



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el
comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en frío, Tacna
2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil

AUTORA:

Cárdenas Mendoza, Vanessa del Pilar (ORCID: 0000-0002-6600-3605)

ASESOR:

Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique (ORCID: 0000-0002-0684-5114)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a dios por guiarme para cumplir todas mis metas y sueños, a mis padres Fredy y Susi que siempre están cuando más los necesito, siendo su apoyo moral e incondicional en mi aspiración profesional y a mi hermano Freddy por incentivar me a seguir adelante.

Agradecimientos

Gratifico especialmente a mi asesor de tesis Dr. Gerardo Enrique Cancho Zuñiga por su experiencia temática y científica brindada en todo el proceso de elaboración de mi tesis, a la vez muy agradecido de mis padres y hermano.

Índice de contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de Figura y Gráfico	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	17
3.1. Tipo y diseño de investigación	17
3.2. Variables y operacionalización.....	18
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.4. Procedimientos	21
3.5. Método de análisis de datos.....	25
3.6. Aspectos éticos	25
IV. RESULTADOS	26
V. DISCUSIÓN.....	38
VI. CONCLUSIONES	40
VII. RECOMENDACIONES.....	41
REFERENCIAS.....	42
ANEXO.....	48
Anexo 1. Matriz de Consistencia.....	48
Anexo 2. Matriz de Operacionalidad de variable.....	49
Anexo 3. Resultados de ensayos laboratorio y fichas técnicas.....	50

Índice de tablas

Tabla 1.	Ensayos para evaluar las propiedades de los agregados.....	15
Tabla 2.	Cantidad de muestras a realizar	20
Tabla 3.	Detalle del pet	26
Tabla 4.	Porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso	27
Tabla 5.	Resultado de la mezcla.....	29
Tabla 6.	Cantidad necesaria de agregado y asfalto.....	29
Tabla 7.	Determinación de la estabilidad y flujo.....	30
Tabla 8.	Cantidad necesaria de agregado y asfalto.....	31
Tabla 9.	Determinación de la estabilidad y flujo de 1.5%.....	31
Tabla 10.	Cantidad necesaria de agregado y asfalto.....	32
Tabla 11.	Determinación de la estabilidad y flujo de 2%.....	33
Tabla 12.	Cantidad necesaria de agregado y asfalto.....	34
Tabla 13.	Determinación de la estabilidad y flujo de 3%.....	34
Tabla 14.	Resistencia a la compresión	36
Tabla 15.	Resistencia a la flexión	37
Tabla 16.	Cuadro resumen de estabilidad y flujo (marshall)	38
Tabla 17.	Análisis granulométrico de agregado grueso	50
Tabla 18.	Peso específico de agregado grueso.....	51
Tabla 19.	Absorción de agregado grueso	51
Tabla 20.	Abrasión los Angeles al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5mm (1 1/2").	51
Tabla 21.	Granulometría por tamizado de porcentajes de partículas fracturadas en el agregado grueso	52
Tabla 22.	Partículas con una cara fracturada	52
Tabla 23.	Partículas con dos o más caras fracturadas	52
Tabla 24.	Partículas chatas.....	53
Tabla 25.	Partículas alargadas	53
Tabla 26.	Análisis granulométrico de agregado fino	53
Tabla 27.	Peso específico de agregado fino.....	54
Tabla 28.	Absorción de agregado fino	54
tabla 29.	Material fino que pasa el tamiz n°200	56

Tabla 30. Factores de area superficial.....	56
tabla 31. Combinacion de agregados	57
tabla 32. Espesor y/o altura de las probetas "briquetas.....	58

Índice de Figura y Gráfico

Imagen 1.	Granulometría de materiales	22
imagen 2.	Polietileno triturado	22
imagen 3.	Briqueta como muestra.....	23
imagen 4.	Ensayo de estabilidad y flujo	23
imagen 5.	Ensayo de comprensión	24
imagen 6.	Colocando la muestra para el ensayo de flexión	24
imagen 7.	Estabilidad vs % asfalto (convencional).....	30
imagen 8.	Flujo vs % asfalto (convencional)	30
imagen 9.	Estabilidad vs %asfalto (1.5% pet)	31
imagen 10.	Flujo vs % asfalto (1.5 de pet)	32
imagen 11.	Estabilidad vs % asfalto (2% de pet)	33
imagen 12.	Flujo vs % asfalto (2% de pet)	33
imagen 13.	Estabilidad vs % asfalto (3% de pet)	35
imagen 14.	Flujo vs % asfalto (3% de pet)	35
imagen 15.	Porcentaje de fibra vs resistencia a la comprensión.....	36
imagen 16.	Porcentaje de pet vs resistencia a la flexión	37
imagen 17.	Curva granulométrica de agregado grueso	50
imagen 18.	Curva granulométrica de agregado grueso	54
imagen 19.	Curva que dan el índice asfáltico por unidad de area superficial	56
imagen 20.	Curva granulométrica de combinación de agregados.....	57

Resumen

Este trabajo de desarrollo del proyecto de tesis, fue determinar la ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIETILENO DE PLÁSTICO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO FISICO - MECANICO DE MEZCLA ASFALTICA EN FRIO, TACNA 2021, teniendo como objetivo analizar el comportamiento físico - mecánico de fibra de polietileno de botellas plástico en el diseño de mezclas asfálticas en frío. La Metodología utilizada en el trabajo de tesis es de un enfoque cuantitativo, el tipo de investigación aplicada y diseño experimental, Para determinar sus propiedades físicas y mecánicas con la incorporación de polietileno (PET), fue necesario evaluar los siguientes ensayos : el método de Marshall, además la resistencia a la compresión, flexión, estos métodos para mezclas de asfalto con polietileno y para mezcla de asfalto tradicional, para hacer una comparación entre ambas mezclas y ver cómo influye la adicción de polietileno por agregado fino en porcentajes variables equivalentes al volumen, con 1,5%, 2% y 3%.

Palabras clave: Fibra de Polietileno, Mezcla asfáltica, Ensayo Marshall.

Abstract

This thesis project development work was to determine the ADDITION OF PLASTIC POLYETHYLENE FIBERS TO IMPROVE THE PHYSICAL - MECHANICAL BEHAVIOR OF ASPHALTIC MIXING IN COLD, TACNA 2021, aiming to analyze the physical - mechanical behavior of polyethylene fiber from bottles plastic in the design of cold asphalt mixtures. The Methodology used in the thesis work is of a quantitative approach, the type of applied research and experimental design, To determine its physical and mechanical properties with the incorporation of polyethylene (PET), it was necessary to evaluate the following tests: Marshall's method , in addition to the resistance to compression, bending, these methods for mixtures of asphalt with polyethylene and for traditional asphalt mixture, to make a comparison between both mixtures and see how the addition of polyethylene by fine aggregate influences in variable percentages equivalent to the volume, with 1.5%, 2% and 3%.

Keywords: Polyethylene Fiber, Asphalt Mix, Marshall Test.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el sistema vial en el distrito de Tacna está relativamente consolidado, teniendo en conjunto pistas y veredas, pero el deterioro de muchas pistas principalmente es ocasionado por los siguientes factores: El tiempo de vida útil de casi 20 años de antigüedad de las vías, esta área se encuentra en la zona urbanizada más antigua de la ciudad norteña de Tacna. El segundo es el aumento de tráfico debido a cambios en el uso y disponibilidad de vías, por lo que existe una necesidad urgente de mejorar las características estructurales de las vías existentes. En el camino, varias pistas se hallan en mala situación, con grietas, baches y desgaste en la superficie de rodadura, y afloramientos de grava en la capa de asfalto. En esta instancia, la condición deteriorada de nuestras carreteras es a causa del alto tránsito vehicular, o tránsito pesado, puesto que se encuentra en una zona fronteriza, existiendo un numeroso tránsito en nuestra localidad, debido a motivos comerciales, culturales, turísticos, laborales, de salud, de educación, entre otros; es necesario implementar procesos para asegurar la protección de estas rutas y extender su vida útil. Si no se puede brindar esta solución, hay que optar por actualizar su estructura. Asegurar que no haya problemas con todas sus funciones, brindar seguridad y confianza que afecte la conducción en estas carreteras de su área. Por ello, en diferentes zonas de ciudades y pueblos, es necesario cambiar y actualizar las rutas de circulación de vehículos, para ofrecer a los habitantes condiciones idóneas de transitabilidad, siempre considerando las especificaciones técnicas con la que debe contar una estructura óptima de un pavimento urbano. Según la investigación, se puede determinar que el pavimento flexible con fibra de polietileno cumple con los mismos indicadores técnicos, y es incluso mejor que el pavimento flexible convencional, esta propuesta puede reducir vacíos y una mejor durabilidad en la mezcla asfáltica de los pavimentos, este proyecto de investigación es denominado como: “ADICION DE FIBRAS DE POLIETILENO DE PLÁSTICO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO FISICO - MECANICO DE MEZCLA ASFALTICA EN FRÍO, TACNA 2021”, se planteó el **problema general**: ¿DE QUÉ MANERA LAS FIBRAS DE POLIETILENO DE PLÁSTICO MEJORARÍAN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO - MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN FRÍO – TACNA 2021?, y los **problemas específicos**

son los siguientes: PE1: ¿De qué manera las fibras de Polietileno mejoren las Propiedades físicas en un diseño de mezclas asfálticas en frío - Tacna 2021?; PE2: ¿De qué manera las fibras de Polietileno mejoren las Propiedades mecánicas en un diseño de mezclas asfálticas en frío - Tacna 2021? y PE3: ¿Cuál sería el % adecuado de fibras de polietileno de plástico para mejorar el diseño de mezclas asfálticas ecológicas en frío – Tacna 2021?. El presente estudio tiene como importancia la parte económica, técnica y social de pavimentos con fibra de polietileno que se vayan a utilizar a futuro, y puedan determinar qué tipo de mantenimiento se debe realizar para extender la vida útil del pavimento, se propone analizar el uso de fibra de polietileno de botellas de plástico para la preparación de una mezcla asfáltica. Siendo el propósito ofrecer soluciones que favorezcan a los habitantes; es por ello, la **justificación técnica** es mejorar las propiedades físicas - mecánicas, reduciendo así las fallas por agrietamiento y surco, de temperatura causados por cambios climáticos, factores meteorológicos o tráfico. La **justificación social** fue mejorar los pavimentos siendo el propósito brindar soluciones que beneficien a la ciudadanía. La **justificación económica**, si la propuesta de uso de polietileno (PET) en las mezclas asfálticas, logra alcanzar los objetivos esperados, mejorar los comportamientos físicos–mecánicos, sería un ahorro en costos de agregado fino, ya que el polietileno es un material reciclado, por ende, los precios son más cómodos, reduciendo precios. La **justificación medioambiental**: Este estudio propone la reutilización de tereftalato de polietileno. —PET (botellas de plástico) en la producción de hormigón asfáltico. La fibra de polietileno es un material de desecho que se forma después de que se rompen las botellas de plástico. Parte del polietileno doméstico se recicla, pero una gran parte no tiene ningún propósito después de su uso. Se trata como desecho y cada vez más se contamina nuestro medio ambiente. Su descomposición y degradación son lentas¹. Nuestro Perú no tiene ningún plan para hacer frente a los residuos mencionados, aunque si hay recicladores independientes, no reciclarán todos los residuos, se sabe poco sobre el reciclaje de este producto, por ello este estudio pretende hallar una solución razonable que se pueda proporcionar para este producto, de modo que pueda contribuir al medio ambiente y al desarrollo de las

¹Lucas (2019)

carreteras.² El **objetivo general** fue “analizar el comportamiento físico - mecánico de fibra de polietileno de botellas plástico en el diseño de mezclas asfálticas en frío – Tacna 2021”; y los **objetivos específicos** fueron: OE1: determinar que las fibras de Polietileno mejoren las Propiedades físicas en un diseño de mezclas asfálticas en frío - Tacna 2021; OE2: Determinar que las fibras de Polietileno mejoren las Propiedades mecánicas en un diseño de mezclas asfálticas en frío - Tacna 2021 y OE3: Calcular el porcentaje adecuado de fibras de polietileno de botellas de plástico para la elaboración del diseño de mezclas asfálticas en frío – Tacna 2021. La **hipótesis general** fue: “las fibras de polietileno de plástico influyen significativamente en el diseño de mezclas asfálticas en frío – Tacna 2021”. Y las **hipótesis específicas** fueron; HE1: Las fibras de Polietileno mejora las Propiedades físicas en un diseño de mezclas asfálticas en frío - Tacna 2021; HE2: Las fibras de Polietileno mejora las Propiedades mecánicas en un diseño de mezclas asfálticas en frío - Tacna 2021 y HE3: Se puede calcular el % adecuado, de fibras de polietileno de botellas de plástico para la elaboración del diseño de mezclas asfálticas en frío – TACNA 2021.

² Balena (2016)

II. MARCO TEÓRICO

A NIVEL INTERNACIONAL, Diana y Daniel (2009) en su trabajo de investigación "Uso de residuos plásticos para desarrollar mezclas asfálticas" -Medellín, su **OBJETIVO** es estudiar las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas e incorporar polímeros derivados de procedencia informática, en la forma de agregados de partículas sólidas. **METODOLOGÍA** El trabajo es un método cuantitativo, un tipo de investigación experimental. Los **RESULTADOS** mostraron que mientras el tamaño de partícula es menor, es mejor la combinación del polímero y la mezcla; la suma de polímero aumenta el caudal, y la cantidad debe ser menos para tener el punto máximo (3,5 mm), escrito en la norma de Colombia. Se estudiaron los efectos de las dimensiones de la partícula de polímero (fino, grueso, comparado con malla 8), la dosificación de polímero (6%, 13%, 20%) y la cantidad de material asfáltico (4,3%, 4,9%, 5,5%). Tomando la totalidad de la mezcla como objeto de investigación, se describen las formulaciones de 13 mezclas asfálticas modificadas y se utilizaron los resultados obtenidos por el ensayo de Marshall (estabilidad y flujo) como opinión para la evaluación y selección de la formulación. En comparación con la muestra estándar, el valor de estabilidad de la muestra de canal modificada es mayor, aunque en general, con el cambio del factor de evaluación, no obteniendo un resultado obvio de los datos obtenidos en laboratorio para la variable. El resultado permitió el establecimiento de posibles mezclas de polímero fino con un porcentaje inferior al 6% y asfalto del 4,9%. **CONCLUSIÓN** Según el punto de fusión del polímero y la viabilidad del proceso, la incorporación del PET en la mezcla asfáltica, la mejor manera sería como agregado. Los datos obtenidos cumplen con el rango permisible de la norma INVIAS en términos de variables de Marshall (estabilidad y flujo) corresponden a formulaciones obtenidas con menos del 6% de PET fino como agregado y porcentajes de asfalto entre 4.7 y 4.9 (para ambos materiales), según el resultado de diseño de Marshall's³, como segundo antecedente internacional se tiene, Huertas y Cazar (2014). En su tesis de investigación con título: "Diseño de pavimento flexible con la adición de tereftalato de polietileno como material constituyente y ligante asfáltico ac-20" -

³ Diana y Daniel (2009)

Ecuador. **OBJETIVO:** reducir la contaminación ambiental, desarrollando planes de recuperación, reutilización y cuidado de residuos. **METODOLOGÍA:** Este trabajo pertenece a un método cuantitativo y pertenece al tipo de investigación experimental. **RESULTADO:** Se observó que el polietileno roto que queda en el tamiz # 4 y pasado por el tamiz de 3/8 de pulgada tenía una porosidad del 4%, tiene límites bajos en estabilidad al compararlo con la muestra convencional con una dosificación principal de asfalto de 6.5% y 4% de los vacíos, mientras que los límites para briquetas ordinarias y estándares NEVI-12 muestran valores de flujo más altos. **CONCLUSIÓN:** Este método agrega una pequeña cantidad de tereftalato de polietileno a la estructura del pavimento, y combina los datos provistos, para determinar la mezcla que logra excelentes resultados a este nivel, utiliza mezcla asfáltica modificada al 7.5%. Partículas de elastómero (pasan a través del tamiz n°10 y retenido en el tamiz #40). Tipos de materiales, como elastómeros (cauchos) y politereftalato de etileno PET, utilizado para la conversión de mezclas asfálticas, como reformador de polímeros con una larga trayectoria en el mercado, de esta forma produce una razón alternativa para la eliminación de residuos no biodegradables e integra la gestión ambiental⁴, como tercer antecedente internacional se tiene, Santos (2006) publicó un trabajo titulado "Contribución de las fibras de PP en plásticos reciclados al comportamiento de agrietamiento y anti-agrietamiento de pavimentos de concreto en el puerto de Veracruz". **OBJETIVO** de esta investigación es utilizar hormigón reforzado con fibra y aplicaciones de pavimento portuario para optimizar el agrietamiento, y poder evaluar la factibilidad de reemplazar la red de soldadura con una proporción suficiente de fibra de PP. **METODOLOGIA** el trabajo es de un enfoque cuantitativo, el tipo de investigación experimental. **RESULTADO:** El punto de muestreo se ubicó a 109 kilómetros de la avenida Centro Oriental del Golfo - Veracruz. Concluyó que en las mezclas reforzadas con fibras que soportan el peso cubierto por las fibras, están ayudando a prevenir la aparición de grietas; a través de pruebas realizadas en laboratorio se llegó a más conclusiones, debido a la reducción de grietas en las aceras, se evita que factores externos como factores químicos ingresen al pavimento, lo que afecta la durabilidad de la estructura. Los resultados del estudio

⁴ Huertas y Cazar (2014)

indican que el uso de fibra de PP como material de refuerzo secundario no solo puede controlar convenientemente el agrietamiento causado por cargas externas, sino que también el acero estructural puede reemplazar el pavimento de hormigón ligero. **CONCLUSIONES:** De acuerdo con las muestras ensayadas en laboratorio, se observa que la fibra ayuda a controlar las grietas cuando la mezcla reforzada con fibras se somete a una carga externa. En general, el objetivo del estudio es evaluar el comportamiento del hormigón que contiene fibra de PP y su posible aplicación en estructuras tipo puerto⁵, como cuarto antecedente se tiene; Marka, P, (2007) publicó un trabajo titulado, El uso de polietileno en mezclas asfálticas calientes, your **OBJECTIVE** in this research is to determine the best type of polyethylene to use and its proportion. **METHODOLOGY** the work is of a quantitative approach, the type of experimental research. **RESULTS** In total, 105 samples were prepared (21 samples were used to determine the binder content and the remaining samples were used to investigate the effect of modifying the asphalt mixes). The optimal asphalt content was 5.4%. Seven proportions of polyethylene of each type and state by Seon selected to test the weight of the optimal binder content (6, 8, 10, 12, 14, 16 and 18%). The tests include the determination of bulk density, stability and flow. The Marshall mix design requires determination of the mineral aggregate air void and air void percentages. The results indicated that ground HDPE polyethylene modifier provides better engineering properties. **CONCLUSIONS** The proportion of the modifier is 12% by weight of the bitumen content. To increase stability, reduce density and slightly increase air voids and mineral aggregate voids, como quinto antecedente internacional se tiene; Sergii, K. (2016) publicó un trabajo titulado, Mejora de la calidad y durabilidad del betún y Hormigón asfáltico mediante modificación utilizando reciclado Composición de polímero a base de polietileno, **OBJECTIVE** to solve a problem is the partial replacement of expensive modifiers by cheaper plastic. In addition, this waste must meet two requirements. First of all, it should be compatible with bitumen. Second, it must provide bitumen with the required positive properties, although perhaps not to the extent that special modifiers do. **METHODOLOGY** the work is of a quantitative approach, the type of experimental research, **RESULTS** The research carried out

⁵ Santos (2006)

that the so-called recycled polyethylene resulting from the processing of plastic products (films designed for agricultural work, packaging material, etc.) meets these requirements. Recycled polyethylene increases the viscosity, cohesion strength and heat resistance of bitumen, to achieve identical results to those achieved by adding 3% bitumen modifier, 4% composite polymer must be added to the mix.

CONCLUSIONS The studies carried out allowed to establish effective combinations based on recycled polyethylene that ensured a significant reduction in the content of expensive special polymer modifiers in bitumen⁶ y como sexto antecedente internacional se tiene; Khalid, A. Y Ghazi, G. (2015), plucaron un trabajo titulado Propiedades geológicas de Aglutinante de asfalto modificado con polietileno.

OBJECTIVE was to add polyethylene as an additive for asphalt binders may consider a good way to use this material. However, the modified asphalt binder properties need to be investigated. Rheological properties at higher temperatures of PE-modified asphalt binders are investigated in this study. **METHODOLOGY** The work is a quantitative method, a type of experimental research. **RESULTS**, PE was added to the asphalt binder in different percentages by volume of asphalt binder. These percentages were: 3, 4, 5, 6 and 7%. Rheological properties included: rotational viscosity (RV), complex shear modulus of asphalt binders (G^*), and phase angle (δ).

