIÓN EN RIEGOS DE SELLO A BAJA TEMPERATURA.*

ANEXO 01 MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“EVALUACIÓN EN FIBRAS DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLASTICO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD Y FLUENCIA EN MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO – 2022”					
PROBLEMA	OBJETIVO	MARCO TEORICO	HIPOTESIS	VARIABLE	METODOLOGIA
Problema general	Objetivo general	Antecedentes	Hipótesis general	Variable independiente	Tipo de Investigación: Aplicada
¿Cómo se evalúa la adición de La Fibra de Polietileno Botellas De Plástico Reciclado en las propiedades en Mezcla Asfáltica en Frio, Tramo Pamparococasa – Paltamachay, Distrito de Acobamba, Región Huancavelica en el 2022?	Determinar la evaluación de la adición de La Fibra de Polietileno Botellas De Plástico Reciclado en las Propiedades en Mezcla Asfáltica en Frio, Tramo Pamparococasa – Paltamachay, Distrito de Acobamba, Región Huancavelica en el 2022.	A Nivel Nacional: Según Ballena Tapia , Lambayeque (2016), “Utilización de fibras de polietileno de botellas de plástico para su aplicación en el diseño de mezclas asfálticas ecológicas en frio”. Según Salcedo de la Vega , Lima (2014), “Experiencia de modificación de cemento asfáltico con polímeros SBS en obra. Según Paredes Matta , Lima (2009), “Comportamiento Mecánico de las Mezclas Tipo SMA (Stone mastic asphalt)”. Según Rolando Franco , Piura (2002), “Estudio comparativo entre mezclas asfálticas en diluido RC-250 y Emulsión”. Según Pereda D. & Cubas , Trujillo (2015), “Investigación de los asfaltos modificados con el uso de caucho Reciclado de llantas y su comparación Técnico - Económico con los asfaltos convencionales” A Nivel Internacional: Según Boada Parra , Ecuador (2011), “Diseño y evaluación de micro pavimentos con emulsión asfáltica modificada con polímeros, para agregados de Canteras de Guayllabamba, Pintag, Pifo, San Antonio y Nayón en el Distrito Metropolitano de Quito”. Según Marín Hernández , México (2004), “Asfaltos modificados y pruebas de laboratorio para caracterizarlos”. Según Reyes Ortiz, Oscar Javier, Troncoso Rivera , Colombia (2006) “Comportamiento mecánico y dinámico de una mezcla asfáltica con adición de cenizas volantes”. Según Delarza Diaz Chile (2008), “Reciclaje de neumáticos y su aplicación en la construcción”. Según Guillermo Pernas , México (2002), “Rehabilitación del camino Cd. Lerdo, Ver. Al Ingenio San Pedro, empleando mezcla asfáltica en frio” Marco Teórico Referencial -Emulsiones asfálticas -Mezclas asfálticas en frio -Propiedades mecánicas de mezclas asfálticas.	La adición de La Fibra de Polietileno botellas de plástico Reciclado cambia positivamente las Propiedades en Mezcla Asfáltica en Frio, Tramo Pamparococasa – Paltamachay, Distrito de Acobamba, Región Huancavelica en el 2022.	Fibra de Polietileno Botellas De Plástico Reciclado. Indicadores: Adición en proporciones de fibra Polietileno Agregado grueso Agregado fino. Dimensiones 1. Fibra de Polietileno. 2. Agregados.	Nivel de investigación: Explicativo Diseño de investigación: Experimental Población y muestra: POBLACIÓN: Mezcla asfáltica en frio con emulsión en diversos porcentajes de Fibra de Polietileno. MUESTRA: Se realizará un total de 180 muestras en briquetas.
Problemas específicos	Objetivos específicos		Hipótesis específicos	Variable dependiente	Técnica e instrumentos Observación:
1. ¿Cuánto Afecta la adición de La Fibra de Polietileno Botellas De Plástico Reciclado en la Estabilidad Seca en Mezcla Asfáltica en Frio, Tramo Pamparococasa – Paltamachay, Distrito de Acobamba, Región Huancavelica en el 2022? 2. ¿Cómo contribuye la adición de La Fibra de Polietileno Botellas De Plástico Reciclado en la Fluencia seca en Mezcla Asfáltica en Frio, Tramo Pamparococasa – Paltamachay, Distrito de Acobamba, Región Huancavelica en el 2022? 3. ¿En cuánto afecta la adición de La Fibra de Polietileno Botellas De Plástico Reciclado en la Estabilidad y Fluencia húmeda en Mezcla Asfáltica en frio, Tramo Pamparococasa – Paltamachay, Distrito de Acobamba, Región Huancavelica en el 2022?	1. Determinar la evaluación de la adición de La Fibra de Polietileno Botellas De Plástico Reciclado en la Estabilidad Seca en la Mezcla Asfáltica en Frio, Tramo Pamparococasa – Paltamachay, Distrito de Acobamba, Región Huancavelica en el 2022. 2. Calcular la adición optima de La Fibra de Polietileno Botellas De Plástico Reciclado en la Fluencia seca en mezcla asfáltica en frio, Tramo Pamparococasa – Paltamachay, Distrito de Acobamba, Región Huancavelica en el 2022. 3. Evaluar la adición optima de La Fibra de Polietileno Botellas De Plástico Reciclado en la Estabilidad y Fluencia húmeda en mezcla asfáltica en frio, Tramo Pamparococasa – Paltamachay, Distrito de Acobamba, Región Huancavelica en el 2022.		1. La adición de la fibra de Polietileno botellas de plástico Reciclado modifica significativamente la Estabilidad Seca en mezcla asfáltica en frio, Tramo Pamparococasa – Paltamachay, Distrito de Acobamba, Región Huancavelica en el 2022. 2. La adición de la fibra de Polietileno botellas de plástico Reciclado contribuye óptimamente en la Fluencia seca en Mezcla Asfáltica en frio, Tramo Pamparococasa – Paltamachay, Distrito de Acobamba, Región Huancavelica en el 2022. 3. La adición de la fibra de Polietileno botellas de plástico Reciclado cambia óptimamente la Estabilidad y Fluencia húmeda en Mezcla Asfáltica en frio, Tramo Pamparococasa – Paltamachay, Distrito de Acobamba, Región Huancavelica en el 2022.	Fluencia y estabilidad en mezclas asfálticas en frio. Indicadores: Ensayo de Marshall Modificado Dimensiones 1. Estabilidad. 2. Fluencia.	Consiste en observar atentamente el fenómeno, dicha técnica nos permitirá recolectar datos que se registran en el laboratorio. Para poder llevar acabo la recolección de la información se utilizará procedimientos específicos en normas nacionales (normas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, manual de carreteras).

ANEXO 02: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES						
Variab les	Dimensiones	Indicadores	Sub índices	Unidades	Instrumento de medición	Fuente
Variable independiente X1: Fibra de polietileno botellas de plástico reciclado.	1. Fibra de polietileno.	Adición en proporciones de fibra polietileno.	0% al 1 %	%	% en peso (Tamices)	-
	2. Agregados.	Agregado grueso Agregado fino.	%	kg	% (Tamices)	MTC
Variable dependiente Y1: Fluencia y estabilidad en mezclas asfálticas en frío	1. Estabilidad.	Ensayo Marshall	Resistencia	(kg y N)	Marshall modificado	MTC
	2. Fluencia.	Ensayo Marshall	Deformación	(mm) %	Marshall modificado	MTC

ANEXO 03: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DEL INSTRUMENTO

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DEL INSTRUMENTO			
VARIABLES	NOMBRE DE LA VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable independiente	X1: Fibra de polietileno botellas de plástico reciclado	Fibra de polietileno	Adición en proporciones de fibra polietileno.
		Agregados.	Agregado grueso Agregado fino.
Variable dependiente	Y1: Fluencia y estabilidad en mezclas asfálticas en frío	Estabilidad.	Ensayo Marshall
		Flujo	Ensayo Marshall

ANEXO 04: INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CONSTANCIA DE SU APLICACIÓN