Increasing PE to asphalt binder (PE / A) was found to increase complex shear modulus (G^*) and rotational viscosity (RV) of asphalt binders. Furthermore, the heat parameter ($G^* / \sin \delta$) was improved. However, the PE / A ratio has no significant effect on the phase angle. **CONCLUSIONS** The stiffness of the asphalt binder increased with the addition of PE to the asphalt binder. The exponential function fits the best is the relationship between the PE content and the G^* value. This relationship was found to have a high correlation coefficient (r^2). 2. The addition of PE to the asphalt binder improved the elasticity of the asphalt binder significantly. This could be demonstrated by decreasing the value of the phase angle (δ). 3. The increase in the PE content resulted in an increase in the value of the furrow parameter ($G^* / \sin \delta$); the value of $G^* / \sin \delta$ for the PE-modified asphalt binder in the different percentages of PE met the superpave specifications at high temperatures. As a result, the crevice resistance of the asphalt binder was

⁶ Sergii, K. (2016)

significantly improved⁷. **A NIVEL NACIONAL**, como primer antecedente nacional se tiene; Silvestre (2017). Presento la tesis denominada "Comparación técnica y económica de la mezcla asfáltica tradicional y el refuerzo de plástico reciclado de Lima - 2017", tiene su **OBJETIVO** determinar que, en comparación con las carpetas de asfalto tradicionales, las carpetas de asfalto con plástico reciclado tienen un mejor rendimiento. Para ello, se utilizó como herramienta de análisis el grupo de ensayos de asfalto, por una parte, en el conjunto experimental se utilizó el plástico modificando la mezcla asfáltica, en cambio el conjunto control fue una mezcla tradicional. **METODOLOGIA** el trabajo es de un enfoque cuantitativo, el tipo de investigación experimental. Los **RESULTADOS** logrados en los ensayos en el laboratorio, el flujo de la mezcla asfáltica se obtiene que hay una pequeña reducción, de la mezcla de control, demostrando que encima de brindar elasticidad a la mezcla, nos brinda dureza, teniendo dos puntos muy importantes, para resistir ante las deformaciones dadas, propiedades anti permanentes. De manera similar, el valor total por metro cubico en producción de la mezcla asfáltica modificada es más económico, siendo de menor precio que la tradicional. **CONCLUSIÓN:** La deformación y capacidad de carga de la mezcla asfáltica añadiendo plástico aumenta a 4.49% mayor que la de la mezcla asfáltica tradicional, y la capacidad de carga es más fuerte. De acuerdo a lo que se obtuvo en las pruebas de laboratorio, se da como concluido que el plástico (PET) molido pasante a la malla # 16, da como resultado que la mezcla desarrolle mejor desempeño en términos de porosidad, obteniendo un porcentaje de vacíos de 2.5% en comparación con la mezcla convencional, reduciendo la porosidad y mejora la estabilidad⁸, como segundo antecedente nacional se tiene; Ataurima y Vásquez (2016), realizó una investigación titulada "Estudio comparativo de métodos convencionales y adición de plástico EVA y SBS en mezclas asfálticas" - Perú, su principal **OBJETIVO** es determinar el comportamiento de la prueba al comparar el asfalto convencional con mezclas de polímeros SBS y EVA. **METODOLOGIA** el trabajo es de un enfoque cuantitativo, el tipo de investigación experimental. En comparación con el asfalto convencional, se obtuvieron los **RESULTADOS** mediante el uso de asfalto modificado determinan, que el diseño de mezclas asfálticas tradicionales el

⁷ Khalid, A. Y Ghazi, G. (2015)

⁸ Silvestre (2017)

porcentaje ideal de asfalto es del 5% para tráfico ligero y del 5,3% para tráfico pesado. **CONCLUSIONES:** La prueba muestra que el pavimento es estable y el porcentaje es el valor esperado de la implementación del proyecto. Nuevamente, estas comparaciones con diseños de pavimentos que se han utilizado durante mucho tiempo han producido resultados muy favorables, por lo que la estabilidad y el rango de flujo que cumplen con los estándares son los mejores⁹ y como tercer antecedente nacional se tiene; Rolando (2002), realizó un trabajo de investigación, titulada: "Investigación comparativa de mezclas asfálticas con diluido RC-250 y mezclas asfálticas con emulsión - Piura". Su **OBJETIVO** principal es realizar la investigación comparativa entre dos mezclas asfálticas una con diluido y la otra con emulsión, y así encontrar las ventajas que se puede presentar. **METODOLOGIA** el trabajo tiene un enfoque cuantitativo, el tipo de investigación experimental. **RESULTADOS:** al diseñar la mezcla asfálticas con RC-250 se dio como resultado que el porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VMA) reduce cuando se aumenta el contenido de asfalto. En comparación, en la mezcla con emulsión, aumenta el porcentaje de vacíos cuando se adiciona el cemento asfáltico y en mezclas asfálticas con emulsión CSS-1, reduce el porcentaje de vacíos cuando se aumenta el contenido de asfalto; mientras que el VMA y el VFA, aumentan. Para determina el contenido de asfalto, En la estabilidad y pero especifico bulk (MARSHALL) se tiene que dar un máximo. Adicionando mas asfalto el flujo aumenta y la curva de estabilidad tiene la forma de parábola invertida. **CONCLUSIÓN:** Comparando los resultados con los dos tipos de mezcla, se concluyó que usando emulsiones asfálticas en Piura es una buena opción para mejorar las propiedades del pavimento, como es la durabilidad, que siempre viene hacer un problema principal que se da en esta ciudad. **10ARTICULOS CIENTIFICOS** como primer antecedentes de artículo científico se tiene; Murara, Abdulcarim y Olowosulu (2020) en su artículo científico titulado "EL EFECTO DEL POLIETILENO DE AGUA RESIDUAL PURA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO CALIENTE", presenta su **OBJETIVO:** evaluar el efecto de la envoltura de agua residual pura (WPS) como modificador térmico Asfalto mixto (HMA). **METODOLOGIA:** este artículo es de un enfoque cuantitativo, el tipo de

⁹ Ataurima y Vásquez (2016)

¹⁰ Rolando (2002)

investigación experimental. **RESULTADO:** El contenido de WPS de las muestras preparadas fue de 2, 4, 6, 8 y 10% en diferentes concentraciones en base al peso del contenido óptimo de aglutinante (OBC). Se utilizó el método Marshall de diseño de mezcla para determinar las propiedades del HMA modificado. Las propiedades de los materiales constituyentes indican que son adecuados para la producción de HMA. El asfalto modificado presenta un mayor ablandamiento. Punto (61-73,5%), punto de inflamación (258-282 0C), punto de fuego (289 – 311 0C) y ductilidad (92,67 - 118,67 cm) a medida que el contenido de WPS aumenta del 2% al 10% mientras baja la penetración (62,33 - 56,5 mm) a medida que la cantidad de WPS aumenta del 2% al 6%. Aparentemente la estabilidad y la densidad se elevan de 4,64 kN a 8,84 kN y 2,21 g / cm³ hasta 2,34 g / cm³, mientras fluye, espacios en mineral agregados (VMA) y vacíos de aire bajan de 3.6 a 2.98 mm, 23.85 a 20.16% y 19.73 a 13,97%, incrementando el contenido de WPS del 2 al 8%. Recomendando que un polietileno óptimo del modificador WPS tenga un contenido del 8% en peso del OBC para su uso en el HMA. **CONCLUSIONES:** Concluyendo que el porcentaje ideal de polietileno procedente del agua pura residual sobre en la mezcla modificada fue el 8% del total peso del betún. 2. El modificador de polietileno genera una mejor ingeniería, propiedades y su uso como modificador de asfalto que serviría como medio para gestionar la desperdiciar amenaza, y también aumentar sus consistencias¹¹, como segundo antecedente de artículos científicos se tiene; Eme Y Nwaobakata (2019), este artículo esta denominado “EFECTO DEL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD COMO MODIFICADOR DEL ASFALTO SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES DE LA DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE”, su **OBJETIVO** es: Utilizar este contaminante (polietileno) en pavimentos, investigado mediante el estudio de sus efectos sobre algunas propiedades seleccionadas de la mezcla asfáltica en caliente, como, densidad aparente, estabilidad y fluidez de la mezcla de hormigón asfáltico. **METODOLOGIA:** este artículo es de un enfoque cuantitativo, el tipo de investigación experimental. **RESULTADOS:** La muestra se realizó utilizando el procedimiento de diseño de Marshall Mix. Determinando el contenido óptimo de aglutinante como 5,20% y tres muestras cada una para cinco variaciones de

¹¹ Murara, Abdulcarim y Olowosulu (2020)

contenido de polietileno (2%, 4%, 6%, 8% y 10%) en peso de contenido óptimo de aglutinante. Observando, que la densidad y estabilidad del asfalto genera un aumento con el contenido de polietileno, y también una reducción lineal en el flujo y la penetración. Observando datos con contenido de polietileno. El valor de contenido de modificador óptimo del 8% por peso del contenido óptimo de betún. También se desarrollaron modelos cuyos valores predictivos bien corroborado con valores experimentales con coeficiente de valores de correlación aceptable. El betún modificado con polietileno mejoró las propiedades de ingeniería del asfalto que. Por lo tanto, significa que el uso de este producto de desecho en la producción de asfalto para obras viales es un forma eficaz y económica de gestionar estos residuos. **CONCLUSIONES:** 1. La estabilidad del asfalto modificado usando L.D.P como modificador de betún aumentado con el contenido de LD al 8% después de lo cual, se observó una disminución. 2. El punto de ablandamiento del asfalto modificado aumenta con un mayor contenido de L.D.P. 3. Los valores de flujo y penetración de los el asfalto disminuye con un mayor contenido de L.D.P. 4. El valor de reemplazo óptimo del betún con L.D.P resultó ser del 8%. Porque el estudio es para carreteras de tráfico medio, estudios adicionales debe hacerse teniendo en cuenta las carreteras de tráfico pesado¹² y como tercer antecedente de artículo científico se tiene; Dovilla, Raposeiras y Olavarria (2019), estudio denominado “Reacciones que puede producir del tereftalato reciclado (PET) sobre la mezclas de asfalto caliente”, teniendo como **OBJETIVO:** es una investigación centrada en estudiar el comportamiento mecánico de una mezcla de asfalto caliente, añadiendo el tereftalato de polietileno (PET) en dimensiones gruesas, se realizó el ensayo de estabilidad y flujo (Marshall) y el ensayo del módulo de resiliencia (rigidez) a 5 °C y 22 ° C. **METODOLOGIA:** este artículo es de un enfoque cuantitativo, el tipo de investigación experimental. **RESULTADO:** las mezclas con aditivo PET superó la estabilidad de la referencia muestra. Al incrementar la cantidad de PET incorporado partículas, las partículas se vuelven dominantes e interrumpieron el correcto funcionamiento de la mezcla. Se produce el aumento del flujo con la suma de polímeros, originando gran deformabilidad al lograr la falla de estabilidad. Se debe cuidar, ya que el flujo alto es perjudicial para el correcto comportamiento de la

¹² Eme Y Nwaobakata (2019)

carpeta asfáltica, por lo que las adiciones de PET deben estar controladas para alcanzar valores normativos e análisis de vacíos de aire en los agregados minerales y el porcentaje de vacíos muestra que la adición de PET crea espacios en las mezclas, lo que pudo haber provocado la importante deformabilidad que presentaban las muestras ensayadas. La prueba de módulo resiliente fue realizada para dos temperaturas, 5 ° C y 22 ° C, para analizar el comportamiento de la mezcla tanto a temperaturas de funcionamiento ya bajas temperaturas e incorporación de plástico aditivos produjeron que la mezcla sea más flexible inclusive a bajas temperaturas, teniendo una mejora del asfalto tradicional mezclas que, a bajas temperaturas, aumentan considerablemente en rigidez, lo que los hace susceptibles a agrietarse. Las muestras de mezcla que contenían 22% de PET alcanzaron una pérdida del 30% de rigidez (en comparación con la mezcla de referencia) cuando probado a 10°C. **CONCLUSIONES:** La integración de este aditivo polimérico concede una gran estabilidad, así como también una mayor resistencia a las deformaciones y la fatiga, en lo contrario con la mezcla “tradicional”.¹³

Posteriormente, se mencionarán las teorías afines al tema de investigación precisando lo siguiente: variable independiente, las variables dependientes y sus referentes dimensiones con el fin de tener una noción sobre lo que se trabajará en este proyecto de investigación. **Las fibras de polietileno de plástico**, se define como polietileno (PE), su composición está formada por una unidad recta y repetitiva de átomos de C y H. Siendo uno de los materiales plásticos más cómoda económicamente, por lo que al año se produce un aproximado de unos 80 millones de toneladas en todo el mundo ¹⁴. El PET ganó apogeo en 1952 cuando se le empezó a emplear en forma de film, o sea como lámina o película delgada, con la finalidad principal de envasar los alimentos, sin embargo, la aplicación que revolucionó su uso y que hasta la actualidad representa su principal mercado corresponde a la producción de envases rígidos¹⁵. Dentro de las propiedades fundamentales del polietileno de plástico se presentan: Se puede procesar, se

¹³ Dovilla, Raposeiras y Olavarria (2019)

¹⁴ (Raffino, 2020)

¹⁵ (Huertas y Cazar, 2014)

puede para elaborar botellas, carcasas o películas, planchas y piezas, mayor resistencia al desgaste, cristalizable, muy buen coeficiente de fricción, buena resistencia térmica, los poliésteres normales resisten temperaturas de hasta 170°C antes de perder sus propiedades mecánicas, tiene una barrera bastante buena a CO₂, aceptable barrera a O₂ y humedad, buena relación costo / beneficio, reciclable, aunque suele disminuir su viscosidad con la historia térmica, se ubica en el ranking como N.º 01 en reciclado.

Para poder elaborar una Mezcla asfáltica, se debe conocer definiciones previas. Tal es el caso de Reyes que en el año 2013 estableció que: en todo pavimento flexible son sumamente relevantes las mezclas asfálticas, ya que generan la resistencia ideal, aun así, los agregados minerales resisten, siendo materiales inertes como la arena, triturado piedra, grava, polvo de roca o escoria. Para formar pavimentos se debe seleccionar correctamente y además los agregados deben estar graduados para mezclarse con el asfalto. Teniendo en cuenta que la principal resistencia a cargas de un pavimento son los agregados, ya que son muy importantes en la mejora de la durabilidad. Para preparar la mezcla asfáltica se necesita distintos componentes que son parte de su composición: **ASFALTO**: "El asfalto es una mezcla sólida y densa de hidrocarburos y minerales, que se utiliza principalmente para la construcción de carreteras"¹⁶. Se conoce que el asfalto es pegajoso y muy viscoso y tiene un intenso color oscuro estas son las características físicas más resaltantes; y como se mencionó al inicio su utilidad fundamental Aparece como aglutinante en mezclas asfálticas bajo los requerimientos de carreteras, carreteras y construcción de carreteras, porque puede conectar partes de diferentes materiales y producir nuevos compuestos a través de la transformación de su propia calidad, dando así la cohesión general. ¹⁷. Cuando el asfalto se calienta o envejece, cambia. Tiene tendencia a endurecerse y volverse quebradizo, y también pierde algo de su capacidad para adherirse a partículas agregadas. Estos cambios se pueden minimizar al comprender las características del asfalto y tomar las precauciones necesarias durante el proceso de construcción para garantizar que el pavimento terminado se construya de una manera que retrase el desarrollo del

¹⁶ (Ucha, 2010, párr. 1)

¹⁷ (Pérez y Merino, 2016)

envejecimiento. **AGREGADO:** También se le llama material granular o agregado mineral, "es cualquier mineral duro e inerte que se utiliza en forma de partículas graduadas o fragmentos como parte del pavimento asfáltico"¹⁸. Los agregados típicos incluyen: grava, arena, piedra triturada, polvo de roca y escoria. En la mayoría de las estructuras de pavimento, el agregado representa del 90% al 95% en peso y del 75% al 85% en volumen. El comportamiento de un pavimento está muy influenciado por la elección adecuada del agregado, porque el agregado en sí proporciona la mayoría de las características de capacidad de carga. **Fuentes de agregados:** Comúnmente los agregados suelen utilizarse en el pavimento asfáltico están clasificados, conforme a su origen. Comprendiendo: agregados procesados, agregados naturales y agregados artificiales o sintéticos. **Agregados procesados:** Son aquellos que antes de ser utilizados han sido molidos o triturados y cernidos. Los agregados procesados tienen dos fuentes principales: La primera es la grava natural, que debe triturarse para que sea más adecuada para el pavimento asfáltico, y la segunda es el lecho rocoso y las piedras grandes, que deben reducirse en tamaño antes de ser utilizadas para pavimentar. **Propiedades del agregado:** En las esteras asfálticas de asfalto densamente graduadas, los agregados representan del 90% al 95% del peso de la mezcla de pavimentación. La calidad del árido utilizado es un factor decisivo en el comportamiento del pavimento. No obstante, en una obra de pavimentación se llegan a emplear otros criterios, muy aparte de la calidad, que forman parte de la elección de un agregado. En estos puntos comprenden el valor monetario y la disponibilidad del agregado. Si un agregado llega a cumplir con las condiciones de costo y haberes, y pueda ser participio para pavimento asfáltico de buena clase, éste también debe poseer ciertas propiedades. Se pueden determinar ciertas propiedades por medio de ensayos que se realizan en laboratorio, y en otros caso puede ser por simple inspección. Esto ensayos que se realicen tienen que ser en base a las normas, como el (ASTM), MTC. **Gradación y tamaño máximo de partícula:** Todas las especificaciones de pavimento asfáltico requieren partículas agregadas en un cierto rango de tamaño, y cada tamaño de partícula existe en una cierta proporción (eje de granularidad). Esta distribución de varios tamaños de partículas en el agregado se denomina generalmente grado de

¹⁸ (Ronaldo, 2002, p. 6)

agregado o grado de mezcla. Para determinar si el tamaño de las partículas del agregado cumple con las especificaciones, es necesario comprender cómo medir el tamaño y la gradación de las partículas. **Tamaño máximo de partícula:** En la muestra se debe determinar el tamaño de las partículas más grandes, a causa de que las especificaciones mencionan que para cada agregado usado hay un tamaño máximo de partículas: Tamaño máximo nominal de partícula, en una serie normal de tamices, es denominado como el tamiz más grande que el primer tamiz que conserva más del 10% de las partículas de agregado, el tamaño de partícula máximo se refiere a un tamiz más grande que el tamaño de partícula máximo nominal. Tradicionalmente, este es el tamiz más pequeño por el que pasa el 100% de las partículas de agregado, una mezcla asfáltica utilizada en un pavimento se clasifica teniendo en cuenta su tamaño máximo o su tamaño máximo nominal.

Tabla 1. Ensayos para evaluar las propiedades de los agregados

Propiedad	Ensayo	Norma
Graduación y tamaño máximo	Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D-421
Limpieza	Equivalente de arena	ASTM D-2419
Dureza	Abrasión por la Máquina de los Ángeles	ASTM C-131
Capacidad de absorción y Peso específico	Gravedad específica y Absorción	ASTM D-421
Afinidad con el asfalto	Ensayo de adherencia Agregado grueso	ASTM D-1664
Afinidad con el asfalto	Riedel Webel (agregado fino)	D.E.E.MA-8

Fuente: Ministerio de Transporte y comunicaciones

Granulometría del agregado: Se realiza un tamizado a los agregados (granulometría). El estudio de tamices comprende en pasar la muestra de los agregados por una serie de tamices, de los cuales cada uno presenta orificios de un tamaño singular. Los tamices están designados conforme al tamaño de sus aberturas. La granulometría se puede hallar cuantificar el peso del contenido de cada tamiz, luego de hallar el valor de cada tamiz. Estos son: agregado grueso, el tamiz (No.8), agregado fino, el tamiz (No.16), relleno mineral, el tamiz de 0.60mm (No.30) y polvo mineral, el tamiz de 0.075mm (No.200).

Las propiedades fundamentales de la mezcla asfáltica: La estabilidad Marshall, Siendo la máxima resistencia a la deformación a una tasa de carga constante. El tamaño de la estabilidad de Marshall varía con el agregado y el grado

de asfalto utilizado, y el tipo y gradación de su cantidad¹⁹. **El flujo Marshall:** Es una medida de la deformación de la mezcla asfáltica determinada durante el ensayo de estabilidad. El valor ideal no existe, pero existen restricciones permitidas. Si el flujo en el contenido óptimo de asfalto está por debajo del límite inferior, se considera demasiado duro, y si excede el límite superior, la mezcla se considera demasiado plástica o inestable. **Resistencia a la compresión:** Es cuando un material genera un máximo esfuerzo al momento de compresión y no se rompe. **Resistencia a la flexión:** También se le llama resistencia a la tracción por flexión. Es una medida de la tensión extrema en la fibra que se genera cuando se dobla la viga. Esta prueba utiliza una muestra prismática cargada en el tercio central. Por lo tanto, tenemos un área en el tercio medio, que está sujeta a un momento flector constante igual a $P \times l / 3$ y esfuerzo cortante cero, la rotura se dará justo en el momento más frágil del tercio central. Siendo necesario este ensayo sobre el ensayo de carga en el punto medio, en el cual la fractura se realizará evidentemente en el punto medio (es el punto donde cae la carga) donde el momento flector y el esfuerzo cortante son altos.

¹⁹ (Meza, 2019, p.47)

III.METODOLOGÍA

El orden a seguir en la investigación es controlarla para encontrar un resultado confiable y su conexión con el problema generado por la hipótesis del problema. Construirá la mejor estrategia que los investigadores deben seguir para resolver el problema correctamente. Como complemento a la definición, la metodología forma el núcleo del plan, refiriéndose a las unidades que describen análisis o investigación, observación y recolección de datos, procedimientos, instrumentos y técnicas analíticas. Desde un punto de vista cuantitativo, la recopilación de datos es igual a la medición. Según la definición típica del término, medir significa asignar números a objetos y eventos de acuerdo con ciertas reglas²⁰. Una herramienta de medición adecuada: los investigadores pueden registrar datos observables para representar verdaderamente el concepto o la variable en consideración de manera cuantitativa, se obtiene lo que realmente se quiere capturar, aun cuando no existe medición perfecta, el resultado se aproxima todo lo posible a la representación del concepto que el investigador tiene pensado ²¹.

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación, se aplica un enfoque **cuantitativo** y de tipo experimental. En relación a este tipo de investigación, señala que la investigación experimental requiere la manipulación deliberada de una acción para verificar sus posibles resultados²². **Según el diseño**, la presente investigación es de **tipo experimental**, porque se intentará estudiar el movimiento de la muestra cuando se agregan fibras de polietileno a la mezcla asfáltica para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, entre ellas, una gran cantidad de fibras de polietileno en las botellas plásticas que se utilizarán para la mezcla. Asfalto, comparado con mezclas asfálticas tradicionales Y mezcla asfáltica modificada con PET para estudio comparativo. **Nivel de investigación**, el trabajo de investigación posee un alcance explicativo, teniendo un diseño experimental. La investigación explicativa es aquella que describe acercar de un problema, y además intenta encontrar las razones del mismo, teniendo así una relación causal²³.

²⁰ (Morales, 2013)

²¹ (Gómez, 2006).

²² (Sampieri, 2006)

²³ (Hernández, 2012)

3.2. Variables y operacionalización

La definición de la variable siempre está relacionada con la hipótesis de investigación. Una variable es un atributo que puede alcanzar diferentes valores en un grupo determinado y se puede medir su cambio. Una encuesta, ya sea cualitativa o cuantitativa, requiere que sus conceptos centrales sean manipulados en variables; el nivel de medición y la habilidad de la prueba realizada dependerá de esta definición operativa²⁴.

- VARIABLE INDEPENDIENTE
(X) → **FIBRAS DE POLIETILENO**
- VARIABLE DEPENDIENTE
(Y) → **COMPORTAMIENTO FISICO - MECÁNICO DE MEZCLA ASFALTICA EN FRIO**

Definición Conceptual:

La fibra plástica muestra la recuperación al final de su vida útil y el mismo procedimiento para utilizarla en nuevas aplicaciones²⁵.

En todas las superficies de carreteras flexibles, la mezcla asfáltica es el aspecto relevante y puede producir la mejor resistencia. Sin embargo, "el agregado o mezcla (agregado mineral) es un material inerte duro, como arena, grava, piedra triturada, escoria o polvo de roca"²⁶.

Definición Operacional:

La fibra plástica de polietileno se utilizará como aditivo para la proporción agregada de la mezcla de asfalto frío. Para comprender las propiedades físicas y mecánicas del asfalto de mezcla en frío, se debe considerar la proporción de uso de los materiales (especialmente el agregado de polietileno de botella reciclado) en el diseño de asfalto de mezcla en frío.

Indicadores:

Para la variable independiente (FIBRAS DE POLIETILENO) se ha considerado los siguientes indicadores:

Para la dimensión Dosificación PET: 1.5%, 2% Y 3%.

²⁴ (Grau et al. 2004)

²⁵ (Plastivida, 2007)

²⁶ (Reyes, 2013)

Para la variable dependiente (COMPORTAMIENTO FISICO - MECÁNICO DE MEZCLA ASFÁLTICA) se ha considerado los siguientes indicadores:

Para la dimensión Propiedades Físicas: Estabilidad y flujo.

Para la dimensión Propiedades Mecánicas: Resistencia a la compresión y Resistencia a la Flexión.

Instrumentos: Ensayos en el laboratorio.

Escala de medición:

Para la variable independiente (FIBRAS DE POLIETILENO) se ha considerado la siguiente escala de medición:

Para la dimensión Dosificación EPS: 1.5%, 2% Y 3.5%.

Para la variable dependiente (COMPORTAMIENTO FISICO - MECÁNICO DE MEZCLA ASFÁLTICA) se ha considerado la siguiente escala de medición:

Para la dimensión Propiedades Físicas: Estabilidad (%), flujo (%).

Población, muestra y muestreo

Generalmente se determina como un grupo finito o infinito de elementos con atributos comunes, y las conclusiones de la investigación serán extensas. Esto se define por las preguntas y los objetivos de la investigación (página 81). En este trabajo de investigación, la situación general es mezclas asfálticas frías con diferentes porcentajes de polietileno.²⁷

Según el autor Arias (2006), una muestra se define como un “subconjunto limitado representativo extraído de la población accesible” (p. 83). En el trabajo actual se seleccionará una muestra representativa, teniendo en cuenta los aspectos económicos del investigador para desarrollar la prueba correspondiente. Las muestras consistieron en diferentes porcentajes de dosificación de botellas de plástico y pruebas de mezclas de asfalto de fibra de polietileno. Se realizará 36 probetas cilíndricas.

²⁷ (Arias 2006)

Tabla 2. Cantidad de muestras a realizar

ENSAYO	PATRON	1% DE PET	2% DE PET	3% DE PET
Ensayo de estabilidad y flujo (MARSHALL)	4	4	4	4
Ensayo de comprensión	3	3	3	3
Ensayo de flexión	3	3	3	3
TOTAL	40 BRIQUETAS			

Fuente: Elaboración Propia

Muestreo: Es el método empleado para elegir a los componentes de la muestra del total de la población. "Consiste en un conjunto de reglas, procedimientos y criterios mediante los cuales se escoge un conjunto de elementos de una población que simbolizan lo que ocurre en toda esa población" (MATA, 1997).

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos, para Arias (2006), Las formas o métodos de obtención de información son diferentes, el mismo autor señaló que las herramientas son medios materiales de recolección y recolección de datos. Revisión de documentos Esta tecnología se utiliza para revisar estándares, formularios, manuales y especificaciones para determinar los pasos a seguir y determinar el rango aceptable de resultados para los materiales estudiados, esta tecnología nos permite registrar en el laboratorio.

El instrumento de recolección de datos, son un recurso importante para los investigadores porque pueden utilizarse para procesar fenómenos y extraer información de ellos. (Fariñas, Gómez, Ramos y Rivero, 2010).

Validez: Es una herramienta de recopilación de información, definida como la propiedad de la herramienta para medir / observar lo que pretende medir / observar. Esta es una garantía de los resultados de la investigación. En esta encuesta, ingenieros y expertos darán la efectividad del instrumento, lo probarán en el laboratorio y verificarán los resultados con sus firmas y sellos.

Confiabilidad: Hernández et al (2014), La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que se aplica repetidamente al mismo sujeto u objeto para producir el mismo resultado. Considerando la confiabilidad del proyecto de investigación, los equipos correspondientes serán utilizados como equipos modernos, debidamente calibrados y certificados, y sometidos a diferentes pruebas.

3.4. Procedimientos

En esta investigación se seguirá el siguiente procedimiento para que de esta manera se pueda lograr los resultados esperados:



- Material reciclado de fibras de polietileno de botellas de plástico.
- Medir la calidad de los materiales (asfalto, agregado grueso y agregado fino) utilizados para la elaboración de la mezcla asfáltica en frío sin fibra de polietileno.
- Diseñar la mezcla asfáltica en frío con diferentes porcentajes de fibra de polietileno.
- Elaborar la mezcla asfáltica con fibra de polietileno según los diseños obtenidos
- Conseguir las características de las mezclas asfálticas en frío.
- Cotejar los datos conseguidos de las mezclas asfálticas en frío con fibra de polietileno y mezclas asfálticas convencionales.

En esta investigación se seguirán los siguientes procedimientos para lograr los resultados esperados: Utilizaremos materiales reciclados de fibra de polietileno en botellas plásticas, RC-250, agregados gruesos y agregados finos, de esta manera se debe considerar que deben cumplir con los requisitos técnicos. Se medirá la calidad de los materiales, se evaluó el análisis granulométrico de agregados, peso específico y absorción de agregados, abrasión de los Ángeles, peso unitario y vacíos de agregado grueso y fino, porcentaje de partículas chatas y alargadas, cantidad del tamiz fino que pasa por el tamiz N°200, caras fracturadas y contenido

optimo del asfalto. Teniendo estos análisis de agregados se procederá al siguiente paso, al diseño de mezcla asfáltica por el método de áreas.

Imagen 1. Granulometría de materiales



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 2. POLIETILENO TRITULADO



Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenida la mezcla asfáltica convencional, se mezcla el PET en la botella plástica para hacer la mezcla asfáltica, y la misma se mezcla en tres dosis de 1.5%, 2% y 3%, y se reemplaza una cierta proporción de volumen de agregado fino. por PET La dosificación de la mezcla convencional. Este es el producto evaluado en

estado fresco y endurecido. Una vez identificadas estas mezclas convencionales y añadidas diferentes dosis de PET, se compararán los dos resultados y se determinará si mejora el comportamiento físico y mecánico, incluyendo este material en el proyecto de investigación.

Imagen 3. Briqueeta como muestra



Fuente: Elaboración propia

Imagen 4. Ensayo de estabilidad y flujo



Fuente: Elaboración propia

Imagen 5. Ensayo de Comprensión



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 6. Colocando la muestra para el ensayo de flexión



Fuente: Elaboración propia

3.5. Método de análisis de datos

Pérez (2012) refiere que “Esta es la actividad de transformar un conjunto de datos, la finalidad es poder verificarlos bien, y al mismo tiempo darle un principio básico o análisis razonable. Incluye analizar los datos del problema e identificarlos”.

- **Recopilación de la información:** En esta sección se recopilará toda la información bibliográfica relacionada con el tema de investigación, bibliografía y necesaria para la investigación y el desarrollo.
- **Etapa de Laboratorio:** Por ello, el proyecto de investigación desarrollará pruebas de laboratorio y muestras de prueba en las que daremos cuenta de las propiedades mecánicas y físicas de la calzada, añadiendo fibras de polietileno de botellas de plástico
- **Exposición de resultado:** En esta parte se utilizarán datos estadísticos descriptivos e inferenciales para realizar informes de resultados, revelando conclusiones y recomendaciones.

3.6. Aspectos éticos

Para garantizar el desarrollo ético de esta investigación se han considerado los siguientes criterios:

Respecto a la **beneficencia**, esta investigación estará al beneficio técnico, social, económico y medio ambiental.

Respecto a la **no maleficencia**, la información recolectada y generada en la elaboración de esta investigación no perjudica a la sociedad, ya que se aporta una propuesta para mejorar la mezcla asfáltica.

Respecto a la **autonomía**, la autora interpreta y expone sus propias opiniones de la información obtenida y bajo su criterio que se desarrolla en los ensayos que evidencia en el laboratorio.

Respecto a la **autenticidad**, el proyecto de investigación cita las fuentes de información consultadas bajo las normas del estilo APA.

Respecto a la **verdad**, los resultados obtenidos en las muestras se desarrollan con transparencia mostrando imágenes tomadas en el laboratorio y los formatos de los ensayos por la autoridad competente.

Finalizando con **compromiso y responsabilidad**, el responsable del presente tema investigación será el autor, siendo un compromiso realizar lo elaborado y estipulado en los procedimientos.

IV. RESULTADOS

Para encontrar las metas planteadas en este proyecto de investigación, se realizaron las siguientes pruebas en los laboratorios de materiales en los estándares provistos por MTC, con lo cual se llegó a interpretar.

4.1. Análisis granulométrico del Polietileno

Se realizó la compra de una empresa donde solo se utilizó la siguiente medida:

Tabla 3. Detalle del PET

FIBRAS DE POLIETILENO (PET)	
DENSIDAD	48.5 kg/m ³
LONGITUD DEL PET	³ / ₄ " (19mm)
COLOR	blanco

Fuente: Elaboración Propia

4.2. Resultado de agregados grueso

- **Análisis granulométrico del agregado Grueso.**

Para este ensayo se realizó con la finalidad de conocer la grabación del material. Se proporcionó al laboratorio una muestra del material.

Los resultados obtenidos en este ensayo granulométrico de acuerdo a la Norma del (MTC E 204 – 2000 Y ASTM D422), Obteniendo el peso retenido, el porcentaje retenido y el porcentaje que pasa por cada tamiz, donde se muestra en la Tabla N° 5 y la curva granulométrica en la Imagen N°1.

- **Peso específico y absorción de agregados grueso**

En este ensayo se realizó utilizando la Norma (MTC E206-2000, NTP 400.021 ASTM C 127 Y AASHTO T 85). Con la finalidad de encontrar los pesos específicos aparentes y nominales, así como la absorción después de 24 horas se sumergió en agua.

El peso específico (g/cc) se define como el cociente entre el peso al aire de las partículas sólidas y el peso del agua, considerando igual temperatura y el mismo volumen.

Por otro lado, se calculó la absorción del agregado grueso expresada como (%) teniendo 0.86 y su gravedad específica de 2.687 (g(cc)). Lo cual se muestra en la Tabla N°6 y 7.

- **Abrasión los ángeles al desgaste de los agregados de tamaño menores de 37.5mm (1 ½")**

En este ensayo se utilizó la norma (MTC E 207-2000, ASTM C 131, AASHTO T 96), donde el porcentaje de desgaste obtenido fue de 17.638. Se muestra en la tabla N°8.

- **Porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso.**

En este ensayo se realizó norma (MTC E-210-2000), con la finalidad de ver las partículas de una, dos o más caras fracturadas de la muestra de 4030.73 gr.

Se analizó lo retenido en cada tamiz y seleccionar según las características observadas. Teniendo como resultado: se muestra en las tablas N°9, 10 y 11.

Tabla 4. PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO

Peso total de la muestra	4030.73 gr
Partículas con una cara fracturada	82.40%
Partículas con dos o más Caras Fracturadas	65.88%
Partículas con 0 cara fracturadas	0%

Fuente: Elaboración propia

- **Partículas chatas y alargadas**

En este ensayo se utilizó la norma (NTP.400.010). Con la finalidad de analizar la relación que existe tanto el largo y ancho de las partículas en este caso agregado grueso. Ya que de esto dependerá mucho para su colocación y trabajabilidad. Para este ensayo se separó una muestra según tamaño máximo nominal en este caso tenemos la malla ½", separando así una muestra de 4030.73g, para luego ser tamizado y verificar la cantidad de dichas partículas en chatas o alargadas según

lo retenido en cada tamiz, obteniendo partículas chatas(%) 1.82 y partículas alargadas (%) 0.39. Teniendo un total de partículas chatas y alargadas de 2.21 %, donde se encuentra en lo permitido lo cual está apto para ser usado en mezclas, Ya que es menor al 10% lo que dice la norma. Según Tabla N°12 y 13.

4.3. Resultados de agregados fino

- **Análisis granulométrico de agregado Fino (MTC E 204-2000 Y ASTM D422).**

Para este ensayo se realizó con la finalidad de conocer la grabación del material. Se proporcionó al laboratorio una muestra del material.

Los resultado obtenido en este ensayo granulométrico de acuerdo a la Norma del (MTC E 204 – 2000 Y ASTM D422), Obteniendo el peso retenido, el porcentaje retenido y el porcentaje que pasa por cada tamiz, donde se muestra en la Tabla N° 14 y la curva granulométrica en la Imagen N°2.

- **Peso específico y absorción de agregados finos (MTC E 205-200 Y ASTM C 128).**

Para este ensayo se realizó con la finalidad de determinar el peso específico y el porcentaje de absorción. De acuerdo a la normativa (MTC E 205-200 Y ASTM C 128). Por otro lado, se calculó la absorción del agregado fino expresada como (%) teniendo 0.919 y su gravedad específica de 2.710 (g/cc). Lo cual se muestra en la Tabla N°15 y 16.

- **Material fino que pasa el tamiz n°200**

Para este ensayo se realizó de acuerdo a la normativa (MTC E 202- 200 y NTP 400.018), para determinar la aceptabilidad de agregados finos en lo relacionado al material pasante el tamiz de 75mm (N°200), lo cual se muestra en la Tabla N°17.

4.4. Diseño de mezcla asfáltica en frio por el método de área.

- **Cantidad de asfalto (método de las áreas superficiales)**

Para diseñar este método de las áreas se obtuvo el peso específico Promedio de los agregados siendo el 2.699 (g/cc), el área superficiales de la combinación de agregados de 30.50 según tabla N°18, y el índice de asfalto de 0.00167, obtenido un porcentaje de 4.56% de asfalto para este caso se trabajó según norma manda del 3.50% - 7.00%, por lo que está en el rango. Ver Imagen N°3.

- **Porcentaje de agregados en la mezcla**

Se determinó el porcentaje de los agregados dependiendo mucho del rango el cual este se encuentra según tabla N°19.

Tabla 5. RESULTADO DE LA MEZCLA

RESULTADO SEGÚN TANTEO			
DESCRIPCION	PRIMER TANTEO	SEGUNDO TANTEO	TANTEO RESULTANTE
AGREGADO FINO (%)	56.00	57.00	56.00
AGREGADO GRUESO (%)	44.00	43.00	44.00

Fuente: Elaboración propia

- **Análisis de la granulometría utilizada en el diseño**

El ensayo granulométrico se constituyó la curva mediante una combinación de agregado grueso y fino obteniendo la curva según en imagen N°4.

4.5. Elaboración de las mezclas asfáltica en frío

Datos obtenidos según el diseño convencional:

- **Estabilidad y flujo (MARSHALL) – diseño convencional**

Tabla 6. Cantidad necesaria de agregado y asfalto

N° BRIQUETA	ASFALTO		AGREGADOS		
	% de Asfalto	Asfalto (g)	56.00% Agregado grueso (g)	44.00% Agregado fino (g)	0.0% Filler (g)
1	4.80%	55.20	613.09	481.71	0.00
2	5.00%	57.50	611.80	480.70	0.00
3	5.20%	59.80	610.51	479.69	0.00
4	5.40%	62.10	609.22	478.68	0.00

Fuente: Elaboración Propia

Obteniendo el peso total de la briketa de 1150 g, se elaboró 4 briketas, obteniendo distinta proporción de agregados como se muestra en la tabla N°5.

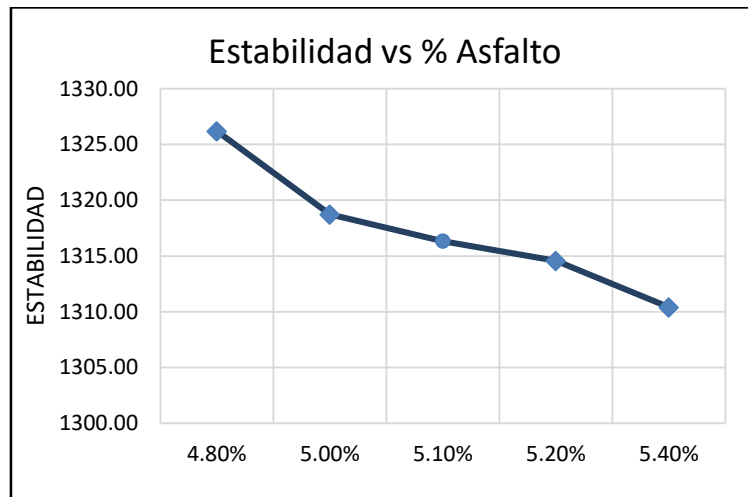
Tabla 7. DETERMINACION DE LA ESTABILIDAD Y FLUJO

N° Briquetas	% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad (kg)	Estabilidad corregida	Índice de Flujo 0.01" (mm)
1	4.80%	20	1275	1326.19	8.36
2	5.00%	45	1268	1318.72	8.48
3	5.20%	30	1264	1314.56	8.55
4	5.40%	55	1260	1310.40	8.62

Fuente: elaboración Propia

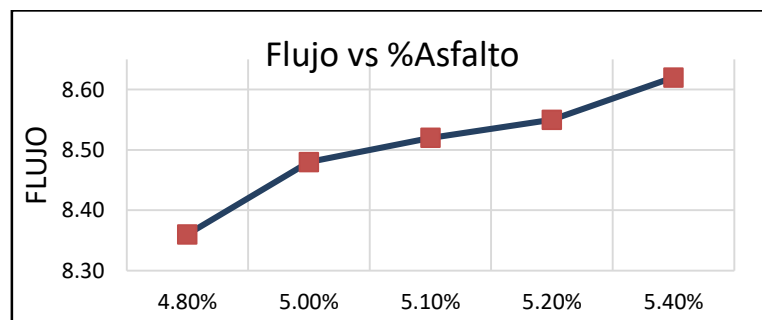
Determinando un porcentaje de Asfalto de 5.10 %, estabilidad 1316.320kg y Flujo 8.52mm.