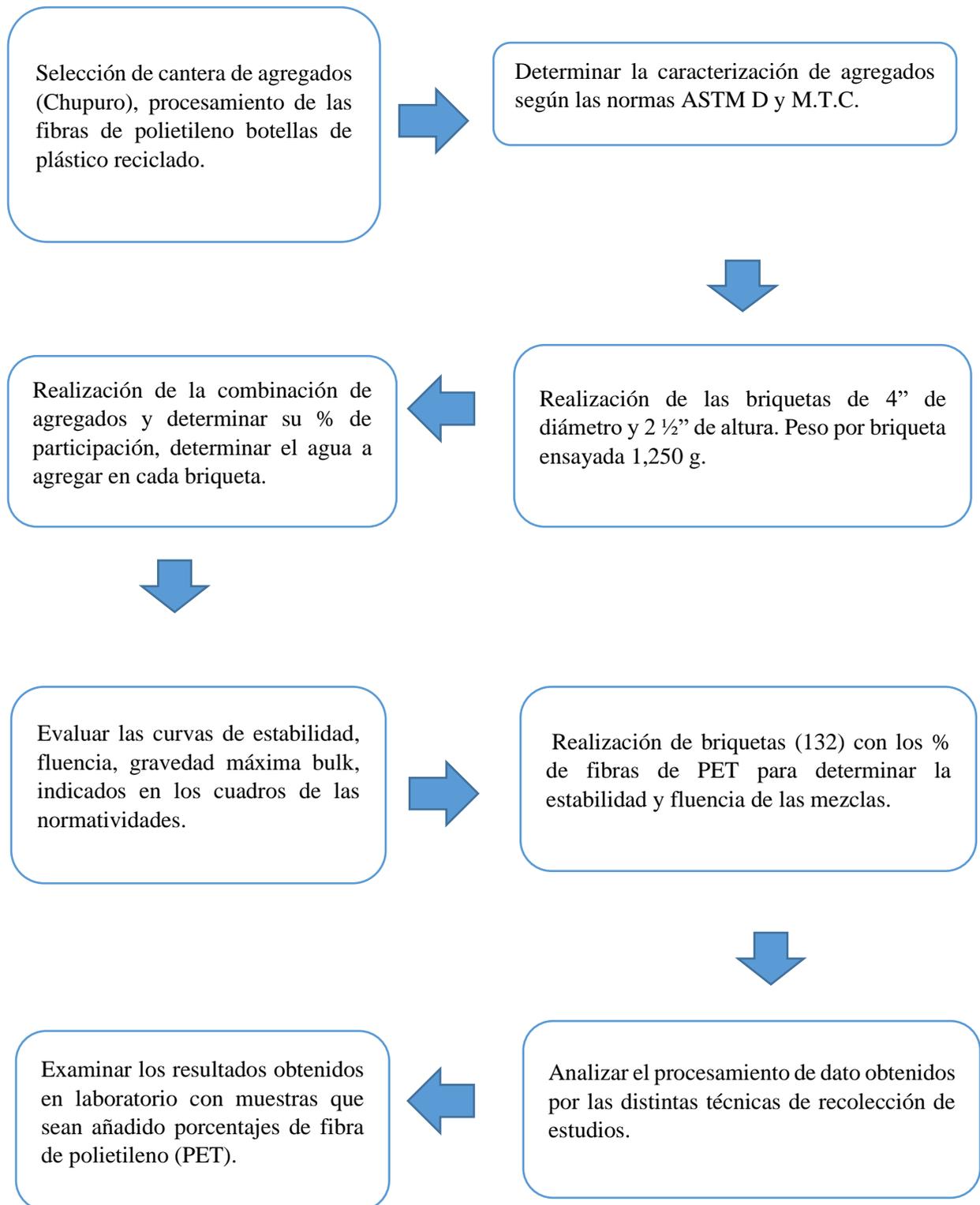


Figura 29: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación

FUENTE: Elaboración propia

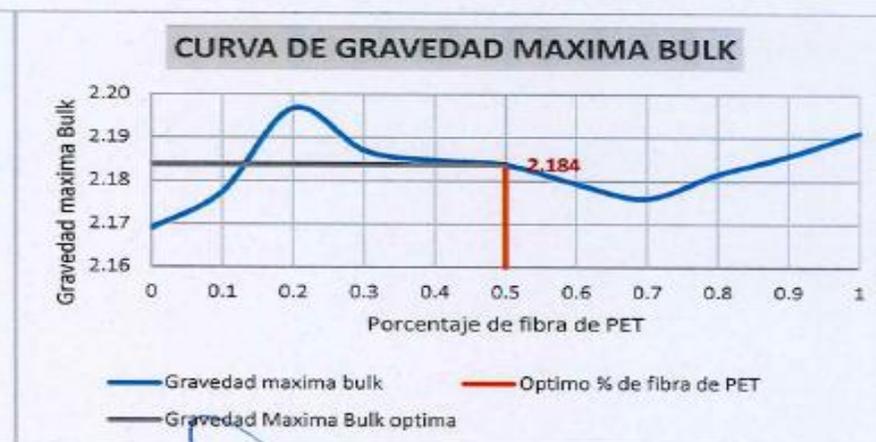
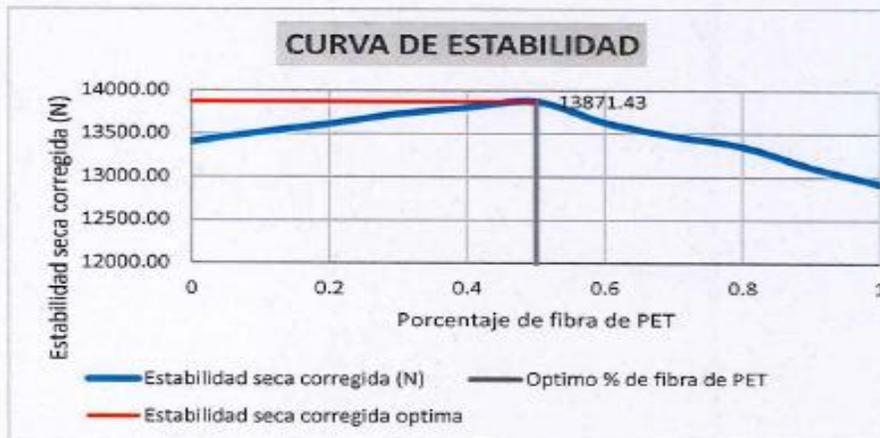
ANEXO 05: CONFIABILIDAD Y VALIDEZ DEL INSTRUMENTO

RAZÓN SOCIAL: C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.
 DIRECCIÓN : Av. Los Próceres N° 1000 – Chilca – Huancayo - Junín
 CELULAR : 947898992
 E-MAIL : c3ingenieriaespecializadasac@gmail.com

PROPIEDADES DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN FRIO

% PET	Estabilidad seca corregida (N)
0	13402.77
0.1	13514.93
0.2	13612.74
0.3	13727.06
0.4	13802.68
0.5	13871.43
0.6	13628.22
0.7	13471.89
0.8	13351.65
0.9	13113.26
1	12926.02

% PET	Gravedad máxima bulk
0	2.17
0.1	2.18
0.2	2.20
0.3	2.19
0.4	2.18
0.5	2.184
0.6	2.18
0.7	2.18
0.8	2.18
0.9	2.19
1	2.19



RAZÓN SOCIAL: C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.

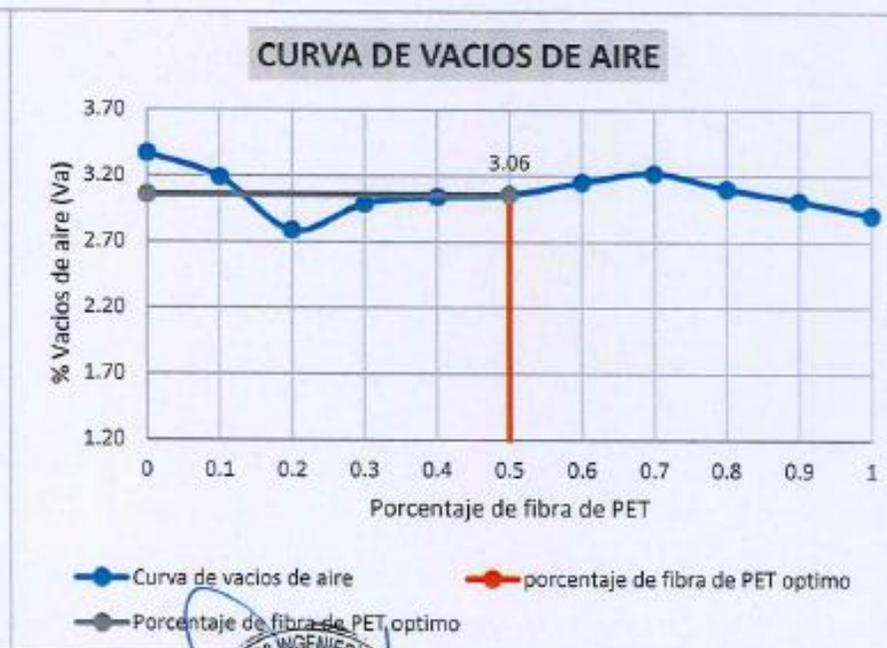
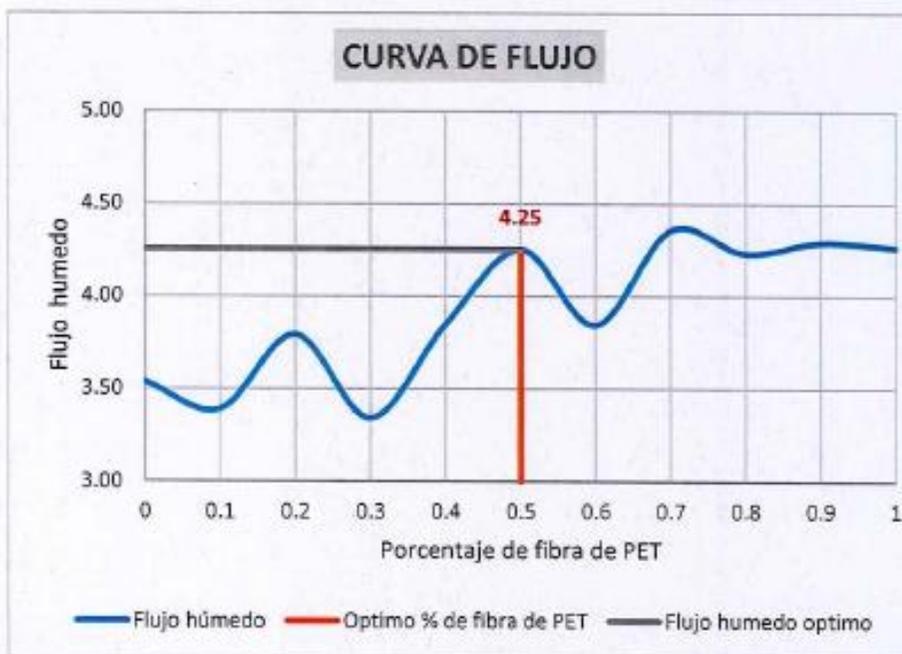
DIRECCIÓN : Av. Los Próceres N° 1000 – Chilca – Huancayo - Junín

CELULAR : 947898992

E-MAIL : c3ingenieriaespecializadasac@gmail.com

% PET	Flujo húmedo
0	3.54
0.1	3.39
0.2	3.79
0.3	3.34
0.4	3.85
0.5	4.25
0.6	3.84
0.7	4.36
0.8	4.23
0.9	4.29
1	4.26

% PET	Va
0	3.37
0.1	3.19
0.2	2.79
0.3	2.99
0.4	3.04
0.5	3.06
0.6	3.15
0.7	3.22
0.8	3.10
0.9	3.01
1	2.90



RAZÓN SOCIAL: C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.

DIRECCIÓN : Av. Los Próceres N° 1000 – Chilca – Huancayo - Junín

CELULAR : 947898992

E-MAIL : c3ingenieriaespecializadasac@gmail.com

% PET	% de vacíos llenos de asfalto (VFA)
0	69.33
0.1	70.02
0.2	71.70
0.3	70.83
0.4	70.63
0.5	70.55
0.6	70.18
0.7	69.90
0.8	70.37
0.9	70.72
1	71.19

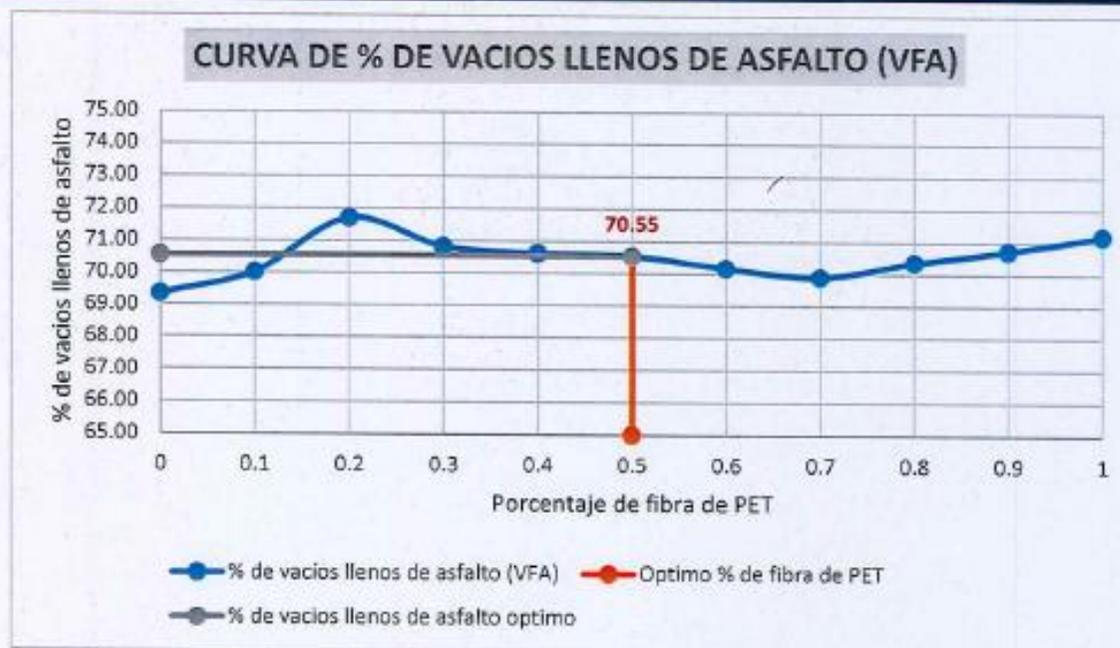


Tabla de resultados según especificaciones

	VALOR	ESPECIFICACIÓN	CUMPLE/NO CUMPLE
Estabilidad mínima corregida (N)	13,871	9,000	CUMPLE
Flujo (mm)	4.3	3.0 - 5.0	CUMPLE
Relación estabilidad / Flujo (KN/mm)	3.3	3.0 - 5.0	CUMPLE
Vacíos con aire Va (%)	3.4	3.0 - 5.0	CUMPLE
Vacíos llenos de asfalto VFA (%)	70.5	65 - 78	CUMPLE
Relación llenante / Ligante efectivo	1.0	0.8 - 1.2	CUMPLE