Imagen 7. Estabilidad vs % Asfalto (CONVENCIONAL)



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 8. Flujo vs % Asfalto (CONVENCIONAL)



Fuente: Elaboración Propia

- **Estabilidad y flujo (MARSHALL) – diseño con 1.5%**

Tabla 8. Cantidad necesaria de agregado y asfalto

N° Briqueetas	ASFALTO		AGREGADOS		
	% de Asfalto	Asfalto (g)	56.00% Agregado grueso (g)	42.50% Agregado fino (g)	1.50% Filler (g)
5	4.80%	56.88	614.83	496.37	16.92
6	5.00%	59.25	613.53	495.33	16.89
7	5.20%	61.62	612.24	494.29	16.85
8	5.40%	63.99	610.95	493.24	16.82

Fuente: Elaboración Propia

Obteniendo el peso total de la briqueeta de 1185 g, se elaboró 4 briqueetas, obteniendo distinta proporción de agregados como se muestra en la tabla N°7.

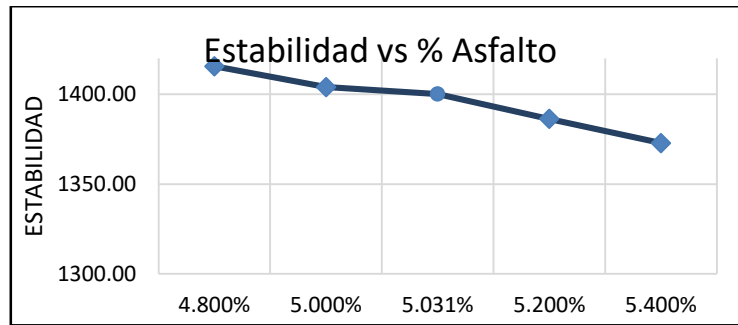
Tabla 9. Determinación de la Estabilidad y Flujo de 1.5%

N° Briqueetas	% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad (kg)	Estabilidad corregida (kg)	Índice Flujo 0.01" (mm)
5	4.80%	23.60	1361.00	1415.64	8.30
6	5.00%	56.10	1350.00	1404.00	8.46
7	5.20%	35.40	1333.00	1386.32	8.55
8	5.40%	88.90	1320.00	1372.80	8.63

Fuente: Elaboración propia

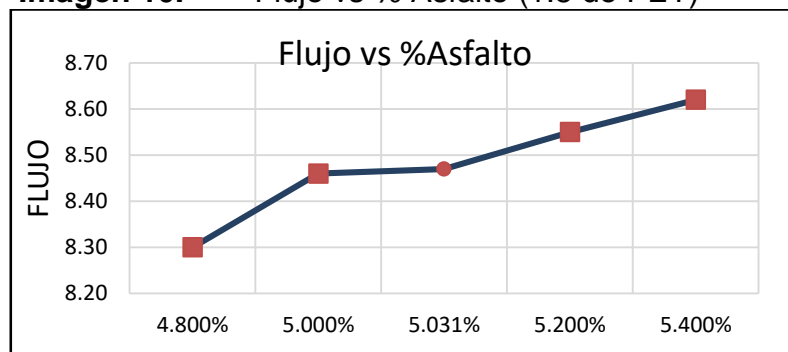
Determinando un porcentaje de Asfalto de 5.031 %, estabilidad 1400.16kg y Flujo 8.47mm.

Imagen 9. Estabilidad vs %Asfalto (1.5% PET)



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 10. Flujo vs % Asfalto (1.5 de PET)



Fuente: Elaboración Propia

- **Estabilidad y flujo (MARSHALL) – diseño con 2%**

Tabla 10. Cantidad necesaria de agregado y asfalto

N° Briqueetas	ASFALTO		AGREGADOS		
	% de Asfalto	Asfalto (g)	56.00% Agregado grueso (g)	42.00% Agregado fino (g)	2.00% Filler (g)
9	4.80%	56.88	614.83	496.37	22.56
10	5.00%	59.25	613.53	495.33	22.52
11	5.20%	61.62	612.24	494.29	22.47
12	5.40%	63.99	610.95	493.24	22.42

Fuente: Elaboración Propia

Obteniendo el peso total de la briqueeta de 1185 g, se elaboró 4 briqueetas, obteniendo distinta proporción de agregados como se muestra en la tabla N°9.

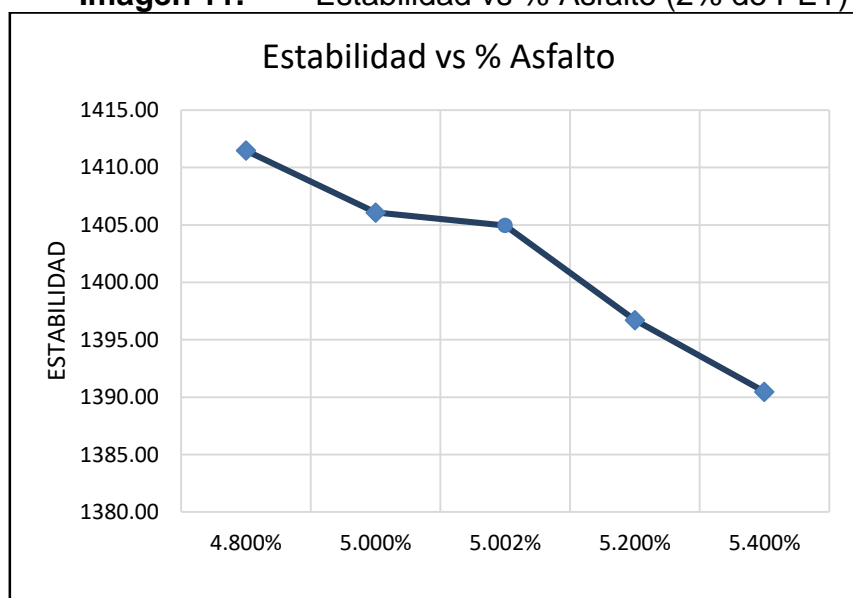
Tabla 11. Determinación de la Estabilidad y Flujo de 2%

N° Briquetas	% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad (kg)	Estabilidad corregida (kg)	Índice Flujo 0.01" (mm)
9	4.80%	23.60	1361.00	1415.64	8.30
10	5.00%	56.10	1350.00	1404.00	8.46
11	5.20%	35.40	1333.00	1386.32	8.55
12	5.40%	88.90	1320.00	1372.80	8.63

Fuente: Elaboración Propia

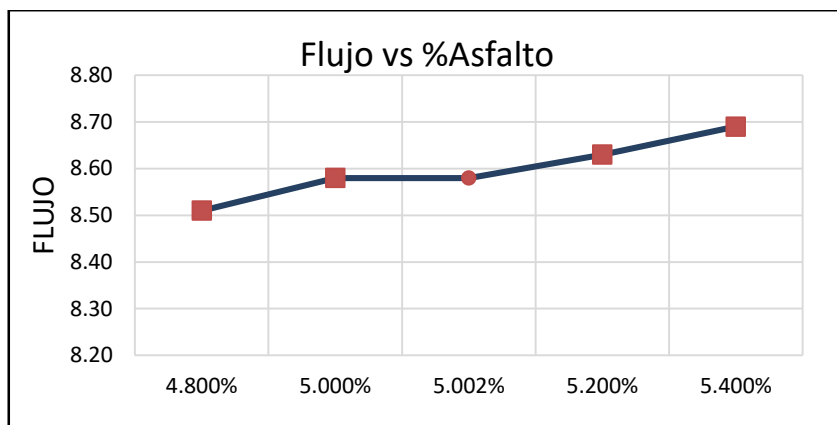
Determinando un porcentaje de Asfalto de 5.002 %, estabilidad 1404.96kg y Flujo 8.58mm.

Imagen 11. Estabilidad vs % Asfalto (2% de PET)



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 12. Flujo vs % Asfalto (2% de PET)



Fuente: Elaboración Propia

- **Estabilidad y flujo (MARSHALL) – diseño con 3%**

Tabla 12. Cantidad necesaria de agregado y asfalto

N° Briqueetas	ASFALTO		AGREGADOS		
	% de Asfalto	Asfalto (g)	56.00% Agregado grueso (g)	41.00% Agregado fino (g)	3.00% Filler (g)
13	4.80%	57.60	622.61	502.66	34.27
14	5.00%	60.00	621.30	501.60	34.20
15	5.20%	62.40	619.99	500.54	34.13
16	5.40%	64.80	618.68	499.49	34.06

Fuente: Elaboración Propia

Obteniendo el peso total de la briqueeta de 1200 g, se elaboró 4 briqueetas, obteniendo distinta proporción de agregados como se muestra en la tabla N°11.

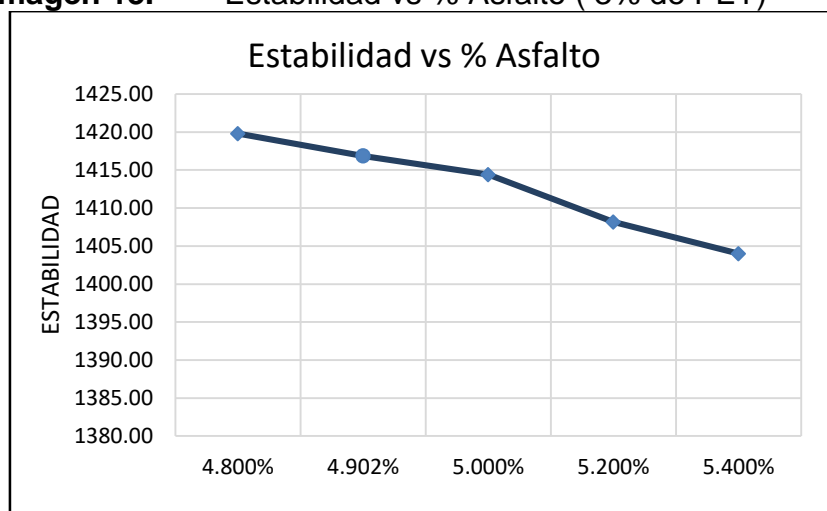
Tabla 13. Determinación de la Estabilidad y Flujo de 3%

N° Briqueetas	% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad (kg)	Estabilidad corregida (kg)	Índice Flujo 0.01" (mm)
13	4.80%	28.70	1365.00	1419.80	8.64
14	5.00%	55.18	1360.00	1414.40	8.69
15	5.20%	38.35	1354.00	1408.16	8.75
16	5.40%	83.90	1350.00	1404.00	8.81

Fuente: Elaboración Propia

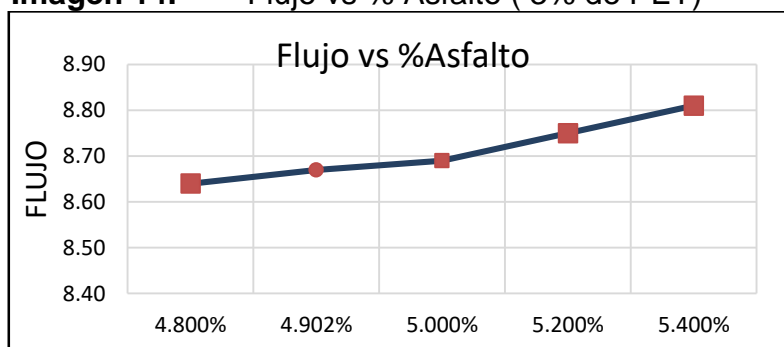
Determinando un porcentaje de Asfalto de 4.902 %, estabilidad 1416.85kg y Flujo 8.67mm.

Imagen 13. Estabilidad vs % Asfalto (3% de PET)



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 14. Flujo vs % Asfalto (3% de PET)



Fuente: Elaboración Propia

- **Ensayo de resistencia a la compresión y flexión**

Para las propiedades Mecánicas, se desarrolló el ensayo de compresión y el ensayo de flexión.

RESISTENCIA A LA COMPRESION, agregando la dosificación de 1,5%, 2% y 3,5%.

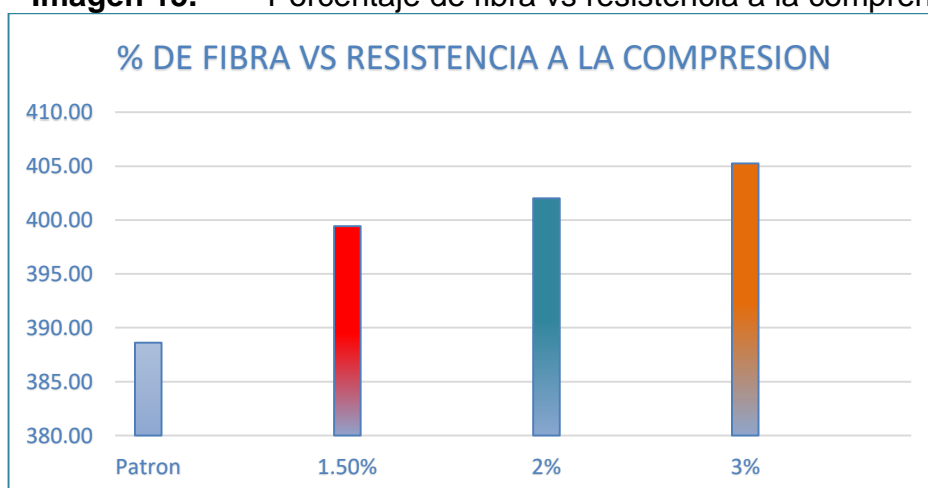
Tabla 14. RESISTENCIA A LA COMPRESION

MUESTRA	Dosificación	EDAD (días)	Área (cm2)	Carga (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm2)	Resistencia a la compresión Promedio (kg/cm2)
17	Patrón	28	34.20	12575.13	367.69	388.63
18			33.65	13486.58	400.79	
19			34.98	13901.02	397.40	
20	1.5%	28	32.14	12808.92	398.54	399.43
21			33.51	13422.32	400.55	
22			34.87	13920.22	399.20	
23	2%	28	33.64	13490.31	401.02	402.03
24			33.76	13507.32	400.10	
25			34.23	13862.32	404.98	
26	3%	28	34.04	13766.32	404.42	405.26
27			34.28	13879.93	404.90	
28			33.13	13465.72	406.45	

Fuente: Elaboración Propia

Para este caso se observa que la resistencia a la compresión para el diseño de una carpeta asfáltica será sobre los $f'c=380\text{g/cm}^2$.

Imagen 15. Porcentaje de fibra vs resistencia a la compresión



Fuente: Elaboración Propia

RESISTENCIA A LA FLEXION, agregando la dosificación de 1,5%, 2% y 3%.

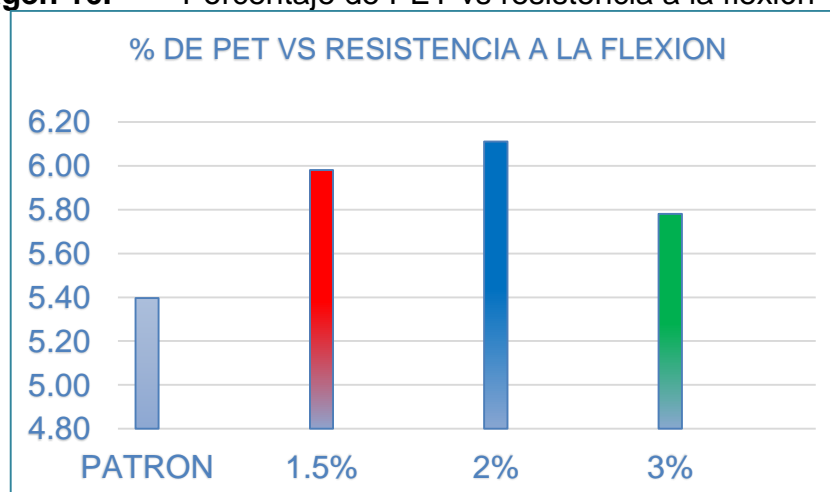
Tabla 15. Resistencia a la Flexión

MUESTRA		EDAD (días)	Dimensiones Promedio de Viga			Carga (kg)	Resistencia a la flexión Promedio (kg/cm ²)	MPA Promedio
			Largo	Ancho	Peralte			
29	PATRON	28	400.63	100.24	100.21	4064.11	55.03	5.40
30			400.78	100.88	100.75	4098.26		
31			400.38	100.21	100.09	4023.85		
32	1.5%	28	400.63	100.24	100.21	4064.11	60.94	5.98
33			400.78	100.88	100.75	4098.26		
34			400.38	100.21	100.09	4023.85		
35	2%	28	400.63	100.24	100.21	4064.11	62.34	6.11
36			400.78	100.88	100.75	4098.26		
37			400.38	100.21	100.09	4023.85		
38	3%	28	400.63	100.24	100.21	4064.11	58.94	5.78
39			400.78	100.88	100.75	4098.26		
40			400.38	100.21	100.09	4023.85		

Fuente: Elaboración Propia

Se observa un aumento en la resistencia a la flexión, el mismo que sobrepasa las resistencias propuestas y además cumplen con la norma específica.

Imagen 16. Porcentaje de PET vs resistencia a la flexión



Fuente: Elaboración Propia

En los resultados se puede observar que al agregar el PET de 1.5%, 2% y 3%, aumenta su resistencia a la flexión, siendo el 2% el porcentaje más óptimo.

V. DISCUSIÓN

Primera discusión:

Analizando los gráficos y tablas expuestos en esta tesis, se presenta los datos obtenido en los ensayos que se realizaron en dicha investigación “Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en frío, Tacna 2021”, se halló La estabilidad y flujo de Marshall convencional, y sustituyendo el 1.5%, 2% y 3% del agregado fino por Polietileno (PET), donde se determinó lo siguiente:

Tabla 16. Cuadro resumen de estabilidad y flujo (MARSHALL)

Descripción	Estabilidad	Flujo
Parámetro	831 a +	8 - 16
Patrón	1316.32	8.52
1.5%	1400.16	8.47
2%	1404.960	8.58
3%	1416.85	8.67

Fuente: Elaboración propia

Se observa que adicionando el 3% de PET, se tiene una mayor estabilidad y flujo, aun así añadiendo estos 3 tipos de porcentajes, están dentro del parámetro según las especificaciones del Ministerio de transporte y comunicaciones.

Según Crystian Ballena (2016), en su tesis denominada “Utilización de Fibras de Polietileno de botellas de plástico para su utilización en el diseño de mezclas asfálticas ecológicas en frío”, su objetivo fue realizar un diseño de mezcla asfáltica adicionando fibras de polietileno en un tránsito, liviano, pesado y pesado, ensayarlo en el Marshall, para hallar la estabilidad y flujo, obteniendo que adicionando un 5% de polietileno, genera valores que están dentro de los parámetros de la norma, y que la muestra con PET, seca un día más rápido que la mezcla convencional, que tarda dos días en evaporar el agua, dando como resultado una estabilidad de 1515kg y 3.10mm de flujo.

Segunda discusión:

En mi proyecto de tesis se evaluó la adición de polietileno de plástico (PET), para mejorar las propiedades físicas y mecánicas, así mismo se agregó una dosificación de 1.5%, 2% y 3%, Según mi proyecto se obtuvo una mejor resistencia a la compresión a los 28 días, con 1.5% de PET se obtuvo un 399.24 kg/cm², con 2% de PET se obtuvo 402.03 kg/cm² y con 3% se obtuvo 405.26 kg/cm², concluyendo que en los tres porcentajes mejora la resistencia y que nuestro diseño con fibra reciclado tiene mayor resistencia a la compresión.

Según Rivera y Sosa (2010), en su tesis denominada “Mejoramiento de las propiedades físicas, mecánicas y de durabilidad de un pavimento rígido, con adicción de fibras, Colombia 2010”, dice que durante la adicción del PET en la mezcla asfáltica mejora la resistencia a compresión añadiendo la dosificación de 1.5% 2% y 2.5%, siendo sobre los $f'c=400\text{kg/cm}^2$.

Se determina que en ambos casos estamos dentro de los parámetros mejorando su resistencia en el diseño con fibra de polietileno reciclado.

Tercera discusión:

En mi proyecto de tesis se evaluó la adición de polietileno de plástico (PET), para mejorar las propiedades físicas y mecánicas, así mismo se agregó una dosificación de 1.5%, 2% y 3%, Según mi proyecto se obtuvo una mejor resistencia a la flexión a los 28 días, con 1.5% de PET se obtuvo un 5.98, con 2% de PET se obtuvo 6.11 y con 3% se obtuvo 5.78, concluyendo que se tuvo un resultado óptimo, un aumento importante de resistencia a la flexión, sobrepasando la resistencia propuesta pero cumple con la norma específica.

Según Luis Espinoza (2020), en su tesis denominada “Incorporación de fibra de plástico en el pavimento flexible para mejorar su propiedad mecánica - física en la Av. Huandoy, Olivos 2020”, dice que durante la adicción del PET en la mezcla asfáltica disminuye la flexión pero se mantiene dentro del rango, añadiendo la dosificación de 3% se obtuvo 5.10, 3.5% obtuvo 5.11 y 4% obtuvo 5.13.

Se concluye que en mi tema de investigación como podemos ver, con la dosificación de 1.5% 2% y 3% los resultados fueron favorables, cumpliendo con la

norma específica, muestra que según Luis Espinoza, en sus dosificaciones disminuyen, pero en ambos casos estamos dentro del rango establecido.

VI. CONCLUSIONES

OG: De mi objetivo general que fue si al diseño de la mezcla asfáltica en frío agregar fibras de polietileno (PET) mejora su comportamiento físico – mecánico.

De mi investigación se concluye que cuanto mayor es la dosificación de fibras de polietileno (PET) mejoran sus propiedades físicas y mecánicas.

OE1: Determinar que las fibras de Polietileno mejoren las Propiedades físicas en un diseño de mezclas asfálticas en frío - Tacna 2021

Queda establecido que a mayor porcentaje de fibra de polietileno (PET) la estabilidad y flujo aumentan dentro de las propiedades físicas

OE2: Determinar que las fibras de Polietileno mejoren las Propiedades mecánicas en un diseño de mezclas asfálticas en frío - Tacna 2021.

La incorporación de fibras de Polietileno con respecto a las Propiedades mecánicas en un diseño de mezclas asfálticas, mejoran en las tres dosificaciones, teniendo una variabilidad en el ensayo de flexión, donde con 3% de adicción la flexión baja, pero aun así se encuentra dentro de los parámetros cumpliendo según norma. Según imagen N°15 y N16.

OE3: Calcular el porcentaje adecuado de fibras de polietileno de botellas de plástico para la elaboración del diseño de mezclas asfálticas en frío – Tacna 2021.

Las tres dosificaciones están dentro del rango, pero el resultado más óptimo es el 2% de PET.

VII. RECOMENDACIONES

HG: Las fibras de Polietileno mejora las Propiedades físicas en un diseño de mezclas asfálticas en frio - Tacna 2021.

Se recomienda el uso de la fibra de polietileno en el diseño de la mezcla asfáltica en un 2% de dosificación.

HE1: Las fibras de Polietileno mejora las Propiedades físicas en un diseño de mezclas asfálticas en frio - Tacna 2021.

De la investigación, se demuestra que añadiendo las fibras de Polietileno, tiene un buen comportamiento con los agregados, en las tres dosificaciones propuestas, lo cual si se recomienda el uso de ellas y así obtener mejores resultados en las Propiedades físicas en un diseño de mezclas asfálticas en frio.

HE2: Las fibras de Polietileno mejora las Propiedades mecánicas en un diseño de mezclas asfálticas en frio - Tacna 2021.

Se recomienda utilizar la mezcla asfáltica con un 2% de fibra de polietileno reciclado, sustituyendo un porcentaje del agregado fino, lo cual se obtiene una mejor resistencia a la comprensión y flexión.

HE3: Se puede calcular el % adecuado, de fibras de polietileno de botellas de plástico para la elaboración del diseño de mezclas asfálticas en frio – TACNA 2021.

Se recomienda realizar las investigaciones en la mezcla asfáltica adicionando la fibra de polietileno de plástico con mayor dosificación, con el propósito de encontrar las mejores propuestas para un buen diseño, en las propiedades mecánicas.

REFERENCIAS

Association, Asphalt Institute Manufactures. (2010). Manual Basico de Emulsiones Asfálticas. Printed in the USA: Library of Card Number.

Botto & Santacruz (2017). Evaluación de las propiedades en estado fresco y endurecido de un concreto para uso en pavimento rígido, adicionado con nanos compuestos de carbono. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Tesis para optar Maestría de Ingeniería Civil, de: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/21742>.

Chahua, J. y Huayta, P. (2018). Fibra sintética estructural para la optimización del diseño de un pavimento rígido en la nueva planta Farmagro – Huachipa – lima. Universidad Veritas Liberabit Vos, Facultad de Ingeniería y arquitectura y escuela profesional de Ingeniería civil, para optar el Título profesional de Ingeniero Civil.

Chapoñay & Quispe (2017). Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto Hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.H. Villa María – Nuevo Chimbote. Universidad Nacional del Santa. Tesis para optar el título de ingeniería civil, de <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2724>.

Fernando, A. (2015), Optimización del desempeño de pavimentos rígidos mediante la utilización de soporte lateral. Universidad Rafael Landívar, Guatemala. Tesis para optar el título de ingeniería civil, de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesis/2015/02/01/Szasdi-Fernando.pdf>

Garzón, D. (2009). Eficiencia en la transferencia de cargas en juntas transversales de pavimento rígido reforzado con fibras metálicas. Universidad Nacional de Colombia. Tesis para optar Maestría de Ingeniería Civil, de: <http://bdigital.unal.edu.co/1774/1/diegoorlandogarzonvergara.2009.pdf4>.

Guerrero, A. (2013). Producción de emulsiones asfálticas para mezclas en frío con SBS lineal de diferente microestructura. Altamira - México.

Girón, I. (2005). Estudio de las propiedades y aplicaciones Industriales del polietileno de alta densidad.

Hiliquin, M. (2016). Evaluación del estado de conservación del pavimento, utilizando el método PCI, en la Av. Jorge Chávez del distrito de Pocollay en el año 2016. Universidad privada de Tacna, Facultad de Ingeniería y escuela profesional de Ingeniería civil. Tesis para optar el título de Profesional de Ingeniero civil.

Infante, C. y Vásquez, D. (2016). Estudio comparativo de métodos convencionales y uso de polímeros EVA y SBS en la aplicación de mezclas asfálticas. Universidad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, Escuela académica profesional de Ingeniería civil. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Lao, W. (2007), Utilización de fibras Metálicas para la construcción de concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa. Universidad Ricardo Palma. Tesis para optar por el título de ingeniería civil, de: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2724>.

Lao, W. (2007). Utilización de fibras Metálicas para la construcción de concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa. Universidad Ricardo Palma Tesis para optar por el título de ingeniería civil, de: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2724>.

Lemit, S. (2015). Asfaltos Modificados con polímeros. Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica, de <http://www.lemitec.gov.ar/publicaciones.html>.

López, S y Veloz, Y (2013). Tesis Análisis Comparativo De Mezclas Asfálticas Modificadas Con Polímeros SBR y SBS, con Agregados provenientes de la cantera de Guayllabamba. Universidad de las fuerzas armadas, Escuela Politécnica del Ejército. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/6533>.

López, F (2004). Fundamento de los Polímeros, 1ra edición, Volumen N° 1. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Laboratorio de Organometálicos La Hechicera.

Marín, A. (2004). Asfaltos Modificados y Pruebas de Laboratorio para Caracterizarlos. Tesis, Instituto Politécnico Nacional, Ingeniería Civil.

Marín, R. (2009), El Pavimento de Hormigón Armado Continuo del Tramo Enlace de Albañil-Variante de Adra en la Autovía del Mediterráneo. Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones, de https://www.ieca.es/obra.asp?id_rep=289.

Metaute, D. y Casas, D. (2009). Desarrollo de una mezcla asfáltica utilizando residuos plásticos. Universidad EAFIT, Escuela de ingenierías Y Departamento de Ingeniería de procesos, proyecto de grado para aspirar el título de Ingenieros de Procesos, de https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/343/DianaMilena_MetauteHeredia_2009.pdf;jsessionid=459E94D293289E04AA32CA1A9D4E2351?sequence=1

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2013). Reglamento Nacional de Vehículos, de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_1021.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual de ensayo de materiales, Perú.

Montalvo, M. (2015), Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales. Pontificia Universidad Católica del Perú. Tesis para optar por el título de ingeniería civil, de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6117>.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2010), Norma CE.010 Pavimentos urbanos, Perú.}

Norma ce.010 pavimentos urbanos, de <https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=182>.

Norma Técnica Peruana 339.034. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas, de <https://es.slideshare.net/ERICKSA2/ntp339034-2008>.

Norma Técnica Peruana 339.078. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo, de <https://es.scribd.com/document/371812092/NTP-339-078-Ensayo-de-Flexion-pdf>.

Norma Técnica Peruana 339.183. Practica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio, de <https://es.scribd.com/document/372901325/NTP-339-183-2013-pdf>.

Norma Técnica Peruana 400.012. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global, de: <https://es.scribd.com/document/372901324/NTP-400-012-2013-pdf>.

Norma Técnica Peruana, petróleo y derivados. (n.d.). Perú.

Normas AASHTO y ASTM aplicables a asfaltos modificados.

Punto de inflamación ASTM D 92 (Punto de inflamación para materiales bituminosos).

Preciado, C. & Sierra, C. (2013). Utilización de Fibras Desechas de Procesos Industriales como Estabilizador de Mezclas Asfálticas. Tesis, Pontificia Universidad Javeriana, Ingeniería Civil, Colombia.

Ramírez, V. (2010). Utilización de escoria siderurgica para mejoramiento de mezclas asfálticas en frio. Ecuador - Quito - Quito.

Rivera, M. y Sosa, J. (2010). Mejoramiento en las propiedades físico, mecánicas y de durabilidad de un pavimento rígido, con la adición de fibras sintéticas estructurales. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Tesis para optar por el título de ingeniería civil, de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/2660>.

RIVVA López, Enrique, "Naturaleza y Materiales del Concreto" Capítulo Peruano del American Concrete Instituto (ACI).

Riva, E. (2000). Naturaleza y materiales del concreto. (A. Gómez, Ramos, & R. Herrera, Edits.) Lima: Aci Peru.

Rolando, F. (2002). Estudio comparativo entre mezclas asfálticas con Diluido RC-250 y emulsión. Universidad de Piura, Facultad de ingeniería y departamento de ingeniería. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1334/ICI_076.pdf.

Santos, L. (2006), Contribución de fibras PP provenientes de plásticos reciclados en el agrietamiento y resistencia del concreto en pavimentos portuarios de Veracruz. Universidad Veracruzana. Tesis para optar Maestría en Ingeniería Civil, de: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/1402/3/SantosCortezf.pdf>

Silvestre, D. (2017). Comparación técnica y económica de la mezcla asfáltica convencional y el refuerzo de plástico reciclado de Lima – 2017. Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Escuela profesional de Ingeniería Civil. Tesis para obtener el Título profesional de Ingeniero Civil.

Troncoso, J. & Reyes, O. (2005). Comportamiento Mecánico y Dinámico de una Mezcla. Ciencia e Ingeniería Neogranadina.

Uchua, F. (2010). Mezcla sólida de hidrocarburos y minerales que se emplea para pavimentar rutas y calles y para impermeabilizar techos, de <https://www.definicionabc.com/general/asfalto.php>.

Villar, J. (2000). Esquema actual y futuro de producción de Asfaltos en PEMEX refinación.

ANEXO

Anexo 1. Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿DE QUE MANERA LAS FIBRAS DE POLIETILENO DE BOTELLAS DE PLASTICO MEJORARIAN EL COMPORTAMIENTO FISICO - MECANICO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN FRIO – TACNA 2021?	analizar el comportamiento físico - mecánico de fibra de polietileno de botellas plástico en el diseño de mezclas asfálticas en frío – Tacna 2021	“las fibras de polietileno de plástico influye significativamente en el diseño de mezclas asfálticas en frío – Tacna 2021”	Independiente: FIBRAS DE POLIETILENO	Dosificación de fibras de polietileno de plástico	Porcentaje de la fibra de polietileno de botellas de plástico (1.5 %, 2%, 3%)	METODO DE INVESTIGACION
						METODO CIENTIFICO
						DISEÑO DE INVESTIGACION
						EXPERIMENTAL
Específicos	Específicos	Específicos				
¿De qué manera las fibras de Polietileno mejoren las Propiedades físicas en un diseño de mezclas asfálticas en frío - Tacna 2021?	Determinar que las fibras de Polietileno mejoren las Propiedades físicas en un diseño de mezclas asfálticas en frío - Tacna 2021	Las fibras de Polietileno mejora las Propiedades físicas en un diseño de mezclas asfálticas en frío - Tacna 2021.		Propiedades Físicas	Estabilidad - Fluencia (MARSHALL)	ENFOQUE DE INVESTIGACION
						CUANTITATIVA
¿De qué manera las fibras de Polietileno mejoren las Propiedades mecánicas en un diseño de mezclas asfálticas en frío - Tacna 2021?	Determinar que las fibras de Polietileno mejoren las Propiedades mecánicas en un diseño de mezclas asfálticas en frío - Tacna 2021	Las fibras de Polietileno mejora las Propiedades mecánicas en un diseño de mezclas asfálticas en frío - Tacna 2021				TIPO DE INVESTIGACION
						APLICATIVA
¿Cuál sería el % adecuado de fibras de polietileno de botellas de plástico para mejorar el diseño de mezclas asfálticas ecológicas en frío – Tacna 2021?	Calcular el porcentaje adecuado de fibras de polietileno de botellas de plástico para la elaboración del diseño de mezclas asfálticas en frío – Tacna 2021.	Se puede calcular el % adecuado, de fibras de polietileno de botellas de plástico para la elaboración del diseño de mezclas asfálticas en frío – TACNA 2021	Dependiente: COMPORTAMIENTO FISICO - MECANICO DE MEZCLA ASFALTICA EN FRIO	Propiedades Mecánicas	Ensayos de resistencia a la comprensión	POBLACION
						El estudio de la población ensayos de pavimentos con distintos porcentajes de polietileno.
						MUESTRA La muestra es conformada por briquetas cilíndricas de mezcla bituminosas en (dosificación sin el material adicional) y dosificación con polietileno al 1.5%, 2% y 3% adicional.
					Ensayos de resistencia a la flexión	La muestra es conformada por briquetas cilíndricas de mezcla bituminosas en (dosificación sin el material adicional) y dosificación con polietileno al 1.5%, 2% y 3% adicional.

Anexo 2. Matriz de Operacionalidad de variable

TITULO: ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIETILENO DE PLÁSTICO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO FISICO - MECANICO DE MEZCLA ASFALTICA EN FRÍO , TACNA 2021					
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
VARIABLE INDEPENDIENTE: FIBRAS DE POLIETILENO DE PLASTICO	Según (Plastivida, 2007) " La fibra de plástico significa la recuperación y el procedimiento de los mismos, cuando su vida útil termino, para usarlo en nuevas aplicaciones"	La fibras de polietileno de plástico serán utilizados como adición de una proporción de agregado para la elaboración de una mezcla asfáltica en frio.	Dosificación de fibras de polietileno de plástico	% de adicción de fibras de polietileno (1.5% - 2% - 3%)	Intervalo
VARIABLE DEPENDIENTE: COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO DE MEZCLA ASFALTICA EN FRIO	Reyes, et al (2013) estableció: Las mezclas asfálticas son aspectos relevantes en todo pavimento flexible, las cuales genera una resistencia óptima, no obstante, los agregados o mezclas (agregados minerales) son duros, materiales inertes como arena, grava, triturado piedra, escoria o polvo de roca.	Para conocer el comportamiento Fisico-mecanico de una mezcla asfáltica en frio se debe tener en cuenta las proporciones a usar de los materiales (especialmente del agregado de polietileno de botella reciclada) en el diseño de mezcla asfáltica en frio.	Propiedades Físicas	Estabilidad - Fluencia	Intervalo
			Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Comprensión	Razón
				Resistencia a la Flexión	Razón

Anexo 3. Resultados de ensayos laboratorio y fichas técnicas.

Tabla 17. ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO GRUESO

Tamices ASTM	Abertura (mm)	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	170.04	3.27	3.27	96.73
1/2"	12.700	2884.85	55.48	55.75	41.25
3/8"	9.525	1409.25	27.10	85.85	14.15
N° 4	4.760	558.01	10.73	96.58	3.42
N° 8	2.380	177.85	3.42	100.00	0.00
N° 16	1.190	0.00	0.00	100.00	0.00
BASE		68.22	6.42	100.00	0.00
Total		5200.00			

Fuente: Elaboración propia

Imagen 17. CURVA GRANULOMÉTRICA DE AGREGADO GRUESO

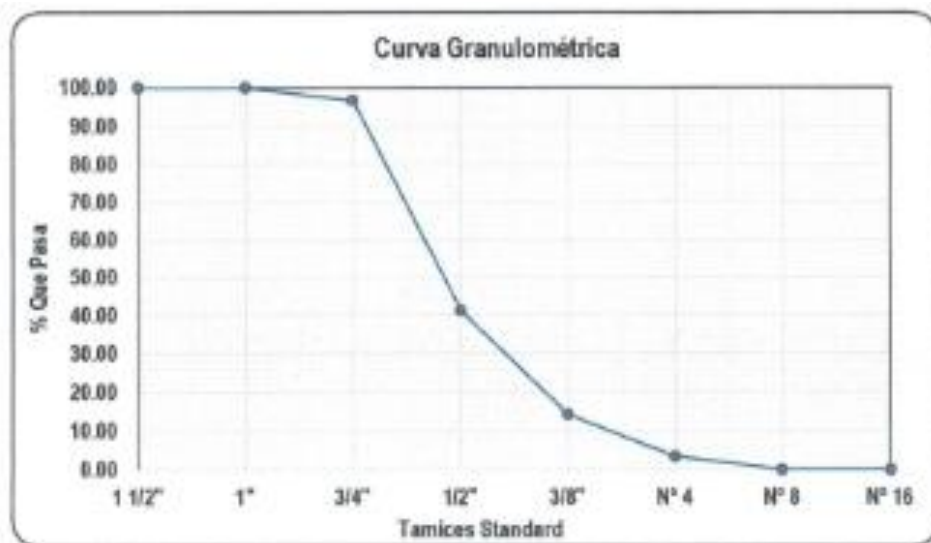


Tabla 18. PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO GRUESO

ITEM	PE-1	PE-2	PE-3
W.Tara (g)	132.03	133.35	140.72
W.Canastilla Sumergida (g)	1011.10	1009.87	1009.99
W Tara + Muestra SSS (g)	1682.16	1685.92	1664.22
W. canastilla + Muestras Sumergida (g)	1978.27	1967.93	1955.51
W. Muestra SSS(g)	1550.13	1552.57	1523.5
W. Muestra SSS sumergida (g)	967.17	967.06	945.52
Volumen de la muestra SSS (cc)	582.96	585.51	577.98
Volumen dela muestra (cc)	571.07	573.26	562.70
Peso específico de la masa (Pem) (g/cc)	2.639	2.631	2.609
Peso específico masa saturada con superficie Seca(Pesss) (g/cc)	2.659	2.652	2.636
Peso específico aparente (Pea)(g/cc)	2.694	2.687	2.680
Peso específico de la masa (Pem) (g/cc)		2.626	
Peso específico masa saturada con superficie Seca(Pesss) (g/cc)		2.649	
Peso específico aparente (Pea)(g/cc)		2.687	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. ABSORCION DE AGREGADO GRUESO

ITEM	ABS-1	ABS-2	ABS-3
W. Tara + Muestra seca (g)	1670.27	1673.67	1648.94
W. Muestra Seca (g)	1538.24	1540.32	1508.22
Absorción (%)	0.77	0.80	1.01
Absorción (%)		0.86	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. ABRASION LOS ANGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5mm (1 ½").