ANEXO 06: LA DATA DE PROCESAMIENTO DE DATOS

	INFORME DE ENSAYO			C3-FOR-DM-DU
	AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio NTP 400.016:2020			
Código	Versión			01
Fecha	Página			02-01-20
Página				1 de 1

Expediente N° : 0905-2022
 Nombre del tesis : Baeh. Ing. Edison Rodríguez Ore
 Nombre de la tesis : Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 09-05-22

Cantera : Chupuro - Huancayo
 Material : Piedra chancada de ½ in.
 Solución : Sulfato de magnesio
 Densidad de solución : 1.302 g/cm³

Intervalo	Tamices						Granulometría		Pi	Tamiz de control	Pr	P	Pm	Examen Cualitativo							
	Pasa			Retiene			Masa	Ri						Ni	1	2	3	4	5	6	7
	mm	in.	in.	mm	in.	in.															
4.75 mm - 9.50 mm No. 4 - ½ in.	9.50	¾ in.	¾ in.	4.75	No. 4	47.7	2985.1	47.7	No. 5	278.2	7.3	3.5									
9.50 mm - 19.00 mm ½ in. - ¾ in.	12.50	½ in.	½ in.	9.50	¾ in.	19.4	1058.6	19.4	½ in.	941.7	5.8	1.1									
19.00 mm - 37.50 mm ¾ in. - 1 ½ in.	19.00	¾ in.	¾ in.	12.50	½ in.	6.8	158.2	6.8	¾ in.	2.7	96.8	7.0									
37.50 mm - 62.50 mm 1 ½ in. - 2 ½ in.	25.00	1 ½ in.	1 in.	19.00	¾ in.		425.8		1 ½ in.												
> 62.50 mm > 2 ½ in.	37.50	2 in.	1 ½ in.	25.00	1 in.		0.0		2 ½ in.												
Sumas						73.9						11.6							11.6		

Masa de la muestra granulométrica, en g = 6258.3
 Ri= Porcentaje retenido
 Pi= Masa inicial, en g
 Pr= Masa retenida, en g
 P= Pérdida, en %
 Pm= Pérdida media

$$P = \frac{(R_i - P_i)}{P_i} \times 100$$

$$P_T = \frac{\text{Suma } P_m}{\text{Suma } R_i} \times 100$$

$$P_m = P \times R_i$$

Ni: Número de partículas
 1: Desintegración
 2: Resquebrajamiento
 3: Desmenuscamiento
 4: Agrisamiento
 5: Formación de lajas
 6: Desencastamiento
 7: Otros

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peñonero.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI-GP-004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Orner A. Huamani Salazar



INFORME DE ENSAYO

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Angeles
NTP 400.016

Código C3-FOR-ABRACION

Versión 01

Fecha 02-01-20

Página 1 de 1

Expediente N° : 0905-2022
 Nombre del testista : Bach. Ing. Edison Rodriguez Ore
 Nombre de la tesis : Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 09-05-22

Cantera : Chupuro - Huancayo
 Material : Piedra chancada de 1/2 in.

DESGASTE EN CONDICIONES SECAS

Gradación utilizada	A
Tamaño máximo nominal	3/4 in.
Número de revoluciones	500
Masa inicial de la muestra, g	5008,1
Masa final de la muestra, g	3801,3
Desgaste de abrasión, %	24

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI, GP.004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Omar A. Huamani Salazar



Expediente N° : 0905-2022
 Nombre del testista : Bach. Ing. Edison Rodríguez Ore
 Nombre de la tesis : Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 09-05-22

Cantón : Chupuro - Huancayo
 Material : Piedra chancada de ½ in.

Tamiz	Resultado obtenido		
	Masa retenida g.	% Retenido	% Pasa
1 in.	0,0	0,0	100,0
¾ in.	0,0	0,0	100,0
½ in.	485,3	10,0	90,0
¼ in.	525,7	10,8	79,1
No. 4	941,4	19,4	59,7
Pasa No. 4	2895,7	59,7	
Masa seca	4848,1	100,0	

Relación 1-3
 ASTM D4791

Tamiz	N° Partículas	Masa g	Masa partículas planas	% Partículas planas	Masa partículas largas	% Partículas largas	Largas y planas		
							Masa inicial	Masa partículas	% Planas y largas
¾ in.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
½ in.	100	375,6	28,6	7,6	24,6	6,5	145,2	10,4	7,2
¼ in.	100	255,4	42,1	16,5	18,7	7,3	125,8	5,6	4,5
No. 4	200	142,3	23,8	16,7	14,4	10,1	56,7	2,4	4,2
Sumas		773,3							

Promedio ponderado (%)	Planas	Largas	Planas y largas
		13,6	8,0

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP.004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Omar A. Huamani Salazar



Expediente N° : 0905-2022
 Nombre del tesista : Bach. Ing. Edison Rodríguez Ore
 Nombre de la tesis : Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 09-05-22

Cantera : Chupuro - Huancayo
 Material : Piedra chancada de ½ in.

A.- Con una cara fracturada

Tamaño del agregado		Masa total en cada fracción A (g)	Masa total de las partículas con una cara fracturada B (g)	C ((B/A)*100)	D (%)	E C * D (%)
Pasa tamiz	Retenido en tamiz					
1 ½ in.	1 in.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 in.	¾ in.	482,2	465,3	96,5	27,9	27,0
¾ in.	½ in.	541,8	501,7	92,6	31,4	29,1
½ in.	¾ in.	701,6	658,9	93,9	40,7	38,2
Total		1725,6	1625,9	94,2	100,0	94,2
% Con una cara fracturada					94,2%	

B.- Con dos caras fracturadas

Tamaño del agregado		Masa total en cada fracción A (g)	Masa total de las partículas con un dos caras fracturadas B (g)	C ((B/A)*100)	D (%)	E C * D (%)
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz					
1 ½ in.	1 in.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 in.	¾ in.	482,2	460,2	0,0	27,9	0,0
¾ in.	½ in.	541,8	480,6	88,7	31,4	27,9
½ in.	¾ in.	701,6	602,7	85,9	40,7	34,9
Total		1725,6	1543,5	89,4	100,0	89,4
% Con dos cara fracturada					89,4%	

A : Masa de la muestra (g)
 B : Masa material con caras fracturadas (g)
 C : Porcentaje de caras fracturadas (%)
 D : Porcentaje retenido de caras fracturadas (%)
 E : Promedio de caras fracturadas (%)

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Huamán Salazar Omar Alex



Expediente N° : 0905-2022
 Nombre del testista : Bach. Ing. Edison Rodríguez Ore
 Nombre de la tesis : Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 09-05-22

Cantera : Chupuro - Huancayo
 Material : Piedra chancada de 1/2 in.

Muestra Ensayo N°	Identificación		
	1	2	3
(1) Masa de la muestra (g)	334,21	336,85	332,89
(2) Volumen de aforo (ml)	500,00	500,00	500,00
(3) Volumen de alicuota (ml)	50,00	50,00	50,00
(4) Masa cristalizada (g)	0,08	0,07	0,09
(5) Masa cristalizada (%) $(100/((3) \times (1)/(4) \times (2)))$	0,24	0,21	0,27
Promedio	0,24		

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI- GP:004- 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Omar A. Humani Salazar



	INFORME DE ENSAYO	Código	C3-FOR-DM-DU
	SUELOS. Método de ensayo normalizado para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino	Versión	01
	NTP 339.146:2000 (revisada el 2019)	Fecha	02-01-20
		Página	1 de 1

Expediente N° : 0905-2022
Nombre del tesista : Bach. Ing. Edison Rodríguez Ore
Nombre de la tesis : Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022
Ubicación : Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 09-05-22

Cantera : Río Mantaro - Chupuro - Huancayo
Material : Arena natural

ITEM	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS		
		1	2	3
1	Muestra N°			
2	Tamaño máximo	No. 4	No. 4	No. 4
3	Hora de entrada a saturación	9:15	9:18	9:20
4	Hora de salida de saturación	9:25	9:28	9:30
IRRIGACIÓN				
5	Hora de entrada a reposo	9:27	9:30	9:32
6	Hora de salida de reposo	9:47	9:50	9:52
7	Altura máxima de material fino (Pulgadas)	4,21	4,19	4,18
8	Altura máxima de la arena (Pulgadas)	3,58	3,57	3,62
9	Equivalente de arena (%)	86	86	87
10	Promedio Equivalente de arena (%)	87		

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Omar A. Huamani Salazar



Expediente N° : 0905-2022
 Nombre del tesista : Bach. Ing. Edison Rodríguez Ore
 Nombre de la tesis : Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 09-05-22

Cantera : Río Mantaro - Chupuro - Huancayo
 Material : Arena natural

ITEM	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			ESPECIFICACIÓN
1	Cantidad de solución (g)	14,3	14,5	14,6	FÓRMULA: $AM = \frac{C_{col}}{S_{muestra}}$
2	Masa del material fino (g)	5,26	5,18	5,27	
3	Valor de Azul de Metileno (mg/g)	2,7	2,8	2,8	
4	Promedio de Valor de Azul de Metileno (mg/g)	2,8			

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Omar A. Huamani Salazar



	INFORME DE ENSAYO	Código	C3-FOR-DM-DU
	SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos NTP 339.129:1999 (revisada el 2019)	Versión	01
		Fecha	02-01-20
		Página	1 de 1

Expediente N° : 0905-2022
Nombre del testista : Bach. Ing. Edison Rodríguez Ore
Nombre de la tesis : Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022
Ubicación : Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 09-05-22

Cantera : Río Mantaro - Chupuro - Huancayo
Material : Arena natural

Ensayo de Límites de consistencia

Tamiz No. 40	
Límite líquido	NP
Límite plástico	NP
Índice de plasticidad	NP

Tamiz No. 200	
Límite líquido	NP
Límite plástico	NP
Índice de plasticidad	NP

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Omar A. Humani Salazar



	INFORME DE ENSAYO	Código	C3-FOR-DM-DU-F
	AGREGADOS, Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio	Versión	01
	NTP 400.016:2020	Fecha	02-01-20
		Página	1 de 1

Expediente N° : 0905-2022
Nombre del tesista : Bach. Ing. Edison Rodríguez Ore
Nombre de la tesis : Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022
Ubicación : Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 09-05-22

Cantera : Rio Mantaro - Chupuro - Huancayo
Material : Arena natural
Solución : Sulfato de magnesio
Densidad de solución : 1.302 g/cm³