Medida del Tamiz (Abertura Cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g			
Que Pasa	Retenido sobre	A	B	C	B
1 ½"	1"	-	-	-	-
1"	¾"	-	-	-	-
¾"	½"	-	2500.35	-	-
½"	3/8"	-	2501.74	-	-
3/8"	¼"	-	-	-	-
¼"	N°4	-	-	-	-
N°4	N°8	-	-	-	-
W. Muestra Seca (g)		-	5002.090	-	-
W. después del ensayo (g)		-	4119.820	-	-
W. que pasa tamiz N°12 (g)		-	882.270	-	-
Desgaste (%)			17.638		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. GRANULOMETRIA POR TAMIZADO DE PORCENTAJES DE PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	0.00
1 ½"	38.100	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	0.00
¾"	19.050	0.00	0.00	0.00	0.00
½"	12.700	2557.23	63.44	63.44	36.56
3/8"	9.525	1029.35	25.54	88.98	11.02
BASE		444.15	11.02	100.00	0.00
Total		W. Muestra Seca (g): 4030.73			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. PARTICULAS CON UNA CARA FRACTURADA

TAMICES ASTM		TAMAÑO DE PARTICULAS		W. Muestra (g)	W. Muestra Fracturada (g)	% Partículas Fracturada	Promedio Partículas Fracturadas (%)
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	% que pasa	% Retenido Parcial				
2"	1 ½"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 ½"	1"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	¾"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
¾"	½"	36.56	63.44	505.24	78.32	15.50	983.47
½"	3/8"	11.02	25.54	204.41	38.91	19.04	486.11
Total		-	88.98	709.65	117.23	34.54	1469.58
Partículas con una Cara Fracturada (%): 82.40							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. PARTICULAS CON DOS O MAS CARA FRACTURADAS

TAMICES ASTM		TAMAÑO DE PARTICULAS		W. Muestra (g)	W. Muestra Fracturada (g)	% Partículas Fracturada	Promedio Partículas Fracturadas (%)
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	% que pasa	% Retenido Parcial				
2"	1 ½"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 ½"	1"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	¾"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
¾"	½"	36.56	63.44	505.24	342.84	67.86	4305.07
½"	3/8"	11.02	25.54	204.41	124.65	60.98	1557.29
Total		-	88.98	709.65	467.49	128.84	5862.36
Partículas con dos o mas caras Fracturada (%): 65.88							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. PARTICULAS CHATAS

TAMICES ASTM		TAMAÑO DE PARTICULAS		W. Muestra (g)	W. Partículas Chatas(g)	% Partículas chatas	Promedio Partículas chatas (%)
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	% que pasa	% Retenido Parcial				
2"	1 ½"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 ½"	1"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	¾"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
¾"	½"	36.56	63.44	505.24	3.99	0.79	50.10
½"	3/8"	11.02	25.54	204.41	8.95	4.38	111.82
Total		-	88.98	709.65	12.94	5.17	161.92

Partículas chatas (%): 1.82

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. PARTICULAS ALARGADAS

TAMICES ASTM		TAMAÑO DE PARTICULAS		W. Muestra (g)	W. Partículas Chatas(g)	% Partículas chatas	Promedio Partículas chatas (%)
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	% que pasa	% Retenido Parcial				
2"	1 ½"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 ½"	1"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	¾"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
¾"	½"	36.56	63.44	505.24	0.00	0.00	0.00
½"	3/8"	11.02	25.54	204.41	2.75	1.35	34.36
Total		-	88.98	709.65	2.75	1.35	34.36

Partículas ALARGADAS (%): 0.39

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO FINO

Tamices ASTM	Abertura (mm)	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	16.26	1.53	1.53	98.47
N° 8	2.380	110.19	10.37	11.90	88.10
N° 16	1.190	256.19	24.11	36.01	63.99
N° 30	0.590	177.98	16.75	52.76	47.24
N° 50	0.300	150.78	14.19	66.95	33.05
N° 100	0.149	198.70	18.70	85.65	14.35
N° 200	0.075	84.26	7.93	93.58	6.42

BASE		68.22	6.42	100.00	0.00
Total		1062.57			

Fuente: Elaboración propia

Imagen 18. Curva Granulométrica de Agregado Grueso

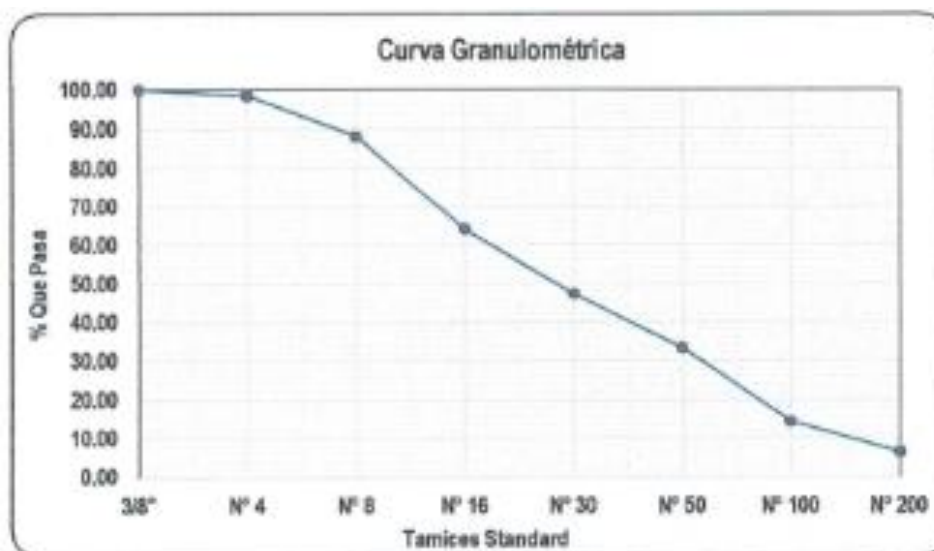


Tabla 27. PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO FINO

ITEM	GEF-1	GEF-2	GEF-3
Volumen del recipiente (cc)	500.00	500.00	500.00
W. Tara (g)	132.03	133.37	140.73
W Tara + Muestra SSS (g)	659.17	669.36	663.64
W. muestra + Fiola + Agua (g)	984.94	984.21	981.53
W. Fiola + Agua (g)	655.73	649.17	654.19
W. Muestra SSS(g)	527.14	535.99	522.91
Peso específico aparente (g/cc)	2.639	2.643	2.649
Peso específico SSS (g/cc)	2.663	2.667	2.674
Peso específico nominal(g/cc)	2.704	2.708	2.716
Peso específico aparente (g/cc)		2.64	
Peso específico SSS (g/cc)		2.67	
Peso específico nominal (g/cc)		2.71	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. ABSORCION DE AGREGADO FINO

ITEM	ABF-1	ABF-2	ABF-3
W. Tara + Muestra seca (g)	654.42	664.52	658.79
W. Muestra Seca (g)	527.14	535.99	522.91
Absorción (%)	522.39	531.15	518.06
Absorción (%)	0.909	0.911	0.936

Absorción (Prom.) (%)

0.919

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200

ITEM	PM-1	PM.2	PM-3
W. Tara (g)	0.00	0.00	0.00
W. Tara + Muestra Seca (g)	530.14	527.43	531.48
W. Tara +Muestra seca después del lavado (g)	487.27	485.75	489.39
W. Muestra seca (g)	530.14	527.43	531.48
W. Muestra Seca después del lavado (g)	487.27	485.75	489.39
Material Fino que pasa la Malla N°200(%)	8.087	7.902	7.919
		7.969	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. FACTORES DE AREA SUPERFICIAL

Tamices ASTM	Abertura mm	% Que pasa	Const. (A.S) p2/libra	Area Superficial
1 ½"	38.100	100.00	0	0.00
1"	25.400	100.00	0	0.00
¾"	19.050	98.56	2	197.12
½"	12.700	74.15	2	148.30
3/8"	9.525	62.23	2	124.45
N°4	4.760	56.65	2	113.30
N°8	2.380	49.34	4	197.34
N°16	1.190	35.83	8	286.68
N°30	0.590	26.45	14	370.36
N°50	0.300	18.51	30	555.24
N°100	0.149	8.04	60	482.16
N°200	0.075	3.60	160	575.23
			TOTAL	30.50

Fuente: Elaboración propia

Imagen 19. CURVA QUE DAN EL INDICE ASFALTICO POR UNIDAD DE AREA SUPERFICIAL

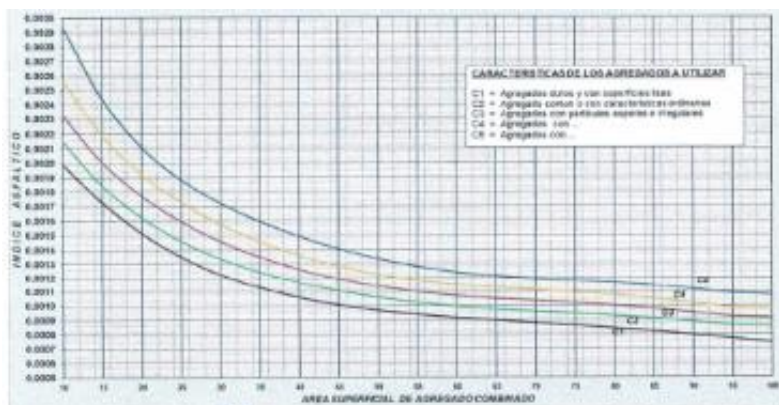
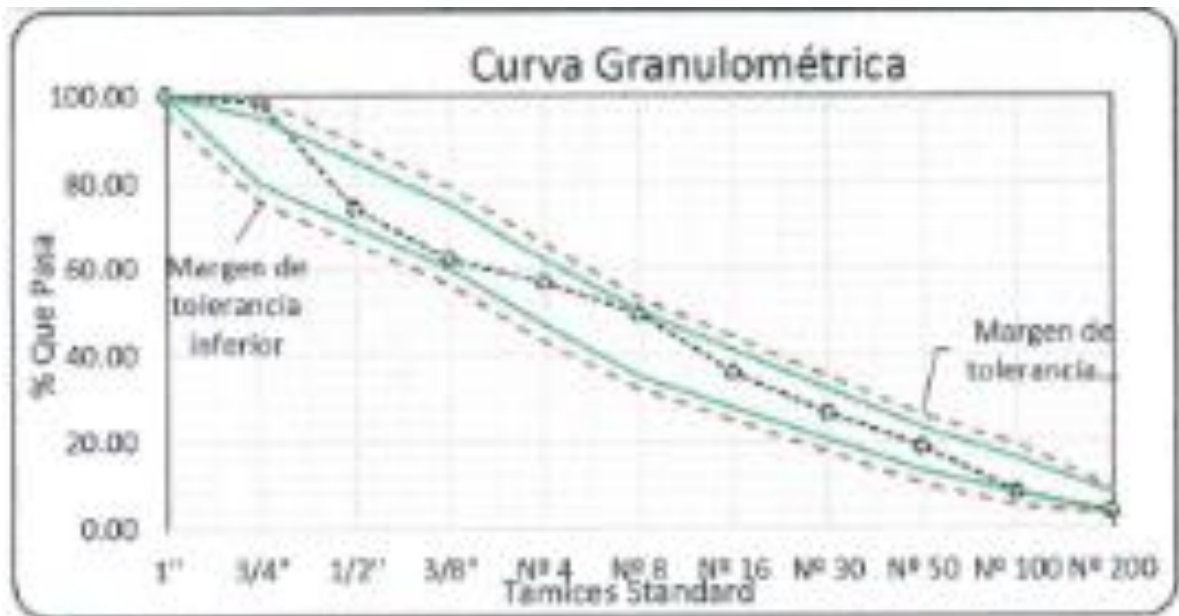


Tabla 31. COMBINACION DE AGREGADOS

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Ag. Grueso (%)	Ag. Fino (%)	Mezcla específica	Gradación MDF-2		Tolerancia (%)
1 1/2"	38.100	44.00	56.00	100.00			
1"	25.400	44.00	56.00	100.00	100	100	4
3/4"	19.050	42.56	56.00	98.56	80	95	4
1/2"	12.700	18.15	56.00	74.15			
3/8"	9.525	6.23	56.00	62.23	60	75	4
N° 4	4.760	1.50	55.14	56.65	47	62	4
N° 8	2.380	0.00	49.34	49.34	35	50	3
N° 16	1.190	0.00	35.83	35.83			
N°30	0.590	0.00	26.45	26.45			
N°50	0.300	0.00	18.51	18.51	13	23	3
N°100	0.149	0.00	8.04	8.04			
N°200	0.075	0.00	3.60	3.60	3	8	1

Fuente: Elaboración propia

Imagen 20. CURVA GRANULOMÉTRICA DE COMBINACIÓN DE AGREGADOS



Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. ESPESOR y/o ALTURA DE LAS PROBETAS "BRIQUETAS

N° BRIQUETAS	% de Asfalto	Altura de las Probetas o Briquetas				
		H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	H ₄ (cm)	Promedio (cm)
1	4.80%	6.50	6.52	6.55	6.57	6.54
2	5.00%	6.50	6.50	6.57	6.50	6.52
3	5.20%	6.53	6.45	6.54	6.54	6.52
4	5.40%	6.46	6.53	6.54	6.52	6.51

Fuente: Elaboración Propia



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA

PROYECTO : Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en frío, Tacna 2021

SOLICITANTE : Vanessa del Pilar Cardenas Merdoza

ESTUDIO : Diseño de mezcla asfáltica

UBICACIÓN : Moquegua - Ito - P. metalúrgica

MUESTRA : -

FECHA : 12 de Agosto de 2021

MATERIAL : -

Km / Prog : -

PROF : -

MARGEN : -

ITEM	CARACTERISTICAS	MUESTRAS		CONSIDERACIONES
		Ag. Fino	Ag. Grueso	
1	Combinación de agregados (%)	56.00	44.00	Peso específico RC-250 (g/cc) 0.968
2	Combinación de agregados corregida (%)	53.20	41.80	Asfalto (%) 5.000
3	Peso Específico (g/cc)	2.710	2.687	Espesor (Carpeta asfáltica) (pulg) 2
4	Tamaño Máximo nominal	Nº8	1/2"	
5	Contenido de humedad (%)	0.619	0.17	

VOLUMEN DE MATERIALES (SECO)

CORRECCION POR HUMEDAD

CARACTERISTICAS	Vol. Abs. (m3)	Peso (kg)	CARACTERISTICAS	(1+Humedad)	Vol. (m3)
Asfalto	0.005	124.366	Agregado Grueso (Humedo)	1.002	1041.636
Agregado Grueso (seco)	0.016	1039.868	Agregado Fino (Humedo)	1.006	1331.661
Agregado Fino (seco)	0.020	1323.469			
Total	0.040	2487.723			

DISEÑO PARA 1.00 m3

CARACTERISTICAS	Peso (kg)
Agregado Grueso	1041.636
Agregado Fino	1331.661
Asfalto (25.45 Gln)	96.119
Total	2469.416

DISEÑO PARA 1.00 m2

CARACTERISTICAS	Peso (kg)
Agregado Grueso	52.915
Agregado Fino	67.648
Asfalto (1.29 Gln)	4.883
Total	125.446

Observación:

- El diseño está sujeto solo para este tipo de material.
- Si se aplica el diseño de mezcla asfáltica con la combinación de agregados sin corregir el porcentaje de asfalto puede variar.
- El material fue proporcionado por el solicitante.

RESULTADOS

Combinación de Agregados

Ag. Fino (%): 56.00 Ag. Grueso (%) 44.00

Combinación de Agregados (Corregida)

Ag. Fino (%): 53.00 Ag. Grueso (%) 42.00

Cantidad de Asfalto (Gln/m3)

Asfalto (gln): 25.45 Asfalto (%) 5.000

Cantidad de Asfalto (Gln/m2)

Asfalto (gln): 1.29 Asfalto (%) 5.000

Trabajabilidad

Características Combinación de agregados

Ag. Fino (%): 53.00 56.00

Ag. Grueso (%): 42.00 44.00

Asfalto (gln/m3): 25.45 25.45

Juan Miguel Quiroz Quijse
Juan Miguel Quiroz Quijse
 TECNICO LABORATORISTA

Juho Cesar Carrion Gutiérrez
Juho Cesar Carrion Gutiérrez
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 235012



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

**CANTIDAD DE ASFALTO
(METODO DE LAS AREAS SUPERFICIALES)**

PROYECTO : Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en río, Tacna 2021

SOLICITANTE : Vanessa del Pilar Cardenas Mendoza

ESTUDIO : Diseño de mezcla asfáltica

UBICACIÓN : Moquegas - Ilo - P. Industrial

MUESTRA : -

FECHA : 12 de Agosto de 2021

MATERIAL : -

Km / Prog : -

PROF. : -

MARGEN : -

MÉTODO DE LAS AREAS SUPERFICIALES

P. e. (Agregado Grueso): 2.687 g/cc P. e. (Promedio): 2.699 g/cc

P. e. (Agregado Fino): 2.710 g/cc Índice de Asfalto (A.S.): 0.00167

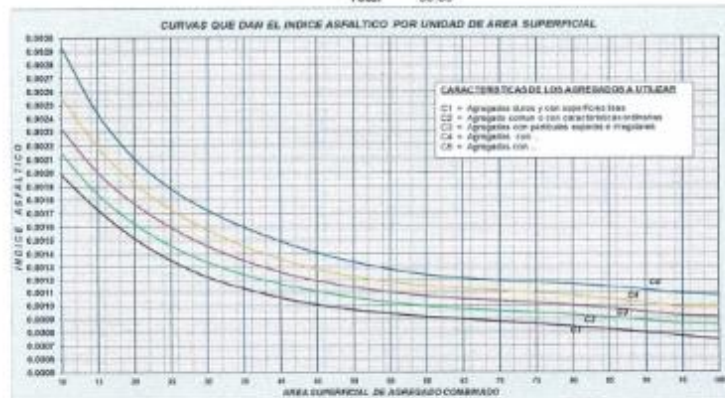
FACTORES DE AREA SUPERFICIAL

Tamices ASTM	Abertura mm	% Que pasa	Const.(A.S) p2/fibra	Area Superficial
1 1/2"	38.100	100.00	0	0.00
1"	25.400	100.00	0	0.00
3/4"	19.050	98.56	2	197.12
1/2"	12.700	74.15	2	148.30
3/8"	9.525	62.23	2	124.45
Nº4	4.760	56.65	2	113.30
Nº8	2.380	49.34	4	197.34
Nº16	1.190	35.83	8	266.68
Nº30	0.590	26.45	14	370.36
Nº50	0.300	18.51	30	555.24
Nº100	0.149	8.04	60	482.16
Nº200	0.075	3.60	160	575.23
Total				30.50

$$\% \text{Asf.} = \frac{2.65 \cdot A. \text{Superficial} \cdot \text{Índice Asfalto}}{\text{Peso específico del agregado}}$$

% Asfalto: 3.50 - 7.00 Según Tabla
% Asfalto: 5.00

Observación:
Las constantes K para hallar las áreas superficiales, se utilizaran a partir de donde se considera el parametro de las gradaciones.



Julio Cesar Carrion Gutiérrez
INGENIERO CIVIL
CIP N° 235012

Juan Miguel Guiza Quijse
TECNICO LABORATORISTA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

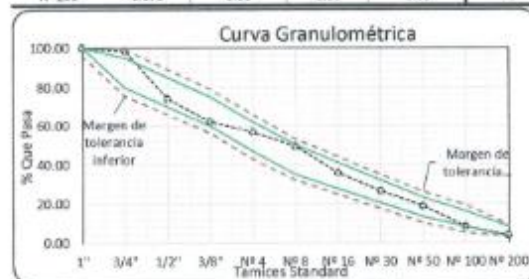
COMBINACION DE AGREGADOS

PROYECTO : Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en frío, Tacna 2021	
SOLICITANTE : Vanessa del Pilar Cárdenas Méndez	
ESTUDIO : Diseño de mezcla asfáltica	MATERIAL : -
UBICACIÓN : Moquegua - Ilo - P. Industrial	Km / Prog : -
MUESTRA : -	PROF. : -
FECHA : 12 de Agosto de 2021	MARGEN : -

RESULTADO DE TANTEO

Descripción	Primer Tanteo	Segundo Tanteo	Tanteo Resultante
Agregado fino (%):	56.00	57.00	56.00
Agregado grueso (%):	44.00	43.00	44.00

Tamices ASTM	Abertura mm	Ag. Grueso (%)	Ag. Fino (%)	Mezcla Específica	Gradación MDF-2		Tolerancia (%)
1 1/2"	38.100	44.00	56.00	100.00			
1"	25.400	44.00	56.00	100.00	100	100	4
3/4"	19.050	42.56	56.00	98.56	80	96	4
1/2"	12.700	18.15	56.00	74.15			
3/8"	9.525	6.23	56.00	62.23	60	75	4
Nº 4	4.750	1.50	55.14	56.65	47	62	4
Nº 8	2.380	0.00	49.34	49.34	35	50	3
Nº 16	1.190	0.00	35.83	35.83			
Nº 30	0.590	0.00	26.45	26.45			
Nº 50	0.300	0.00	18.51	18.51	13	23	3
Nº 100	0.149	0.00	8.04	8.04			
Nº 200	0.075	0.00	3.60	3.60	3	8	1




Resultados

Descripción	Tamices frac. gruesa	% Que pasa	Aceptación	Tamices frac. fina	% Que pasa	Aceptación
Mezcla específica de la combinación de agregados	1 1/2"	100.00	Aceptado	Nº 4	56.65	Aceptado
	1"	100.00	Aceptado	Nº 8	49.34	Aceptado
	3/4"	98.56	Aceptado	Nº 16	35.83	Aceptado
	1/2"	74.15	Aceptado	Nº 30	26.45	Aceptado
	3/8"	62.23	Aceptado	Nº 50	18.51	Aceptado
Observación	Cumple con la gradación y los márgenes de tolerancias establecidas para el diseño de estirio en frío.			Nº 100	8.04	Aceptado
				Nº 200	3.60	Aceptado


Juan Miguel Guiles Quijpe
 TECNICO LABORATORISTA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS


Julio Cesar Carrion Gutierrez
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 235012

	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezclas asfálticas en frío, Tacna 2021	
SOLICITANTE : Vanessa del Pilar Cardenas Mendoza	
ESTUDIO : Diseño de mezcla asfáltica	MATERIAL : -
UBICACIÓN : Moquegua - Ilo - Pinalambria	Km / Prog : -
MUESTRA : -	PROF. : -
FECHA : 12 de Agosto de 2021	MARGEN : -

Agregado Fino

ITEM	CARACTERISTICAS	MUESTRA		
		CHF-1	CHF-2	CHF-3
1	W. Tara (g)	130.09	104.57	135.70
2	W. Tara + Muestra Húmeda (g)	749.23	725.47	730.11
3	W. Tara + Muestra Seca (g)	745.57	721.59	726.36
4	W. Muestra Húmeda (g)	619.14	620.90	594.41
5	W. Muestra Seca (g)	615.48	617.02	590.66
6	W. Agua (g)	3.66	3.88	3.75
7	Contenido de Humedad (%)	0.595	0.629	0.635
8	Contenido de Humedad (%)	0.619		


Agregado Grueso

ITEM	CARACTERISTICAS	MUESTRA		
		CHG-1	CHG-2	CHG-3
1	W. Tara (g)	76.70	86.68	85.28
2	W. Tara + Muestra Húmeda (g)	931.53	853.18	903.26
3	W. Tara + Muestra Seca (g)	929.97	851.84	902.02
4	W. Muestra Húmeda (g)	854.83	766.50	817.98
5	W. Muestra Seca (g)	853.27	765.16	816.74
6	W. Agua (g)	1.56	1.34	1.24
7	Contenido de Humedad (%)	0.183	0.175	0.152
8	Contenido de Humedad (%)	0.170		

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.


 Juan Miguel Quico Quirope
 TECNICO LABORATORISTA
 Laboratorio de Muestreo y Pruebas


 Julio Cesar Carrion Gutierrez
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 235012



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

PROYECTO : Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en frío, Tacna 2021	
SOLICITANTE : Vanessa del Pilar Cardenas Mendoza	MATERIAL : Agregado grueso
ESTUDIO : Diseño de mezcla asfáltica	Km / Prog : -
UBICACIÓN : Moquegua - Ito - P inelámbrica	PROF. : -
MUESTRA : -	MARGEN : -
FECHA : 12 de Agosto de 2021	

PESO ESPECIFICO (PIEDRA)


ITEM	PE-1	PE-2	PE-3
W. Tara (g)	132.03	133.35	140.72
W. Canastilla Sumergida (g)	1011.10	1009.87	1009.99
W. Tara + Muestra SSS (g)	1682.16	1685.92	1664.22
W. canastilla + Muestra sumergida (g)	1978.27	1976.93	1955.51
W. Muestra SSS (g)	1550.13	1552.57	1523.50
W. Muestra SSS sumergida (g)	967.17	967.06	945.52
Volumen de la muestra SSS (cc)	582.96	585.51	577.98
Volumen de la muestra (cc)	571.07	573.26	562.70
Peso especifico de la masa (P_m) (g/cc)	2.639	2.631	2.609
Peso especifico masa saturada con superficie seca (P_{ms}) (g/cc)	2.659	2.652	2.636
Peso especifico aparente (P_a) (g/cc)	2.694	2.687	2.680
Peso especifico de la masa (P_m) (g/cc)		2.626	
Peso especifico masa saturada con superficie seca (P_{ms}) (g/cc)		2.649	
Peso especifico aparente (P_a) (g/cc)		2.687	


ABSORCION (PIEDRA)

ITEM	ABS-1	ABS-2	ABS-3
W. Tara + Muestra seca (g)	1670.27	1673.67	1648.94
W. Muestra Seca (g)	1538.24	1540.32	1508.22
Absorcion (%)	0.77	0.80	1.01
Absorcion (%)		0.86	

RESULTADOS
Peso especifico (g/cc)
2.687
Absorcion (%)
0.86

Observación:
- El material fue proporcionado por el solicitante.


Juan Miguel Guiles Guispe
TECNICO LABORATORISTA
CIP N° 235012


Julio César Carmon Guibierrez
INGENIERO CIVIL
CIP N° 235012



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION

PROYECTO : Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en frío, Tacna 2021

SOLICITANTE : Vanessa del Pilar Cerdas Mendoza

ESTUDIO : Diseño de mezcla asfáltica

UBICACIÓN : Moquegua - Ilo - P. Inalámbrica

MUESTRA : -

FECHA : 12 de Agosto de 2021

MATERIAL : Agregado Fino

Km / Prog : -

PROF. : -

MARGEN : -

GRAVEDAD ESPECIFICA (ARENA)

ITEM	MUESTRAS		
	GEF-1	GEF-2	GEF-3
Volumen de recipiente (cc)	500.00	500.00	500.00
W. Tara (g)	132.03	133.37	140.73
W. Tara + Muestra SSS (g)	659.17	669.36	663.64
W. Muestra + Fiola + Agua (g)	984.94	984.21	981.53
W. Fiola + Agua (g)	655.73	649.17	654.19
W. Muestra SSS (g)	527.14	535.99	522.91
Peso específico aparente (g/cc)	2.639	2.643	2.649
Peso específico SSS (g/cc)	2.663	2.667	2.674
Peso específico nominal (g/cc)	2.704	2.708	2.716
Peso esp. aparente (g/cc)	2.64		
Peso específico SSS (g/cc)	2.67		
Peso específico nominal (g/cc)	2.71		

ABSORCION (ARENA)

ITEM	MUESTRAS		
	ABF-1	ABF-2	ABF-3
W. Tara + Muestra seca (g)	654.42	664.52	658.79
W. Muestra SSS(g)	527.14	535.99	522.91
W. Muestra Seca(g)	522.39	531.15	518.06
Absorción (%)	0.909	0.911	0.936
Absorción (Prom.)(%)	0.919		

RESULTADOS

Peso específico (g/cc)

2.710

Absorción (%)

0.919

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.
- Propiedades de la fracción fina.

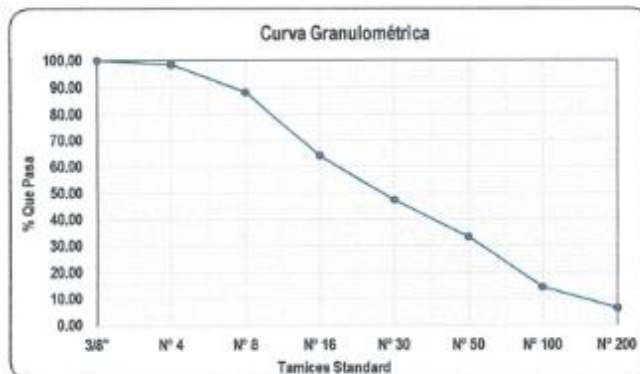
Julián Miguel Quispe Quirope
INGENIERO CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Julio Cesar Carrion Gutiérrez
INGENIERO CIVIL
CIP N° 235012

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en frío, Tacna 2021	
SOLICITANTE : Vanessa del Pilar Cardenas Mendoza	
ESTUDIO : Diseño de mezcla asfáltica	MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Moquegua - Ilo - P. Inalámbrica	Km / Prog : -
MUESTRA : -	PROF. : -
FECHA : 12 de Agosto de 2021	MARGEN : -

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Observación
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	Tamaño máximo del agregado N°8
N° 4	4.760	16.26	1.53	1.53	98.47	W. Muestra seca (g) 1062.57
N° 8	2.380	110.19	10.37	11.90	89.10	W. Muestra despues lavado (g) 1001.08
N° 16	1.190	256.19	24.11	36.01	63.99	% Perdida 5.79
N° 30	0.600	177.98	16.75	52.76	47.24	
N° 50	0.300	150.78	14.19	66.95	33.05	
N° 100	0.149	198.70	18.70	85.65	14.35	
N° 200	0.075	84.26	7.93	93.58	6.42	
Base		68.22	6.42	100.00	0.00	-
Total		1062.57	-	-	-	-



Observación:

- Agregado fino: La cantidad de muestra de agregado fino, después de secado, debe ser de 300 g mínimo.
- El material fue proporcionado por el solicitante.


 Juan Miguel Guiles Guile
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 235012


 Julio Cesar Carrion Gutierrez
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 235012



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en frío, Tacna 2021

SOLICITANTE : Vanessa del Pilar Corderas Mendoza

ESTUDIO : Diseño de mezcla asfáltica

UBICACION : Moquegua - Ilo - Pinalambria

MUESTRA : -

FECHA : 12 de Agosto de 2021

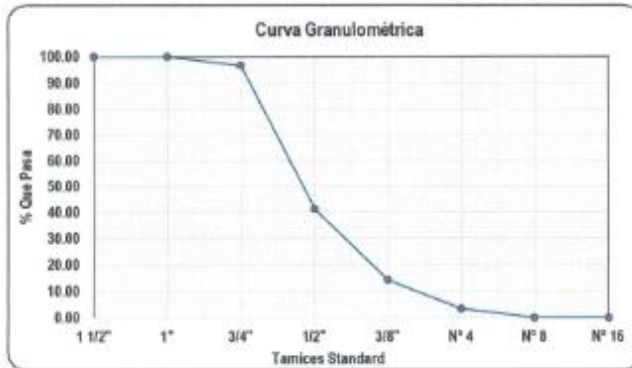
MATERIAL : Agregado grueso

Km / Prog : -

PROF. : -

MARGEN : -

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Observación
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Tamaño máximo del agregado
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	1/2"
3/4"	19.050	170.04	3.27	3.27	96.73	W. Muestra seca (g)
1/2"	12.700	2884.85	55.48	58.75	41.25	5200.00
3/8"	9.525	1409.25	27.10	85.85	14.15	W. Muestra después lavado (g)
Nº 4	4.760	558.01	10.73	96.58	3.42	5200.00
Nº 8	2.380	177.85	3.42	100.00	0.00	% Perdida
Nº 16	1.190	0.00	0.00	100.00	0.00	-
Base		0.00	0.00	100.00	0.00	
Total		5200.00	-	-	-	



Observación:

- Agregado fino: La cantidad de muestra de agregado fino, después de secado, debe ser de 300 g mínimo.
- El material fue proporcionado por el solicitante.


 Juan Miguel Quiroz Guispe
 TECNICO LABORATORISTA
 Mecánica de Suelos y Pavimento


 Julio Cesar Carrion Gutierrez
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 235912



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200

PROYECTO : Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en frío, Tacna 2021

SOLICITANTE : Vanessa del Pilar Cardenas Mendoza

ESTUDIO : Diseño de mezcla asfáltica

UBICACIÓN : Moquegua - Ito - P. Iniaembra

MUESTRA : -

FECHA : 12 de Agosto de 2021

MATERIAL : Agregado Fino

Km / Prog : -

PROF. : -

MARGEN : -

Item	PM-1	PM-2	PM-3
W. Tara (g)	0.00	0.00	0.00
W. Tara + Muestra Seca (g)	530.14	527.43	531.48
W. Tara + Muestra seca despues del lavado (g)	487.27	485.75	489.39
W. Muestra seca (g)	530.14	527.43	531.48
W. Muestra Seca despues del lavado (g)	487.27	485.75	489.39
Material Fino que pasa la Malla N°200 (%)	8.087	7.902	7.919
		7.969	

Observación:- El material fue proporcionado por el solicitante.


Juan Miguel Oefica Orospe
TECNICO LABORATORISTA
Mecanica y Pavimentos


Ing. Julio Cesar Carrion Gutierrez
INGENIERO AMBIENTAL
CIP N° 235012



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

ABRACION LOS ANGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 1/2")

PROYECTO : Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en Ho, Taqna 2021	
SOLICITANTE : Vaneasa del Pilar Corderas Mendoza	MATERIAL : Agregado grueso
ESTUDIO : Diseño de mezcla asfáltica	Km / Prog : -
UBICACIÓN : Moquegua - Ito - P Inalambria	PROF. : -
MUESTRA : -	MARGEN : -
FECHA : 12 de Agosto de 2021	

Medida del Tamiz (Abertura Cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g			
Que Pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	B
1 1/2"	1"	-	-	-	-
1"	3/4"	-	-	-	-
3/4"	1/2"	-	2500.35	-	-
1/2"	3/8"	-	2501.74	-	-
3/8"	1/4"	-	-	-	-
1/4"	N°4	-	-	-	-
N°4	N°8	-	-	-	-
W. Muestra Seca (g)		-	5002.090	-	-
W. despues del ensayo (g)		-	4119.820	-	-
W. que pasa tamiz N° 12 (g)		-	882.270	-	-
Desgaste (%)		17.838			

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.


Juan Miguel Quica Quispe
TÉCNICO LABORATORISTA
Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos


Ing. Julio Cesar Carrion Gutierrez
INGENIERO AMBIENTAL
CIP N° 235012



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO

PROYECTO : Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en frío, Tacos 2021

SOLICITANTE : Vaseca del Pilar Cardenas Mendosa

ESTUDIO : Diseño de mezcla asfáltica

UBICACIÓN : Moquegua - Ilo - P. Insularica

MUESTRA : -

FECHA : 12 de Agosto de 2021

MATERIAL : Agregado grueso

Km / Prog : -

PROF. : -

MARGEN : -

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pesa
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	2557.23	63.44	63.44	36.56
3/8"	9.525	1029.35	25.54	88.98	11.02
Base		444.15	11.02	100.00	0.00
Total		4030.73			W. Muestra Seca (g): 4030.73

Partículas con una Cara Fracturada

Tamices ASTM	Tamaño de Partícula	W. Muestra	W. Muestra Fracturada	% Partícula Fracturada	Promedio Partículas Fracturadas (%)
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	% Que pesa	% Retenido Parcial	(g)	(g)
2"	1 1/2"	100.00	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	1"	100.00	0.00	0.00	0.00
1"	3/4"	100.00	0.00	0.00	0.00
3/4"	1/2"	36.56	63.44	505.24	78.32
1/2"	3/8"	11.02	25.54	204.41	38.91
Total			88.98	709.65	117.23

Partículas con una Cara Fracturada (%): 82.40

Partículas con dos o más Caras Fracturadas

Tamices ASTM	Tamaño de Partícula	W. Muestra	W. Muestra Fracturada	% Partícula Fracturada	Promedio Partículas Fracturadas (%)
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	% Que pesa	% Retenido Parcial	(g)	(g)
2"	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	1"	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	3/4"	0.00	0.00	0.00	0.00
3/4"	1/2"	15.50	63.44	505.24	342.84
1/2"	3/8"	19.04	25.54	204.41	124.65
Total			88.98	709.65	467.49

Partículas con dos o más Caras Fracturadas (%): 65.88

Juan Miguel Quica Quispe
TECNICO LABORATORISTA

Ing. Julio Cesar Carrión Gutierrez
INGENIERO AMBIENTAL
CIP N° 235012



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

PROYECTO : Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en frío, Tacna 2021

SOLICITANTE : Viveresa del Pilar Cardenas Méndez

ESTUDIO : Diseño de mezcla asfáltica

UBICACIÓN : Moquegua - Ilo - P Interurbica

MUESTRA : -

FECHA : 12 de Agosto de 2021

MATERIAL : Agregado grueso

Km / Prog : -

PROF. : -

MARGEN : -

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	2557.23	63.44	63.44	36.56
3/8"	9.525	1029.35	25.54	88.98	11.02
Base		444.15	11.02	100.00	0.00
Total		4030.73		W. Muestra Seca (g):	4030.73

PARTICULAS CHATAS

Tamices ASTM Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	Tamaño de Partícula % Que pasa	% Retenido Parcial	W. Muestra (g)	W. Partículas Chatas (g)	Partículas Chatas (%)	Promedio Partículas chatas (%)
2"	1 1/2"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	1"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	3/4"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3/4"	1/2"	36.56	63.44	505.24	3.99	0.79	50.10
1/2"	3/8"	11.02	25.54	204.41	8.95	4.36	111.82
Total		-	88.98	709.65	12.94	5.17	161.92
Partículas Chatas (%):						1.82	

PARTICULAS ALARGADAS

Tamices ASTM Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	Tamaño de Partícula % Que pasa	% Retenido Parcial	W. Muestra (g)	W. Partículas Alargadas (g)	Partículas Alargadas (%)	Promedio Partículas alargadas (%)
2"	1 1/2"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	1"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	3/4"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3/4"	1/2"	36.56	63.44	505.24	0.00	0.00	0.00
1/2"	3/8"	11.02	25.54	204.41	2.75	1.35	34.36
Total		-	88.98	709.65	2.75	1.35	34.36
Partículas alargadas (%):						0.39	

Total de partículas chatas y alargadas (%) 2.21

Observación:
- El material fue proporcionado por el solicitante.

Juan Miguel Quispe
TECNICO LABORATORISTA
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

Ing. Julio Cesar Carrion Gutierrez
INGENIERO AMBIENTAL
CIP N° 235012



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

PROYECTO : Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en frío, Tacna 2021

SOLICITANTE : Vanessa del Pilar Cardenas Mendoza

ESTUDIO : Diseño de mezcla asfáltica

UBICACIÓN : Moquegua - Ilo - P. Inalámbrica

MUESTRA : -

FECHA : 2 de Agosto de 2021

MATERIAL : -

Km / Prog : -

PROF. : -

MARGEN : -

Determinación de la Cantidad Necesarias de Agregado y Asfalto

W _t total de la Briqueta:		g		
ASFALTO		AGREGADOS		
% de Asfalto	Asfalto (g)	Agregado grueso (g)	Agregado fino (g)	Filler (g)
4.80%	55.20	613.09	451.71	0.00
5.00%	57.50	611.80	400.70	0.00
5.20%	59.80	610.51	479.69	0.00
5.40%	62.10	609.22	476.66	0.00

Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Especifica de Bulk de la Mezcla Compactada

ESPESOR y/o ALTURA DE LAS PROBETAS "BRIQUETAS"					
% de Asfalto	Altura de las Probetas o Briquetas				
	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	H ₄ (cm)	Promedio (cm)
4.80%	6.50	6.52	6.55	6.57	6.54
5.00%	6.50	6.50	6.57	6.50	6.52
5.20%	6.53	6.45	6.54	6.54	6.52
5.40%	6.46	6.53	6.54	6.52	6.51

DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA

% Asfalto	M _s	M ₂₃₅	M ₂₀₀	G (kg/m ³)	G ₂₀₀
4.80%	1165	1176	675.17	2316.89	2.317
5.00%	1175	1160	676.61	2343.48	2.343
5.20%	1167	1176	684.92	2376.39	2.376
5.40%	1176	1161	679.19	2343.52	2.344

Determinación de la Estabilidad y Flujo

% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad (kg)	Índice de Flujo 0.91" (mm)
4.80%	20	1275	8.36
5.00%	45	1266	8.48
5.20%	30	1264	8.55
5.40%	55	1280	8.62


 Juan Miguel Quica Quispe
 TÉCNICO LABORATORISTA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos


 Ing. Julio Cesar Carrion Gutierrez
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 235012



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

PROYECTO : Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en frío, Tacna 2021

SOLICITANTE : Vanessa del Pilar Cardenas Mendoza

ESTUDIO : Diseño de mezcla asfáltica

UBICACIÓN : Moquegua - Ilo - P. Inalámbrica

MUESTRA : -

FECHA : 2 de Agosto de 2021

MATERIAL : -

Km / Prog : -

PROF. : -

MARGEN : -

Determinación de la Cantidad Necesarias de Agregado y Asfalto

W total de la Briqueta:		g		
ASFALTO		AGREGADOS		
% de Asfalto	Asfalto (g)	Agregado grueso (g)	Agregado fino (g)	Filler (g)
4.80%	55.20	613.09	451.71	0.00
5.00%	57.50	611.80	400.70	0.00
5.20%	59.80	610.51	479.69	0.00
5.40%	62.10	609.22	476.66	0.00

Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Especifica de Bulk de la Mezcla Compactada

ESESOR y/o ALTURA DE LAS PROBETAS "BRIQUETAS"

% de Asfalto	Altura de las Probetas o Briquetas				
	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	H ₄ (cm)	Promedio (cm)
4.80%	6.50	6.52	6.55	6.57	6.54
5.00%	6.50	6.50	6.57	6.50	6.52
5.20%	6.53	6.45	6.54	6.54	6.52
5.40%	6.46	6.53	6.54	6.52	6.51

DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA

% Asfalto	M _s	M ₂₃₅	M ₂₀₀	G (kg/m ³)	G ₂₀₀
4.80%	1165	1176	675.17	2316.89	2.317
5.00%	1175	1160	676.61	2343.48	2.343
5.20%	1167	1176	684.92	2376.39	2.376
5.40%	1176	1161	679.19	2343.52	2.344

Determinación de la Estabilidad y Flujo

% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad (kg)	Índice de Flujo 0.91" (mm)
4.80%	20	1275	8.36
5.00%	45	1266	8.48
5.20%	30	1264	8.55
5.40%	55	1280	8.62


 Juan Miguel Quica Quispe
 TÉCNICO LABORATORISTA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos


 Ing. Julio Cesar Carrion Gutierrez
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 235012



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

PROYECTO : Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en frío, Tacna 2021

SOLICITANTE : Vanessa del Pilar Cardenas Mendoza

ESTUDIO : Diseño de mezcla asfáltica

UBICACIÓN : Moquegua - Ito - Pinalambria

MUESTRA : -

FECHA : 8 de Noviembre de 2018

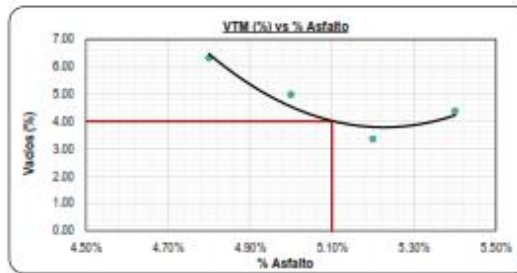
MATERIAL : -

Km / Prog : -

PROF. : -

MARGEN : -

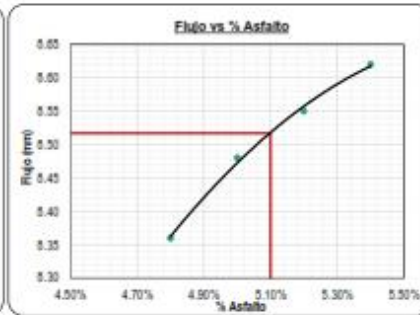
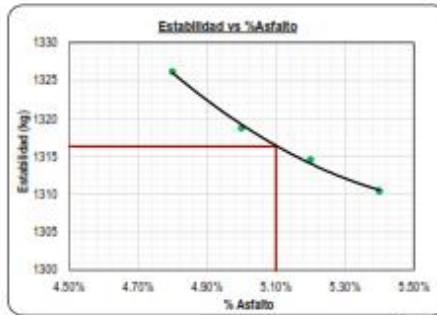
% de Asfalto	% Vacíos de Aire en la Mezcla Compactada	% Vacíos Llenos de Asfalto VFA
4.80%	6.310	61.010
5.00%	4.981	67.732
5.20%	3.350	76.742
5.40%	4.373	72.246
Asfalto: 5.100%		
Vacíos (VTM) %:		4.000