Tamaño de tamiz		% Masa retenida	Masa de fracciones antes del ensayo (g)	Masa de fracciones después del ensayo (g)	Pérdidas en masa después del ensayo (g)	% Pérdidas después del ensayo	% Pérdidas corregidas
Pasa	Retiene						
% in.	No.4	18,6	100,0	93,5	6,5	6,5	1,2
No.4	No.8	12,1	100,0	92,8	7,2	7,2	0,9
No.8	No.16	14,3	100,0	91,7	8,3	8,3	1,2
No.16	No.30	18,9	100,0	92,8	7,2	7,2	1,4
No.30	No.50	13,5	100,0	94,6	5,4	5,4	0,7
No.50	No.100	8,9	100,0	94,7	5,3	5,3	0,5
> No.100		13,7					
TOTALES		100,0	600,0			%	5,8

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Omar A. Humani Salazar



Expediente N° : 0905-2022
 Nombre del tesista : Bach. Ing. Edison Rodríguez Ore
 Nombre de la tesis : Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 09-05-22

Cantera : Río Mantaro - Chupuro - Huancayo
 Material : Arena natural

Muestra Ensayo N°	Identificación		
	1	2	3
(1) Masa de la muestra (g)	324,56	326,81	325,85
(2) Volumen de aforo (ml)	500,00	500,00	500,00
(3) Volumen de alícuota (ml)	50,00	50,00	50,00
(4) Masa cristalizada (g)	0,06	0,05	0,06
(5) Masa cristalizada (%) $(100/((3) \times (1)/(4) \times (2)))$	0,18	0,15	0,18
Promedio (%)	0,17		

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPE GP-004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Omar A. Humari Salazar



	LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y	Código	C3-FOR-PU-¼ in.
	AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados NTP 400.017:2020	Versión	01
		Fecha	04-01-21
		Página	1 de 1

Expediente N° : 1205-2022
Nombre del tesista : Bach. Ing. Edison Rodriguez Ore
Nombre de la tesis : Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022
Ubicación : Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 12-05-22

Cantera : Chupuro - Huancayo
Tipo de material : Piedra chancada de ¼ in.

I. Peso Unitario Suelto Seco - PUSS

Masa de la muestra suelta húmeda + masa del molde	(kg)	18,639	18,642	18,661
Masa del molde	(kg)	4,956	4,956	4,956
Masa de la muestra suelta húmeda	(kg)	13,683	13,686	13,705
Volumen del molde (1/3 ft ³)	(m ³)	0,009439	0,009439	0,009439
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1450	1450	1452
Promedio peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1451		
Promedio peso unitario suelto seco	(kg/m ³)	1442		

II. Peso Unitario Compactado Seco - PUCS

Masa de la muestra compactada húmeda + masa del molde	(kg)	19,489	19,456	19,403
Masa del molde	(kg)	4,956	4,956	4,956
Masa de la muestra compactada húmeda	(kg)	14,533	14,5	14,447
Volumen del molde (1/3 ft ³)	(m ³)	0,009439	0,009439	0,009439
Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1540	1536	1531
Promedio peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1535		
Promedio peso unitario compactado seco	(kg/m ³)	1526		

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPE GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Huamani Salazar Omar Alex



Expediente N° : 1205-2022
Nombre del testista : Bach. Ing. Edison Rodríguez Ore
Nombre de la tesis : Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022
Ubicación : Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 12-05-22

Cantera : Chupuro - Huancayo
Tipo de material : Piedra chancada de ¼ in.

1) Masa de la muestra húmeda + masa de la tara	(g)	874,1
2) Masa de la muestra secada al horno + masa de la tara	(g)	869,4
3) Masa de la tara	(g)	69,3
4) Masa del agua	(g)	4,70
5) Masa de la muestra secada al horno	(g)	800,1
6) Contenido de Humedad	(%)	0,59

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Humani Salazar Omar Alex



	LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO	Código	C3-FOR-PEM-¼ in.
	AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso	Versión	01
	NTP 400.021:2020	Fecha	04-01-21
		Página	1 de 1

Expediente N° : 1205-2022
Nombre del tesista : Bach. Ing. Edison Rodríguez Ore
Nombre de la tesis : Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022
Ubicación : Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 12-05-22

Cantera : Chupuro - Huancayo
Tipo de material : Piedra chancada de ¼ in.

I. Datos

1	Masa de la muestra secada al horno (A)	(g)	3293
2	Masa de la muestra saturada con superficie seca (B)	(g)	3337
3	Masa de la muestra saturada dentro del agua + masa de la canastilla dentro del agua	(g)	3048
4	Masa de la canastilla dentro del agua	(g)	974
5	Masa de la muestra saturada dentro del agua (C)	(g)	2074

II. Resultados

1	Masa específica [P.E.M. = A/(B-C)]	(gr/cm ³)	2,61
2	Masa específica saturado superficialmente seco [P.E.M.S.S.S. = B/(B-C)]	(gr/cm ³)	2,64
3	Masa específica aparente [P.E.A.=A/(A-C)]	(gr/cm ³)	2,70
4	Porcentaje de absorción [(B-A)/A*100]		1,34

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Humari Salazar Omar Alex



Expediente N° : 1205-2022
 Nombre del tesista : Bach. Ing. Edison Rodríguez Ore
 Nombre de la tesis : Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 12-05-22

Cantera : Río Mantaro - Chupuro - Huancayo
 Tipo de material : Arena gruesa

I. Peso Unitario Suelto Seco - PUSS

Masa de la muestra suelta húmeda + masa del molde	(kg)	5,979	5,982	5,942
Masa del molde	(kg)	1,598	1,598	1,598
Masa de la muestra suelta húmeda	(kg)	4,381	4,384	4,344
Volumen del molde (1/10 ft ³)	(m ³)	0,002832	0,002832	0,002832
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1547	1548	1534
Promedio peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1543		
Promedio peso unitario suelto seco	(kg/m ³)	1526		

II. Peso Unitario Compactado Seco - PUCS

Masa de la muestra compactada húmeda + masa del molde	(kg)	6,422	6,393	6,408
Masa del molde	(kg)	1,598	1,598	1,598
Masa de la muestra compactada húmeda	(kg)	4,824	4,795	4,810
Volumen del molde (1/10 ft ³)	(m ³)	0,002832	0,002832	0,002832
Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1703	1693	1698
Promedio peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1698		
Promedio peso unitario compactado seco	(kg/m ³)	1679		

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Humberto Salazar Omar Alex



	LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO	Código	C3-FOR-PEM-A.Gruesa
	AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso	Versión	01
	NTP 400.021:2020	Fecha	04-01-21
		Página	1 de 1

Expediente N° : 1205-2022
Nombre del tesista : Bach. Ing. Edison Rodríguez Ore
Nombre de la tesis : Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022
Ubicación : Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 12-05-22

Cantera : Río Mantaro - Chupuro - Huancayo
Tipo de material : Arena gruesa

I. Datos

1	Masa de la arena superficialmente seca + masa del balón + masa del agua	(g)	970,4
2	Masa de la arena superficialmente seca + masa del balón	(g)	662,5
3	Masa del agua (W = 1-2)	(g)	307,9
4	Masa de la arena secada al horno + masa del balón	(g)	653,8
5	Masa del balón	(g)	162,5
6	Masa de la arena secada al horno (A = 4-5)	(g)	491,3
7	Volumen del balón V = 500 ml		500

II. Resultados

1	Masa específica [P.E.M. = $A / (V - W)$]	(g/cm ³)	2,56
2	Masa específica saturado superficialmente seco [P.E.M.S.S.S. = $500 / (V - W)$]	(g/cm ³)	2,60
3	Masa específica aparente [P.E.A. = $A / (V - W) - (500 - A)$]	(g/cm ³)	2,68
4	Porcentaje de absorción [$(500 - A) / A * 100$]		1,77

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Humani Salazar Omar Alex



LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado NTP 339.185:2021	Código	C3-FOR-CH-A.Gruesa
	Versión	01
	Fecha	04-01-21
	Página	1 de 1

Expediente N° : 1205-2022
 Nombre del testista : Bach. Ing. Edison Rodríguez Ore
 Nombre de la tesis : Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 12-05-22

 Cantera : Río Mantaro - Chupuro - Huancayo
 Tipo de material : Arena gruesa

1) Masa de la muestra húmeda + masa de la tara	(g)	625,3
2) Masa de la muestra secada al horno + masa de la tara	(g)	617,2
3) Masa de la tara	(g)	85,2
4) Masa del agua	(g)	8,10
5) Masa de la muestra secada al horno	(g)	532,0
6) Contenido de Humedad	(%)	1,52

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Huamani Salazar Omar Alex



Expediente N° : 1205-2022
Nombre del Tesista : Bach. Ing. Edison Rodríguez Ore
Nombre de la Tesis : Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 20
Ubicación : El Tambo - Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 12-05-22

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICOS

Tipo de muestra: M-1
Punto de red pública
Fecha 09-05-22
Hora: 10:30 am

PARÁMETRO	UNIDAD	NORMATIVA	RESULTADO
Sales Solubles Totales	ppm	NTP 339.152	64,9
Cloruros Solubles Cl ⁻¹	ppm	NTP 339.177	30,9
Sulfatos Solubles SO ₄ ⁻²	ppm	NTP 339.178	52,8
Sólidos en suspensión	ppm	ASTM D5907	82,3
Materia Orgánica	ppm	NTP 339.071	0,0014
Potencial de hidrogeno Ph	---	NTP 339.073	7,1

NOTA:

- 1) El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra al laboratorio son responsabilidad del solicitante.
- 2) Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la Autorización del laboratorio.
- 3) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

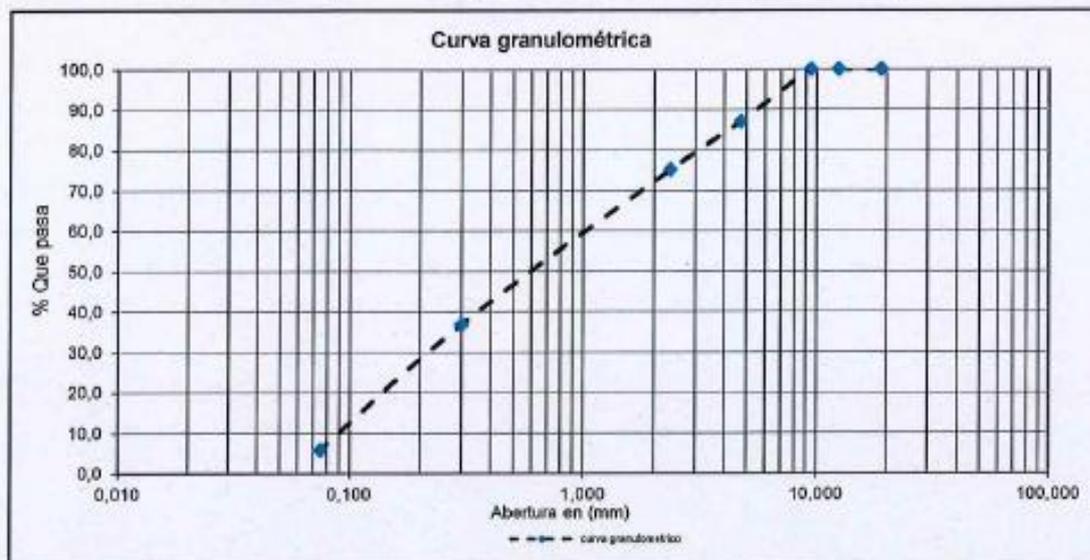
Realizado y revisado por el Ing. Huamani Salazar Omar Alex



Expediente N° : 1205-2022
 Nombre del testista : Bach. Ing. Edíson Rodríguez Ore
 Nombre de la tesis : Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 12-05-22

 Cantera : Río Mantaro - Chupuro - Huancayo
 Tipo de material : Arena gruesa

Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulado retenido	% Que pasa
¾ in.	19,000	0,0	0,0	100,0
½ in.	12,500	0,0	0,0	100,0
¾ in.	9,500	0,0	0,0	100,0
No. 4	4,750	12,9	12,9	87,1
No. 8	2,360	11,9	24,8	75,2
No. 50	0,300	38,4	63,2	36,8
No. 200	0,075	31,0	94,2	5,8
Fondo		5,8	100,0	



M.F = Módulo de finura

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993).

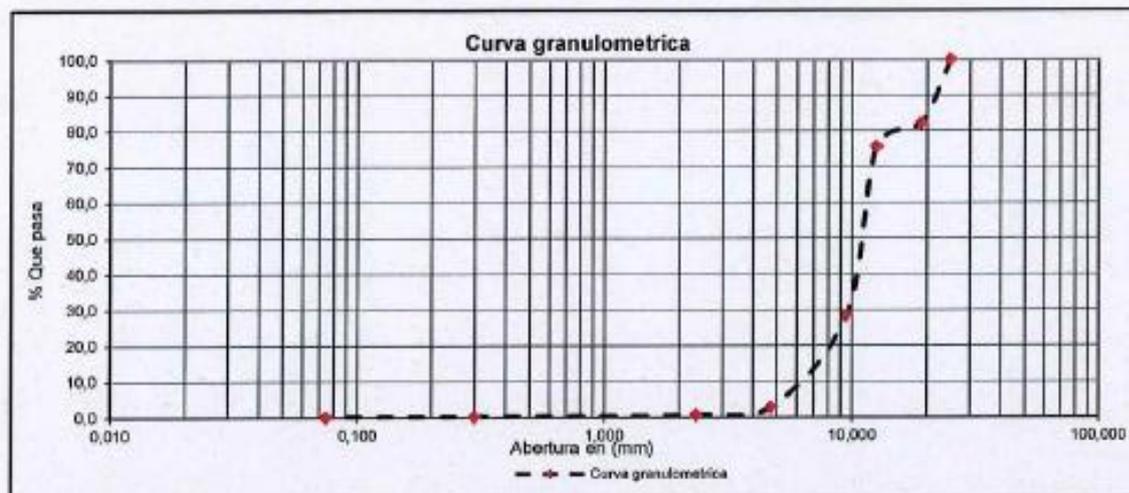
Realizado y revisado por el Ing. Huamani Salazar Omar Alex



Expediente N° : 1205-2022
 Nombre del tesista : Bach. Ing. Edison Rodríguez Ore
 Nombre de la tesis : Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 12-05-22

Cantera : Chupuro - Huancayo
 Tipo de material : Piedra chancada de ¾ in.

Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulado retenido	% Que pasa
1 in.	25,000	0,0	0,0	100,0
¾ in.	19,000	17,8	17,8	82,2
½ in.	12,500	6,6	24,4	75,6
⅜ in.	9,500	47,1	71,5	28,5
No. 4	4,750	25,7	97,2	2,8
No. 8	2,360	2,1	99,3	0,7
No. 50	0,300	0,5	99,8	0,2
No. 200	0,075	0,1	99,9	0,1
Fondo		0,1	100,0	0,0



M.F = Módulo de finura
 TM = Tasaño máximo
 TMN = Tamaño máximo nominal

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Humani Salazar Omar Alex



	FORMATO	Código	C3-FOR-MDF
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Versión	01
		Fecha	04-01-21
		Página	1 de 1

Expediente N° : I205-2022
Nombre del testista : Baeh, Ing. Edison Rodríguez Ore
Nombre de la tesis : Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022
Ubicación : Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 12-05-2022

Tipo de material N° 1 : Cantero Chupuro - Huancayo - Piedra chancada de ¼ in.
Tipo de material N° 2 : Cantero Río Mantaro - Chupuro - Huancayo - Arena gruesa

COMBINACIÓN DE AGREGADOS							
Tamiz	Abertura (mm)	Piedra chancada	Arena gruesa	(%)	Especificaciones		Observaciones
					MDF-2		
% Combinaciones		40	60	100			
3 in.	75,000						
2½ in.	63,000						
2 in.	50,000						
1½ in.	37,500						
1 in.	25,000	100,0	100,0	100,0	100		
¾ in.	19,000	82,2	100,0	92,9	80 a 95		
½ in.	12,500						
¾ in.	6,600	28,5	100,0	71,4	80 a 75		
½ in.	6,300						
No. 4	4,750	2,8	87,1	53,4	47 a 62		
No. 8	2,360	0,7	75,2	45,4	35 a 50		
No. 10	2,000						% Agregados
No. 10	1,180						% Grava: 48,6
No. 20	0,850						% Arena: 49,0
No. 30	0,600						% Fino: 3,6
No. 40	0,425						
No. 50	0,300	0,2	35,8	22,2	13 a 23		
No. 60	0,250						
No. 80	0,180						
No. 100	0,150						
No. 200	0,075	0,1	5,8	3,6	3 a 8		
Fondo							



NOTAS:

- Muestras e identificación realizadas por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004-1993)

Realizado y revisado por el Ing. Omar A. Huamani Salazar



Expediente N° : 1205-2022
 Nombre del testista : Bach. Ing. Edison Rodríguez Ore
 Nombre de la tesis : Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 12-05-2022

CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA

Peso de la muestra Pt (g)	1250
Contenido de asfalto en la emulsión, CA (%)	60
Contenido de agua en la emulsión, CW (%)	40

Porcentaje de emulsión, E:	
E=	8,7 %
$E = 0,05A + 0,10 + 0,05C$	
Donde:	
E: Porcentaje en peso de la emulsión asfáltica	
A: 100% - %Pasa del tamiz N 8	
B: %Pasa tamiz N 8 - %Pasa tamiz N 200	
C: %Pasa tamiz N 200	

Contenido de humedad del material combinado para el ensayo de recubrimiento:	
Wp=	0,76 %
$W_p = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \cdot 100$	
Donde:	
W ₁ : Contenido de humedad evaporable de la muestra	
W ₂ : Masa húmeda de la mezcla	
W ₃ : Masa seca de la mezcla	

GRANULOMETRÍA			
Tamiz	% Pasa	% Retenido	
1 in.	100,0%	0,0%	100,0%
¾ in.	92,9%	7,1%	92,9%
¾ in.	71,4%	28,6%	71,4%
No. 4	53,4%	46,6%	53,4%
No. 8	45,4%	54,6%	45,4%
No. 40	22,2%	77,8%	22,2%
No. 200	3,5%	96,5%	3,5%

HUMEDAD DE AGREGADOS	
Masa muestra húmeda (g)	1652,2
Masa muestra seca (g)	1639,7

ENSAYO DE RECUBRIMIENTO

% Humedad de agregados combinados, Wp		0,76	Contenido de asfalto en la emulsión (%), CA		60	RESULTADOS ENSAYO DE RECUBRIMIENTO		
Mezcla	% de emulsión, E	Agua a agregar % Waa	Masa agua a agregar (g), Paa	Masa de emulsión (g), Pe	Masa del agregado combinado (g), Psc	# Partículas complet. Cubiertas	# Total de partículas contadas	% Estimado de partículas cubiertas
1	8,1	3,01	37,62	97,84	1114,54	447,00	471,00	94,90%
2	8,4	2,89	36,12	101,60	1112,28	466,00	488,00	95,68%
3	8,7	2,77	34,62	105,37	1110,01	474,00	495,00	95,76%
4	9,0	2,65	33,12	109,15	1107,73	465,00	489,00	95,09%
5	9,3	2,53	31,62	112,94	1105,44	468,00	491,00	95,32%

PESOS Y PORCENTAJES PARA EL DISEÑO DE LAS BRIQUETAS

% Humedad de agregados combinados, Wp		0,76	Peso de la muestra (g), Pt	1250,00	Contenido de asfalto en la emulsión (%), CA		60	Humedad óptima de mezclado (%), Wop		7
Mezcla	% de emulsión, E	Peso de emulsión (g), Pe	Agua en la emulsión %, Aaa	Asfalto residual %, Ar	Agua a agregar %, Waa	Peso Agua a agregar (g), Paa	Peso del agregado combinado (g), Psc	Agua perdida %, Wperd	Agua perdida (g), Pperd	Humedad de compactación (%)
1	8,1	97,84	3,23	4,8	3,01	37,62	1114,54	1	12,50	6
2	8,4	101,60	3,35	5,0	2,89	36,12	1112,28	1	12,50	6
3	8,7	105,37	3,47	5,2	2,77	34,62	1110,01	1	12,50	6
4	9,0	109,15	3,59	5,4	2,65	33,12	1107,73	1	12,50	6
5	9,3	112,94	3,71	5,6	2,53	31,62	1105,44	1	12,50	6



Expediente N° : 1205-2022
 Nombre del tesista : Bach. Ing. Edison Rodríguez Ore
 Nombre de la tesis : Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 12-05-2022

TABLA DE PORCENTAJE DE ELABORACIÓN DE LAS BRIQUETAS CON FIBRA DE FIBRAS DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLÁSTICO RECICLADO

% Humedad de agregados combinados, Wp		0,76	Masa de la muestra (g), Pt	1250	60	Humedad óptima de mezclado (%), Wop							7
Mezcla	% de PET	Masa de PET (g), Fip	Masa de la muestra requerida (g), Pt	% Emulsión, E	Masa de emulsión (g), Pe	Agua en la emulsión %, Aae	Masa agua a agregar (g), Paa	Masa del agregado combinado (g), Psc	Masa de la piedra chancada 40%	Masa de la arena natural 60%	Agua pérdida %, Wperd	Agua pérdida (g), Pperd	Humedad de compactación (%)
1	0,00	0,0	1250,0	8,7	105,4	3,5	34,6	1110,0	444	666	1,0	12,5	6,0
2	0,10	1,3	1248,8	8,7	105,3	3,5	34,6	1108,9	444	665	1,0	12,5	6,0
3	0,20	2,5	1247,5	8,7	105,2	3,5	34,6	1107,8	443	665	1,0	12,5	6,0
4	0,30	3,8	1246,3	8,7	105,1	3,5	34,5	1106,7	443	664	1,0	12,5	6,0
5	0,40	5,0	1245,0	8,7	105,0	3,5	34,5	1105,6	442	663	1,0	12,5	6,0
6	0,50	6,3	1243,8	8,7	104,8	3,5	34,4	1104,5	442	663	1,0	12,4	6,0
7	0,60	7,5	1242,5	8,7	104,7	3,5	34,4	1103,3	441	662	1,0	12,4	6,0
8	0,70	8,8	1241,3	8,7	104,6	3,5	34,4	1102,2	441	661	1,0	12,4	6,0
9	0,80	10,0	1240,0	8,7	104,5	3,5	34,3	1101,1	440	661	1,0	12,4	6,0
10	0,90	11,3	1238,8	8,7	104,4	3,5	34,3	1100,0	440	660	1,0	12,4	6,0
11	1,00	12,5	1237,5	8,7	104,3	3,5	34,3	1098,9	440	659	1,0	12,4	6,0

Expediente N°: 2605-2022
 Nombre del Tesista: Bach. Ing. Edison Rodriguez Ore
 Nombre de la Tesis: Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022.
 Ubicación: Chilca - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión: 26-05-22

ESTABILIDAD, FLUJO Y GS BRIQUETAS SECAS									
Briquetas secas falladas							Gs parafina	0.94	
# DE BRIQUETA	Espesor (mm)	% Emulsion	% PET	Estabilidad seca (Kg)	Factor de corrección por espesor	Estabilidad seca corregida (Kg)	Estabilidad seca corregida (N)	Flujo (mm)	Relación estabilidad/flujo (N/mm)
1	68.6	8.70	0.0	1492.84	0.96	1433.13	14044.64	3.23	4348.19
2	66.9			1466.32	0.96	1407.67	13795.12	3.51	3930.23
3	66.8			1362.07	0.93	1266.73	12413.91	3.48	3567.21
4	67.7			1346.09	0.96	1292.25	12664.01	3.87	3272.36
5	67.6			1563.68	0.93	1454.22	14251.38	3.16	4509.93
6	67.7			1453.54	0.93	1351.79	13247.56	3.92	3379.48
Promedio	67.5					1447.42	0.9	1367.6	13402.8
13	68.7	8.7	0.1	1460.66	0.93	1358.41	13312.46	3.13	4253.18
14	67.1			1417.04	0.93	1317.85	12914.90	3.41	3787.36
15	67.3			1411.30	0.93	1312.51	12862.59	3.60	3572.94
16	67.3			1447.41	0.96	1389.51	13617.29	3.81	3574.08
17	66.4			1513.17	0.96	1452.64	14235.90	3.21	4434.86
18	68.9			1552.17	0.93	1443.52	14146.48	3.10	4563.38
Promedio	67.6					1466.96	0.9	1379.1	13514.9
25	67.8	8.7	0.2	1406.88	1.00	1406.88	13787.42	3.81	3618.75
26	67.1			1478.70	0.96	1419.55	13911.61	3.15	4416.38
27	69.0			1427.51	0.96	1370.41	13430.01	4.13	3251.82
28	67.1			1488.82	1.00	1488.82	14590.44	4.08	3576.09
29	67.5			1321.75	0.96	1268.88	12435.02	3.65	3406.86
30	68.5			1379.79	1.00	1379.79	13521.94	3.61	3745.69
Promedio	67.8					1417.24	1.0	1389.1	13612.7
37	68.8	8.7	0.3	1345.14	0.93	1250.98	12259.61	3.61	3396.01
38	66.7			1576.20	0.96	1513.15	14828.89	3.25	4562.74
39	67.7			1443.01	0.96	1385.29	13575.84	3.12	4351.23
40	67.0			1444.40	0.93	1343.29	13164.26	3.91	3366.82
41	67.5			1570.45	0.96	1507.63	14774.79	3.37	4384.21
42	67.8			1509.65	0.93	1403.97	13758.95	3.41	4034.88
Promedio	67.6					1481.48	0.9	1455.8	13727.1
49	67.9	8.7	0.4	1482.41	0.96	1423.11	13946.51	3.19	4371.95
50	67.3			1462.99	0.93	1360.58	13333.69	3.99	3341.78
51	67.9			1380.38	0.96	1325.16	12986.62	3.65	3557.98
52	67.2			1399.42	0.93	1301.46	12754.31	4.05	3149.21
53	67.8			1493.56	1.00	1493.56	14636.89	4.13	3544.04
54	68.8			1611.19	0.96	1546.74	15158.08	3.64	4164.31
Promedio	67.8					1471.66	1.0	1408.4	13802.7
61	67.8	8.7	0.5	1476.89	0.93	1373.51	13460.38	4.53	2971.39
62	67.2			1442.99	0.96	1385.27	13575.65	4.12	3295.06
63	67.9			1492.07	0.96	1432.39	14037.39	4.60	3051.61
64	66.3			1488.04	0.93	1383.88	13562.00	4.37	3103.43
65	66.8			1491.85	0.96	1432.18	14035.32	3.91	3589.60
66	67.9			1547.39	0.96	1485.49	14557.85	3.90	3732.78
Promedio	67.3					1489.87	1.0	1415.5	13871.4



Expediente N°: 2605-2022
 Nombre del Tesista: Bach. Ing. Edison Rodríguez Ore
 Nombre de la Tesis: Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022.
 Ubicación: Chilca - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión: 26-05-22

ESTABILIDAD, FLUJO Y GS BRIQUETAS SECAS									
Briquetas secas falladas							Gs parafina	0.94	
# DE BRIQUETA	Espesor (mm)	% Emulsion	% PET	Estabilidad seca (Kg)	Factor de corrección por espesor	Estabilidad seca corregida (Kg)	Estabilidad seca corregida (N)	Flujo (mm)	Relación estabilidad/flujo (N/mm)
73	68.1	8.7	0.6	1497.42	0.96	1437.52	14087.73	3.38	4167.97
74	68.5			1457.09	0.93	1355.09	13279.92	4.06	3270.92
75	66.3			1487.72	0.93	1383.58	13559.08	3.15	4304.47
76	68.2			1559.67	0.93	1450.49	14214.83	4.21	3376.44
77	67.7			1395.08	0.96	1339.28	13124.91	3.98	3297.72
78	66.4			1435.25	0.96	1377.84	13502.83	3.78	3572.18
Promedio	67.5			1472.04	0.9	1390.6	13628.2	3.76	3664.9
85	67.0	8.7	0.7	1554.37	0.93	1445.56	14166.53	4.08	3472.19
86	67.5			1428.14	0.93	1328.17	13016.07	4.23	3077.08
87	67.9			1371.30	0.93	1275.31	12498.03	4.50	2777.34
88	68.5			1347.22	0.93	1252.91	12278.56	3.97	3092.84
89	68.8			1485.68	0.96	1426.25	13977.29	4.52	3092.32
90	67.4			1583.21	0.96	1519.88	14894.84	4.41	3377.51
Promedio	67.9	1461.65	0.9	1374.7	13471.9	4.29	3148.2		
97	67.0	8.7	0.8	1399.78	0.96	1343.79	13169.13	4.73	2783.11
98	67.6			1505.45	0.96	1445.23	14163.27	4.08	3471.39
99	66.0			1473.70	0.93	1370.54	13431.30	3.74	3591.26
100	67.7			1512.75	0.96	1452.24	14231.95	4.42	3219.90
101	68.5			1489.44	0.89	1325.60	12990.90	3.98	3264.04
102	68.9			1330.19	0.93	1237.08	12123.35	4.27	2839.19
Promedio	67.6	1451.89	0.9	1362.4	13351.7	4.20	3194.8		
109	68.0	8.7	0.9	1537.05	0.93	1429.46	14008.67	4.46	3140.96
110	67.6			1499.04	0.96	1439.08	14102.97	4.27	3302.80
111	67.6			1344.49	0.96	1290.71	12648.96	4.01	3154.35
112	67.3			1474.89	0.96	1415.89	13875.77	4.12	3368.35
113	66.1			1211.71	0.93	1126.89	11043.52	4.01	2754.00
114	66.2			1426.34	0.93	1326.50	12999.66	4.80	2708.26
Promedio	67.1	1415.59	0.9	1338.1	13113.3	4.28	3071.5		
121	67.8	8.7	1	1488.00	0.96	1428.48	13999.10	3.94	3553.07
122	67.6			1261.61	0.93	1173.30	11498.31	4.14	2777.37
123	67.2			1444.99	0.96	1387.19	13594.47	4.28	3176.28
124	66.0			1384.94	0.96	1329.54	13029.52	3.87	3366.80
125	68.7			1383.01	0.93	1286.20	12604.75	4.57	2758.15
126	67.9			1363.73	0.96	1309.18	12829.97	4.59	2795.20
Promedio	67.5	1387.71	1.0	1319.0	12926.0	4.23	3071.1		



Expediente N°: 2605-2022
 Nombre del Tesista: Bach. Ing. Edison Rodriguez Ore
 Nombre de la Tesis: Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022.
 Ubicación: Chilca - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión: 26-05-22

ESTABILIDAD, FLUJO Y GS BRIQUETAS EN INMERSION (HUMEDO)									
Briquetas húmedas falladas							Gs parafina	0.94	
# DE BRIQUETA	Espesor (mm)	% emulsion	% PET	Estabilidad húmeda (Kg)	Factor de corrección por espesor	Estabilidad húmeda corregida (Kg)	Estabilidad húmeda corregida (N)	Flujo (mm)	Relación estabilidad/flujo (N/mm)
7	67.7	8.70	0.0	1375.73	0.93	1279.43	12538.40	3.18	3942.89
8	66.3			1387.29	0.93	1290.18	12643.76	3.45	3664.86
9	67.1			1399.67	0.93	1301.69	12756.59	3.40	3751.94
10	66.7			1351.87	0.93	1257.24	12320.94	3.90	3159.22
11	67.3			1397.27	0.96	1341.38	13145.52	3.25	4044.77
12	67.6			1445.71	1.00	1445.71	14167.96	4.05	3498.26
Promedio	67.1					1392.92	0.9	1319.3	12928.9
19	66.3	8.7	0.1	1422.30	0.93	1322.74	12962.84	3.25	3988.57
20	66.5			1402.61	0.93	1304.43	12783.39	3.40	3759.82
21	67.8			1400.85	0.93	1302.79	12767.35	3.55	3596.44
22	67.4			1385.56	0.96	1330.14	13095.35	3.80	3430.35
23	68.3			1435.74	0.93	1335.24	13085.33	3.15	4154.07
24	67.6			1378.70	1.00	1378.70	13511.26	3.20	4222.27
Promedio	67.3					1404.29	0.9	1329.0	13024.3
31	66.7	8.7	0.2	1437.27	1.00	1437.27	14085.25	3.65	3858.97
32	67.7			1329.44	1.00	1329.44	13028.51	3.25	4008.77
33	68.4			1363.90	0.93	1268.43	12430.58	4.30	2890.83
34	67.1			1352.31	0.96	1298.22	12722.53	4.20	3029.17
35	66.5			1369.49	0.96	1314.71	12884.16	3.55	3629.34
36	67.9			1365.07	1.00	1365.07	13377.69	3.80	3520.44
Promedio	67.4					1369.58	1.0	1335.5	13088.1
43	67.7	8.7	0.3	1293.90	0.96	1242.14	12173.01	3.75	3246.14
44	66.8			1548.63	0.96	1486.68	14569.51	3.10	4699.84
45	67.5			1378.26	1.00	1378.26	13506.95	3.05	4428.51
46	67.3			1354.55	0.96	1300.37	12743.61	3.40	3748.12
47	67.3			1398.67	0.96	1342.72	13158.69	3.25	4048.83
48	67.1			1352.24	0.96	1298.15	12721.87	3.50	3634.82
Promedio	67.3					1387.71	1.0	1320.4	13145.6
55	67.0	8.7	0.4	1413.07	0.96	1356.55	13294.16	3.25	4090.51
56	68.6			1414.36	0.96	1357.79	13306.30	4.05	3285.51
57	68.1			1358.15	0.96	1303.82	12777.48	3.85	3318.82
58	67.3			1332.23	0.96	1278.94	12533.62	4.15	3020.15
59	67.4			1422.32	0.93	1322.76	12963.02	4.23	3064.54
60	67.3			1498.24	0.96	1438.31	14095.44	3.55	3970.55
Promedio	67.6					1406.40	1.0	1343.0	13161.7
67	67.9	8.7	0.5	1398.66	0.96	1342.71	13158.59	4.36	3018.03
68	68.0			1471.69	0.93	1368.67	13412.98	4.23	3170.92
69	67.0			1406.10	0.96	1349.86	13228.59	4.46	2966.05
70	67.3			1395.98	0.96	1340.14	13133.38	4.33	3033.11
71	68.6			1419.41	0.96	1362.63	13353.81	4.02	3321.84
72	67.2			1447.31	0.96	1389.42	13616.29	4.12	3304.93
Promedio	67.7					1423.19	1.0	1358.9	13317.3



Expediente N°: 2605-2022
 Nombre del Tesista: Bach. Ing. Edison Rodríguez Ore
 Nombre de la Tesis: Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022.
 Ubicación: Chilca - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión: 26-05-22

ESTABILIDAD, FLUJO Y GS BRIQUETAS EN INMERSION (HUMEDO)									
Briquetas húmedas falladas							Gs parafina	0.94	
# DE BRIQUETA	Espesor (mm)	% emulsion	% PET	Estabilidad húmeda (Kg)	Factor de corrección por espesor	Estabilidad húmeda corregida (Kg)	Estabilidad húmeda corregida (N)	Flujo (mm)	Relación estabilidad/flujo (N/mm)
79	67.0	8.7	0.6	1385.15	0.96	1329.74	13031.49	3.26	3997.39
80	67.3			1397.75	1.00	1397.75	13697.95	4.18	3277.02
81	67.8			1509.90	0.96	1449.50	14205.14	3.25	4370.81
82	67.9			1402.99	0.96	1346.87	13199.33	4.52	2920.21
83	68.4			1358.16	0.96	1303.83	12777.57	3.83	3336.18
84	68.5			1312.67	0.93	1220.78	11963.67	4.02	2976.04
Promedio	67.8					1394.44	1.0	1341.4	13145.9
91	66.2	8.7	0.7	1413.86	1.00	1413.86	13855.83	4.15	3338.75
92	67.9			1422.03	0.96	1365.15	13378.46	4.41	3033.66
93	67.6			1361.64	0.96	1307.17	12810.31	4.35	2944.90
94	68.4			1357.68	0.96	1303.37	12773.05	4.02	3177.38
95	67.7			1434.66	0.93	1334.23	13075.49	4.67	2799.89
96	66.7			1351.56	0.96	1297.50	12715.48	4.55	2794.61
Promedio	67.4					1390.24	1.0	1336.9	13101.4
103	67.9	8.7	0.8	1411.90	0.96	1355.42	13283.16	4.86	2733.16
104	67.0			1366.38	0.96	1311.72	12854.90	4.04	3181.91
105	67.4			1384.30	0.96	1328.93	13023.49	3.66	3558.33
106	68.3			1426.07	1.00	1426.07	13975.49	4.32	3235.07
107	68.9			1330.89	0.96	1277.65	12521.01	4.08	3068.88
108	67.8			1250.53	0.96	1200.51	11764.99	4.42	2661.76
Promedio	67.9					1361.68	1.0	1316.7	12903.8
115	67.4	8.7	0.9	1336.80	0.96	1283.33	12576.61	4.55	2764.09
116	67.3			1406.06	0.96	1349.82	13228.21	4.62	2863.25
117	67.5			1311.64	0.93	1219.83	11954.29	3.85	3105.01
118	68.9			1354.83	1.00	1354.83	13277.33	3.96	3352.86
119	68.1			1359.97	1.00	1359.97	13327.71	4.12	3234.88
120	68.3			1343.97	0.96	1290.21	12644.07	4.65	2719.15
Promedio	67.9					1352.21	1.0	1309.7	12834.7
127	68.2	8.7	1	1356.80	1.00	1356.80	13295.64	4.07	3266.99
128	67.4			1230.18	0.93	1144.07	11211.86	4.25	2638.08
129	67.6			1411.95	0.96	1355.47	13283.63	4.12	3224.18
130	67.5			1319.52	0.96	1266.74	12414.04	4.02	3088.07
131	67.4			1325.38	0.96	1272.36	12469.18	4.71	2647.38
132	68.1			1284.83	0.96	1233.44	12087.68	4.41	2740.97
Promedio	67.7					1321.44	1.0	1271.5	12460.5



Expediente N°: 2605-2022
 Nombre del Tesista: Bach. Ing. Edison Rodríguez Ore
 Nombre de la Tesis: Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022.
 Ubicación: Chilca - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión: 26-05-22

Resultados gravedad bulk seca

# DE BRIQUETA	Espesor (mm)	% Emulsion	% PET	Masa especimen seco (g), Wa	Masa especimen seco+parafina (g), Wap	Masa especimen+parafina en agua (g), Wwp	Gravedad específica Bulk, Gmb
1	68.6	8.70	0.0	1155.2	1153.4	619.0	2.15
2	66.9			1157.3	1159.3	624.0	2.17
3	66.8			1164.2	1166.9	622.0	2.15
4	67.7			1148.2	1151.0	618.0	2.17
5	67.6			1153.2	1156.3	619.0	2.16
6	67.7			1161.5	1163.4	621.0	2.15
Promedio	67.5					1156.6	1158.4
13	68.7	8.7	0.1	1166.5	1168.0	631.0	2.18
14	67.1			1164.1	1166.8	624.0	2.16
15	67.3			1171.0	1171.0	632.0	2.17
16	67.3			1159.5	1161.2	635.0	2.21
17	66.4			1152.4	1154.3	621.0	2.17
18	68.9			1161.2	1163.5	624.0	2.16
Promedio	67.6					1162.5	1164.1
25	67.8	8.7	0.2	1144.7	1146.3	625.0	2.20
26	67.1			1156.3	1157.1	629.0	2.19
27	69.0			1149.6	1152.2	621.0	2.18
28	67.1			1147.7	1149.1	627.0	2.20
29	67.5			1153.5	1156.9	628.0	2.20
30	68.5			1145.1	1147.9	625.0	2.20
Promedio	67.8					1149.5	1151.6
37	68.8	8.7	0.3	1166.7	1169.1	632.0	2.18
38	66.7			1156.4	1160.4	630.0	2.20
39	67.7			1158.4	1161.1	630.0	2.19
40	67.0			1168.0	1171.4	631.0	2.18
41	67.5			1145.2	1149.1	614.0	2.16
42	67.8			1158.1	1163.1	623.0	2.17
Promedio	67.6					1151.7	1156.1
49	67.9	8.7	0.4	1154.9	1157.2	625.0	2.18
50	67.3			1165.7	1166.7	622.0	2.14
51	67.9			1145.1	1146.0	623.0	2.19
52	67.2			1160.6	1161.9	621.0	2.15
53	67.8			1143.1	1144.6	625.0	2.21
54	68.8			1144.5	1146.1	623.0	2.20
Promedio	67.8					1152.3	1153.8
61	67.8	8.7	0.5	1162.9	1165.2	625.0	2.16
62	67.2			1150.7	1152.7	629.0	2.21
63	67.9			1160.6	1161.5	630.0	2.19
64	66.3			1164.4	1166.8	628.0	2.17
65	66.8			1153.8	1155.3	625.0	2.18
66	67.9			1159.5	1161.1	630.0	2.19
Promedio	67.3					1158.7	1160.4

Expediente N°: 2605-2022
 Nombre del Testista: Bach. Ing. Edison Rodriguez Ore
 Nombre de la Tesis: Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022.
 Ubicación: Chilca - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión: 26-05-22

Resultados gravedad bulk seca

# DE BRIQUETA	Espesor (mm)	% Emulsion	% PET	Masa especimen seco (g), Wa	Masa especimen seco+parafina (g), Wap	Masa especimen+parafina en agua (g), Wwp	Gravedad específica Bulk, Gmb
73	68.1	8.7	0.6	1156.7	1158.0	627.0	2.18
74	68.5			1156.7	1157.8	620.0	2.16
75	66.3			1159.2	1161.2	616.0	2.13
76	68.2			1165.1	1166.5	629.0	2.17
77	67.7			1152.7	1154.2	619.0	2.16
78	66.4			1154.6	1157.3	622.0	2.17
Promedio	67.5			1157.5	1159.2	622.2	2.16
85	67.0	8.7	0.7	1158.0	1161.3	615.0	2.13
86	67.5			1164.0	1165.1	620.0	2.14
87	67.9			1151.6	1152.5	616.0	2.15
88	68.5			1160.9	1162.3	624.0	2.16
89	68.8			1151.4	1154.9	621.0	2.17
90	67.4			1151.4	1153.0	629.0	2.20
Promedio	67.9	1156.2	1158.2	620.8	2.16		
97	67.0	8.7	0.8	1154.6	1156.9	631.0	2.21
98	67.6			1152.4	1153.5	622.0	2.17
99	66.0			1159.5	1160.4	618.0	2.14
100	67.7			1157.4	1159.7	629.0	2.19
101	68.5			1164.0	1165.6	617.0	2.13
102	68.9			1159.6	1161.2	623.0	2.16
Promedio	67.6	1157.9	1159.6	623.3	2.17		
109	68.0	8.7	0.9	1162.7	1165.8	622.0	2.15
110	67.6			1165.0	1168.1	633.0	2.19
111	67.6			1151.2	1152.3	617.0	2.16
112	67.3			1153.4	1156.9	633.0	2.22
113	66.1			1161.3	1162.8	617.0	2.13
114	66.2			1155.9	1157.8	619.0	2.15
Promedio	67.1	1158.3	1160.6	623.5	2.17		
121	67.8	8.7	1	1156.4	1159.9	632.0	2.21
122	67.6			1164.5	1168.8	625.0	2.16
123	67.2			1152.5	1153.4	629.0	2.20
124	66.0			1162.2	1164.1	635.0	2.20
125	68.7			1158.8	1163.5	626.0	2.18
126	67.9			1153.5	1155.8	632.0	2.21
Promedio	67.5	1158.0	1160.9	629.8	2.19		



Expediente N°: 2605-2022
 Nombre del Tesista: Bach. Ing. Edison Rodriguez Ore
 Nombre de la Tesis: Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022.
 Ubicación: El Tambo - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión: 26-05-22

Resultados gravedad bulk húmedo

# DE BRIQUETA	Espesor (mm)	% emulsion	% PET	Masa especimen seco (g), Wa	Masa especimen seco+parafina (g), Wap	Masa especimen+parafina en agua (g), Wwp	Gravedad específica Bulk, Gmb
7	67.7	8.70	0.0	1157.9	1161.0	623.0	2.17
8	66.3			1159.7	1162.4	625.0	2.17
9	67.1			1165.1	1167.5	630.0	2.18
10	66.7			1158.6	1159.1	623.0	2.16
11	67.3			1150.9	1153.1	624.0	2.18
12	67.6			1152.4	1153.6	633.0	2.22
Promedio	67.1			1157.4	1159.5	626.3	2.18
19	66.3	8.7	0.1	1160.0	1162.1	625.0	2.17
20	66.5			1159.1	1161.0	624.0	2.17
21	67.8			1163.5	1165.0	628.0	2.17
22	67.4			1149.3	1152.0	628.0	2.21
23	68.3			1162.0	1163.8	623.0	2.16
24	67.6			1151.0	1152.3	630.0	2.21
Promedio	67.3			1157.5	1159.4	626.3	2.18
31	66.7	8.7	0.2	1146.7	1148.3	629.0	2.22
32	67.7			1149.5	1152.1	632.0	2.22
33	68.4			1161.4	1163.4	625.0	2.17
34	67.1			1158.9	1160.2	629.0	2.19
35	66.5			1159.9	1161.7	626.0	2.17
36	67.9			1145.2	1147.1	630.0	2.22
Promedio	67.4			1153.6	1155.5	628.5	2.20
43	67.7	8.7	0.3	1150.4	1152.9	622.0	2.18
44	66.8			1160.2	1162.7	629.0	2.18
45	67.5			1154.8	1156.7	635.0	2.22
46	67.3			1151.9	1154.0	624.0	2.18
47	67.3			1158.4	1160.8	635.0	2.21
48	67.1			1164.7	1167.1	633.0	2.19
Promedio	67.3			1161.6	1164.0	634.0	2.20
55	67.0	8.7	0.4	1158.3	1161.7	634.0	2.21
56	68.6			1161.3	1163.1	628.0	2.18
57	68.1			1154.8	1157.1	630.0	2.20
58	67.3			1155.0	1157.4	625.0	2.18
59	67.4			1160.9	1163.1	625.0	2.17
60	67.3			1154.5	1157.1	632.0	2.21
Promedio	67.6			1157.5	1159.9	629.0	2.19
67	67.9	8.7	0.5	1147.9	1149.8	625.0	2.20
68	68.0			1164.4	1166.8	620.0	2.14
69	67.0			1151.7	1153.4	628.0	2.20
70	67.3			1152.7	1155.1	625.0	2.19
71	68.6			1149.8	1152.1	625.0	2.19
72	67.2			1156.2	1159.1	629.0	2.19
Promedio	67.7			1153.8	1156.1	625.3	2.18



Expediente N°: 2605-2022
 Nombre del Tesista: Bach. Ing. Edison Rodríguez Ore
 Nombre de la Tesis: Evaluación en fibras de polietileno botellas de plástico reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío - 2022.
 Ubicación: El Tambo - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión: 26-05-22

Resultados gravedad bulk húmedo							
# DE BRIQUETA	Espesor (mm)	% emulsion	% PET	Masa especimen seco (g), Wa	Masa especimen seco+parafina (g), Wap	Masa especimen+parafina en agua (g), Wwp	Gravedad específica Bulk, Gmb
79	67.0	8.7	0.6	1149.9	1152.0	627.0	2.20
80	67.3			1145.5	1147.8	631.0	2.23
81	67.8			1150.8	1153.4	625.0	2.19
82	67.9			1147.6	1149.3	625.0	2.20
83	68.4			1159.1	1162.3	631.0	2.20
84	68.5			1166.0	1168.7	628.0	2.17
Promedio	67.8			1153.2	1155.6	627.8	2.20
91	66.2	8.7	0.7	1150.4	1152.4	634.0	2.23
92	67.9			1161.6	1163.8	630.0	2.19
93	67.6			1155.4	1157.8	628.0	2.19
94	68.4			1163.4	1165.7	632.0	2.19
95	67.7			1159.2	1161.4	625.0	2.17
96	66.7			1156.9	1160.1	627.0	2.18
Promedio	67.4			1157.8	1160.2	629.3	2.19
103	67.9	8.7	0.8	1151.3	1153.8	623.0	2.18
104	67.0			1150.1	1152.4	629.0	2.21
105	67.4			1149.4	1151.6	628.0	2.21
106	68.3			1145.4	1146.8	629.0	2.22
107	68.9			1155.9	1157.2	627.0	2.19
108	67.8			1152.2	1153.9	624.0	2.18
Promedio	67.9			1150.7	1152.6	626.7	2.20
115	67.4	8.7	0.9	1149.2	1151.8	624.0	2.19
116	67.3			1155.9	1158.3	634.0	2.22
117	67.5			1159.4	1161.7	622.0	2.16
118	68.9			1148.9	1151.4	635.0	2.24
119	68.1			1149.0	1151.9	635.0	2.24
120	68.3			1161.8	1163.2	632.0	2.19
Promedio	67.9			1154.0	1156.4	630.3	2.20
127	68.2	8.7	1	1147.0	1148.5	633.0	2.23
128	67.4			1159.8	1163.4	622.0	2.16
129	67.6			1146.8	1148.1	621.0	2.18
130	67.5			1159.7	1161.5	633.0	2.20
131	67.4			1155.8	1157.7	624.0	2.17
132	68.1			1154.1	1155.7	626.0	2.19
Promedio	67.7			1153.9	1155.8	626.5	2.19



ANEXO 07: CONSENTIMIENTO INFORMADO



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Acreditación a:

C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Av. Los Próceres N° 1000, Urbanización Cercado, distrito de Chilca, provincia de Huancayo y departamento de Junín.

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo

Fecha de Acreditación: 07 de mayo de 2021

Fecha de Vencimiento: 06 de mayo de 2024



Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRIA
Alejandra FAU 20600283015 soft
Fecha: 2021-05-17 16:35:03
Motivo: Soy el Autor del Documento

ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRIA
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 0210-3021-INACAL/DA
Contorno N° : 021-2021/INACAL-DA
Registro N° : LE-162

Fecha de emisión: 07 de mayo de 2021

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y sólo es válido para el alcance otorgado. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditados/categorias/actividades al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL, es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (ARM) de Ibero-América, Acreditación Cooperativa (IAC) e Internacional Accreditation Forum (IAF) del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).



C3 INGENIERÍA ESPECIALIZADA S.A.C.

Contracting Entity: Av. Los Próceres Nro. 1000 Chilca, Huancayo - Perú

Bureau Veritas Certification Holding SAS – UK Branch certifies that the Management System of the above organisation has been audited and found to be in accordance with the requirements of the management system standards detailed below

ISO 9001:2015

Scope of certification

**ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.
ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS.**

No aplicabilidad: 8.3 Diseño y desarrollo de los productos y servicios

**LABORATORY TESTING OF SOILS, AGGREGATES, CONCRETE AND PAVEMENTS
QUALITY CONTROL OF CONSTRUCTION WORKS
SOIL MECHANIC STUDIES.**

Non applicability: 8.3 Design and development of products and service

Original cycle start date: **02-May-2022**

Expiry date of previous cycle: **N.A.**

Certification Audit date: **18-March-2022**

Certification cycle start date: **02-May-2022**

Subject to the continued satisfactory operation of the organization's Management System, this certificate expires on: **01-May-2025**

Certificate No. CO22.00201/U Version: No. 1 Issue date: 02-May-2022
Previous Certificate No. N.A.

Certification body address: 8th Floor, 66 Prescot Street, London E1 6HD, United Kingdom
Local office: Bureau Veritas Del Peru S.A. Av. Camino Real 390 – Torre Central del Centro
Comercial Camino Real, Piso 14, Oficina 1402, Lima 27, Perú.



Further certifications regarding the scope and validity of this certificate and the applicability of the management system requirements, please call: 51-1-422 9000



ANEXO 08: FOTO DE LA APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO





Figura 32: Elaborando muestras de briquetas con 75 golpes en la compactación en cada cara

FUENTE: Elaboración Propia



Figura 33: Briquetas a ser ensayadas para el cálculo de la estabilidad y el flujo

FUENTE: Elaboración Propia

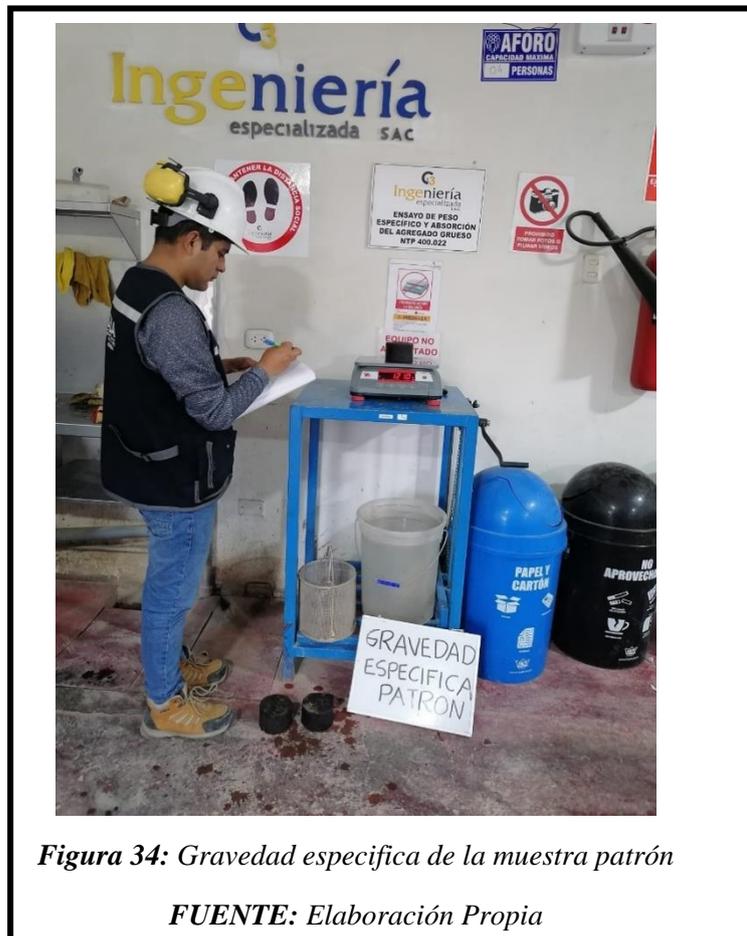


Figura 34: Gravedad específica de la muestra patrón

FUENTE: Elaboración Propia





Figura 37: Muestras puestas en el baño María

FUENTE: Elaboración Propia



Figura 38: Rotura de las briquetas, muestra patrón 6 muestras secas

FUENTE: Elaboración Propia



Figura 39: Rotura de las briquetas, cálculo de la estabilidad

**AUTORIZACION DE INGRESO A LABORATORIO DE MECANICA DE
SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

Se autoriza al **BACH. ING. EDISON RODRÍGUEZ ORE**, egresado de la Escuela de Posgrado de la Universidad Peruana Los Andes, para la realización de sus ensayos requeridos para la ejecución de su Tesis: **EVALUACIÓN EN FIBRAS DE POLIETILENO BOTELLAS DE PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD Y FLUENCIA EN MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO – 2022.**

Por lo que las instalaciones del laboratorio estarán a su plena disposición para la ejecución de sus trabajos requeridos.

Se emite la siguiente autorización al interesado para los fines que crea conveniente.

Huancayo, 06 de abril de 2022.


**C3 INGENIERIA
ESPECIALIZADA S.A.C.**

Omar A. Huamani Salazar
REPRESENTANTE LEGAL