Determinación de la Estabilidad y Flujo

% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad (kg)	Estabilidad corregida (kg)	Índice Flujo 0.01" (mm)
4.80%	20.00	1275.00	1326.19	5.36
5.00%	45.00	1265.00	1316.72	5.48
5.20%	30.00	1264.00	1314.56	5.55
5.40%	55.00	1260.00	1310.40	5.62

Asfalto: 5.100%
Estabilidad (kg): 1316.320
Flujo (mm): 5.52



RESULTADOS

Características	% Asfalto	VMA (%)	VFA (%)	Vacíos (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (kg)	Estabilidad/Flujo (kg/cm)
Valor obtenido	5.100%	14.8	73.1	4.000	5.52	1316.32	1545.52

[Signature]
JUAN MIGUEL CAJACCA GONZALEZ
TECNICO LABORATORISTA
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

[Signature]
Ing. Julio Cesar Carrion Gutierrez
INGENIERO AMBIENTAL
CIP N° 235012



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

PROYECTO : Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en frío, Tacna 2021

SOLICITANTE : Vanessa del Pilar Cardenas Mendoza

ESTUDIO : Diseño de mezcla asfáltica (1.5 % Pel)

UBICACIÓN : Moquegua - Ito - P. Inalámbrica

MUESTRA : -

FECHA : 2 de Agosto de 2021

MATERIAL : -

Km / Prog : -

PROF. : -

MARGEN : -

Determinación de la Cantidades Necesarias de Agregado y Asfalto

W total de la Briqueta:		1100 g		
ASFALTO		AGREGADOS		
% de Asfalto	Asfalto (g)	54.50% Agregado grueso (g)	44.00% Agregado fino (g)	1.50% Filler (g)
4.80%	56.00	614.83	496.37	16.92
5.00%	59.25	613.53	495.33	16.89
5.20%	61.62	612.24	494.29	16.85
5.40%	63.99	610.95	493.24	16.82

Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Especifica de Bulk de la Mezcla Compactada

ESPESOR y/o ALTURA DE LAS PROBETAS "BRIQUETAS"					
Altura de las Probetas o Briquetas					
% de Asfalto	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	H ₄ (cm)	Promedio (cm)
4.80%	6.54	6.55	6.55	6.52	6.54
5.00%	6.53	6.49	6.50	6.50	6.51
5.20%	6.50	6.54	6.55	6.52	6.53
5.40%	6.52	6.45	6.49	6.50	6.49

DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA

% Asfalto	M _s	M _{SSS}	M _{SUM}	G (kg/m ³)	G _{SB}
4.80%	1160	1161	670.93	2274.20	2.274
5.00%	1164	1162	674.82	2295.04	2.295
5.20%	1165	1163	679.87	2315.90	2.316
5.40%	1164	1167	675.43	2275.35	2.275

Determinación de la Estabilidad y Flujo

% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad (kg)	Índice de Flujo 0.01" (mm)
4.80%	23.6	1361	6.30
5.00%	26.1	1350	6.46
5.20%	35.4	1333	6.55
5.40%	66.9	1320	6.63


 Juan Miguel Quica Quispe
 TÉCNICO LABORATORISTA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos


 Ing. Julio Cesar Carrion Gutierrez
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 235012



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

PROYECTO: Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico-mecánico de mezcla asfáltica en frío, Tacna 2021

SOLICITANTE: Vanessa del Pilar Cardenas Mendoza

ESTUDIO: Diseño de mezcla asfáltica (1.5 % Pet)

UBICACIÓN: Moquegua - Ito - Pinalambrika

MUESTRA: -

FECHA: 0 de Noviembre de 2010

MATERIAL: -

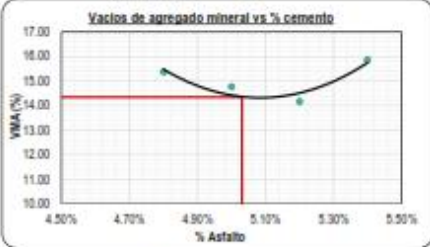
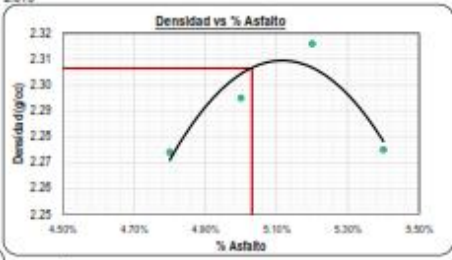
Km / Prog.: -

PROF.: -

MARGEN: -

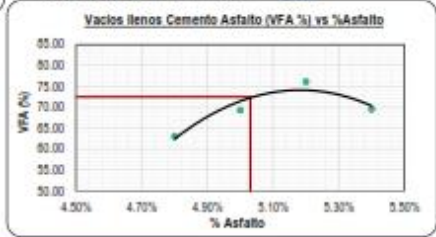
Item	Características	Muestras			
		Ag. Grueso	Ag. Fino	Filler mineral	Cemento Asfáltico
1	Gravedad específica seca aparente (g/cc)	2.607	2.710	1.36	1.020
2	Gravedad específica seca Bulk (g/cc)	2.626	2.640	-	-
3	Gravedad Específica Saturada Superficialmente Seca de Bulk (g/cc)	2.649	2.670	-	-
4	% de Agregado	54.50%	44.00%	1.50%	-
Gravedad Específica Seca Bulk - Combinación de Agregados (g/cc)		2.555			
Gravedad Esp. Seca Aparente - Combinación de Agregados (g/cc)		2.619			

% de Asfalto	G. Esp. Bulk de la mezcla Compactada G_{mb}	G. Esp. Teórica Maxima G_{mm}	G. Esp. Efectiva del Agregado G_{se}
4.50%	2.274	2.411	2.509
5.00%	2.290	2.404	2.509
5.20%	2.310	2.397	2.509
5.40%	2.270	2.390	2.509
Asfalto:		5.031%	
Densidad (g/cc):		2.307	



% de Asfalto	Porcentaje de Asfalto Absorbido P_{ab}	Porcentaje de Asfalto Efectivo P_{ae}	% Vacíos en el Agregado Mineral VMA
4.50%	0.472	4.350	15.367
5.00%	0.472	4.551	14.705
5.20%	0.472	4.752	14.166
5.40%	0.472	4.953	13.664
Asfalto:		5.031%	
Vacíos de agregado Mineral (VMA %):			14.340

% de Asfalto	% Vacíos de Aire en la Mezcla Compactada VTM	% Vacíos Llenos de Asfalto VFA
4.50%	5.669	63.112
5.00%	4.525	69.354
5.20%	3.376	76.166
5.40%	4.816	69.639
Asfalto:		5.031%
Vacíos llenos Cemento asfalto (VFA %):		72.470



Juan Miguel Quica Quispe
Juan Miguel Quica Quispe
 TÉCNICO LABORATORISTA
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

Ing. Julio Cesar Carrion Cutierrez
Ing. Julio Cesar Carrion Cutierrez
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 235012



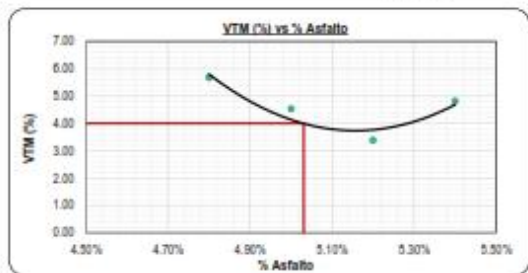
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

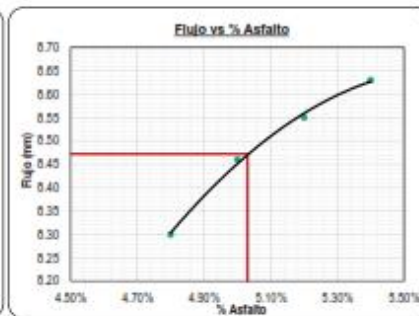
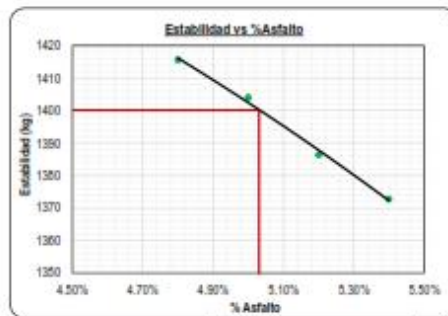
PROYECTO: Adición de fibras de polietileno de gusco para mejorar el comportamiento físico-mecánico de mezcla asfáltica en Ho, Tacna 2021		MATERIAL: -
SOLICITANTE: Vanessa del Pilar Cardenas Mendoza		Km / Prog: -
ESTUDIO: Diseño de mezcla asfáltica (1.5 % Pet)		PROF.: -
UBICACIÓN: Moquegua - Is - P. Inalámbrica		MARGEN: -
MUESTRA: -		
FECHA: 6 de Noviembre de 2016		

% de Asfalto	% Vacíos de Aire en la Mezcla Compactada	% Vacíos Llenos de Asfalto VFA
4.50%	5.669	63.112
5.00%	4.525	69.354
5.20%	3.376	76.160
5.40%	4.816	69.639
Asfalto: 5.031%		
Vacíos (VTM %): 4.000		



Determinación de la Estabilidad y Flujo				
% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad (kg)	Estabilidad corregida (kg)	Índice Flujo (mm)
4.50%	23.00	1361.00	1415.64	0.30
5.00%	36.10	1350.00	1404.00	0.46
5.20%	35.40	1333.00	1366.32	0.55
5.40%	66.90	1320.00	1372.80	0.63

Asfalto: 5.031%
Estabilidad (kg): 1400.160
Flujo (mm): 0.47



RESULTADOS

Características	% Asfalto	VMA (%)	VFA (%)	Vacíos (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (kg)	Estabilidad/Flujo (kg/cm)
EG - 2013	-	-	-	-	-	-	-
Valor obtenido	5.031%	14.34	72.47	4.000	0.47	1400.16	1652.69

Juan Miguel Quica Quispe
Juan Miguel Quica Quispe
 TÉCNICO LABORATORISTA
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

Ing. Julio Cesar Carrón Gutiérrez
Ing. Julio Cesar Carrón Gutiérrez
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 235012



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

PROYECTO : Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en frío, Tacna 2021

SOLICITANTE : Vanessa del Pilar Cardenas Mendoza

ESTUDIO : Diseño de mezcla asfáltica (2% pet)

UBICACIÓN : Moquegua - Ito - P. Inalambrica

MUESTRA : -

FECHA : 8 de Noviembre de 2015

MARGEN : -

Determinación de la Cantidades Necesarias de Agregado y Asfalto

W total de la Briqueta:		1100 g		
ASFALTO		AGREGADOS		
% de Asfalto	Asfalto (g)	54.50% Agregado grueso (g)	44.00% Agregado fino (g)	2.00% Filler (g)
4.80%	56.00	614.03	496.37	22.56
5.00%	59.25	613.53	495.33	22.52
5.20%	61.62	612.24	494.29	22.47
5.40%	63.99	610.95	493.24	22.42

Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Especifica de Bulk de la Mezcla Compactada

ESPESOR y/o ALTURA DE LAS PROBETAS "BRIQUETAS"					
Altura de las Probetas o Briquetas					
% de Asfalto	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	H ₄ (cm)	Promedio (cm)
4.80%	6.53	6.53	6.54	6.54	6.54
5.00%	6.50	6.50	6.53	6.54	6.52
5.20%	6.52	6.50	6.51	6.55	6.52
5.40%	6.53	6.49	6.53	6.52	6.52

DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA

% Asfalto	M _s	M _{SSS}	M _{SSM}	G (kg/m ³)	G _{SB}
4.80%	1150	1171	662.25	2260.44	2.260
5.00%	1154	1175	666.49	2276.34	2.276
5.20%	1157	1176	672.16	2287.26	2.287
5.40%	1160	1173	664.62	2251.76	2.252

Determinación de la Estabilidad y Flujo

% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad (kg)	Índice de Flujo 0.01" (mm)
4.80%	25.1	1357	6.51
5.00%	33.2	1352	6.56
5.20%	33.7	1343	6.63
5.40%	34.2	1337	6.69


 Juan Miguel Quica Quispe
 TÉCNICO LABORATORISTA
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos


 Ing. Julio Cesar Carrón Gutierrez
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 235012



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

PROYECTO: Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en Ho, Tacna 2021

SOLICITANTE: Vanessa del Pilar Cardenas Mendoza

ESTUDIO: Diseño de mezcla asfáltica (2% pet)

UBICACIÓN: Moquegua - Ilo - P. Inalambrica

MUESTRA: -

FECHA: 8 de Noviembre de 2018

MATERIAL: -

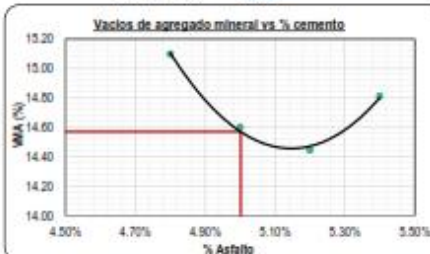
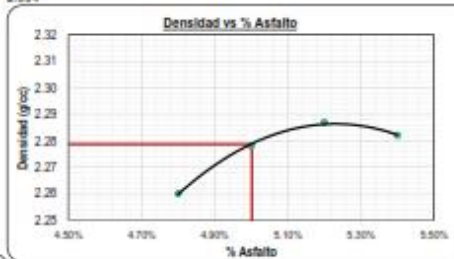
Km / Prog: -

PROF.: -

MARGEN: -

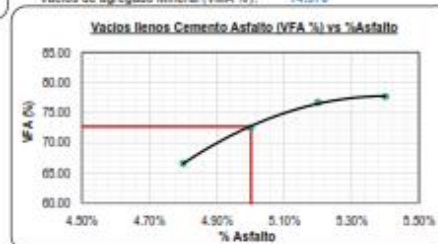
Item	Características	Muestras			
		Ag. Grueso	Ag. Fino	Filler mineral	Cemento Asfáltico
1	Gravedad específica seca aparente (g/cc)	2.607	2.710	1.35	1.020
2	Gravedad específica seca Bulk (g/cc)	2.626	2.640	-	-
3	Gravedad Específica Saturada Superficialmente Seca de Bulk (g/cc)	2.649	2.670	-	-
4	% de Agregado	54.50%	44.00%	2.00%	-
Gravedad Específica Seca Bulk - Combinación de Agregados (g/cc)		2.534			
Gravedad Esp. Seca Aparente - Combinación de Agregados (g/cc)		2.594			

% de Asfalto	G. Esp. Bulk de la mezcla Compactada G_{mb}	G. Esp. Teórica Maxima G_{mm}	G. Esp. Efectiva del Agregado G_{se}
4.80%	2.260	2.300	2.551
5.00%	2.275	2.373	2.551
5.20%	2.287	2.367	2.551
5.40%	2.282	2.300	2.551
Asfalto: 5.002%			
Densidad (g/cc): 2.279			



% de Asfalto	Porcentaje de Asfalto Absorbido P_{ba}	Porcentaje de Asfalto Efectivo P_{be}	% Vacíos en el Agregado Mineral VMA
4.80%	0.273	4.540	15.097
5.00%	0.273	4.740	14.601
5.20%	0.273	4.941	14.444
5.40%	0.273	5.141	14.611
Asfalto: 5.002%			
Vacíos de agregado Mineral (VMA %):			14.578

% de Asfalto	% Vacíos de Aire en la Mezcla Compactada VTM	% Vacíos Llenos de Asfalto VFA
4.80%	5.035	66.626
5.00%	4.014	72.508
5.20%	3.306	76.698
5.40%	3.308	77.663
Asfalto: 5.002%		
Vacíos llenos Cemento asfalto (VFA %):		72.708



Juan Miguel Quica Quispe
Juan Miguel Quica Quispe
 TÉCNICO LABORATORISTA
 Laboratorio de Geotecnia y Pavimentos

Ing. Julio Cesar Carrón Gutiérrez
Ing. Julio Cesar Carrón Gutiérrez
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 235012



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

PROYECTO : Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en Hto. Tarma 2021

SOLICITANTE : Vanessa del Pilar Cardenas Mendoza

ESTUDIO : Diseño de mezcla asfáltica (2% pet)

UBICACIÓN : Moquegua - Ito - P. Industrial

MUESTRA : -

FECHA : 2 de Agosto de 2021

MATERIAL : -

Km / Prog : -

PROF. : -

MARGEN : -

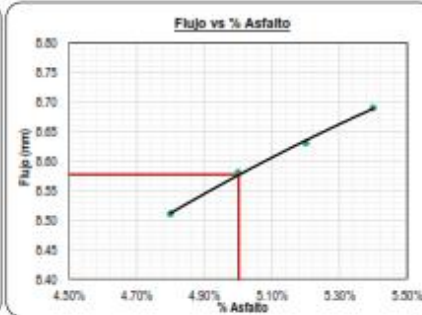
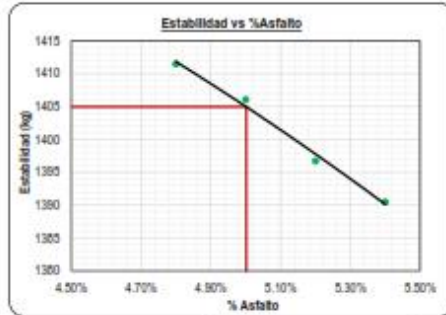
% de Asfalto	% Vacíos de Aire en la Mezcla Compactada	% Vacíos Llenos de Asfalto VFA
4.50%	5.035	66.626
5.00%	4.014	72.505
5.20%	3.366	76.895
5.40%	3.308	77.663
Asfalto: 5.002%		
Vacíos (VTM %): 4.600		



Determinación de la Estabilidad y Flujo

% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad (kg)	Estabilidad corregida (kg)	Índice Flujo 8.01" (mm)
4.50%	25.10	1357.00	1411.48	0.51
5.00%	53.20	1352.00	1406.06	0.50
5.20%	33.70	1343.00	1396.72	0.63
5.40%	84.20	1337.00	1390.48	0.69

Asfalto: 5.002%
Estabilidad (kg): 1404.96
Flujo (mm): 0.58



RESULTADOS

Características	% Asfalto	VMA (%)	VFA (%)	Vacíos (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (kg)	Estabilidad/Flujo (kg/cm)
EG - 2013	-	-	-	-	-	-	-
Valor obtenido	5.002%	14.57	72.7	4.000	0.58	1404.96	1635.06

Juan Miguel Quispe Córdova
TECNICO LABORATORISTA
Laboratorio de Suelos, Pavimentos y Asfalto

Ing. Julio Cesar Carrion Gutierrez
INGENIERO AMBIENTAL
CIP N° 235012



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

PROYECTO : Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en frío, Tacna 2021

SOLICITANTE : Vanessa del Pilar Cardenas Mendoza

ESTUDIO : Diseño de mezcla asfáltica (3% Pet)

UBICACIÓN : Moquegua - Ito - P. Inalámbrica

MUESTRA : -

FECHA : 2 de Agosto de 2021

MATERIAL : -

Km / Prog : -

PROF. : -

MARGEN : -

Determinación de la Cantidades Necesarias de Agregado y Asfalto

W total de la Briqueta:		1200 g		
ASFALTO		AGREGADOS		
% de Asfalto	Asfalto (g)	54.50% Agregado grueso (g)	44.00% Agregado fino (g)	3.00% Filler (g)
4.80%	57.60	622.61	502.66	34.27
5.00%	60.00	621.30	501.60	34.20
5.20%	62.40	619.99	500.54	34.13
5.40%	64.80	618.68	499.49	34.06

Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Especifica de Bulk de la Mezcla Compactada

ESPESOR y/o ALTURA DE LAS PROBETAS "BRIQUETAS"					
Altura de las Probetas o Briquetas					
% de Asfalto	6.34	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	H ₄ (cm)	Promedio (cm)
4.80%	6.55	6.49	6.52	6.55	6.53
5.00%	6.50	6.53	6.54	6.50	6.52
5.20%	6.55	6.50	6.50	6.50	6.51
5.40%	6.55	6.52	6.46	6.54	6.52

DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA

% Asfalto	M _s	M _{SSS}	M _{SSM}	G (kg/m ³)	G _{SB}
4.80%	1146	1166	647.76	2215.19	2.215
5.00%	1154	1175	657.66	2230.73	2.231
5.20%	1166	1179	656.69	2225.60	2.226
5.40%	1163	1176	650.64	2213.72	2.214

Determinación de la Estabilidad y Flujo

% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad (kg)	Índice de Flujo 0.01" (mm)
4.80%	26.70	1365	6.64
5.00%	55.18	1360	6.69
5.20%	36.35	1354	6.75
5.40%	63.90	1350	6.81


 Juan Miguel Quica Quispe
 TÉCNICO LABORATORISTA
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos


 Ing. Julio Cesar Carrion Gutierrez
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 235012



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

PROYECTO: Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico-mecánico de mezcla asfáltica en Ho, Tacna 2021

SOLICITANTE: Vanessa del Pilar Cardenas Mendoza

ESTUDIO: Diseño de mezcla asfáltica (3 % Pet)

UBICACIÓN: Moquegua - Ilo - P. Inalambrica

MUESTRA: -

FECHA: 8 de Noviembre de 2018

MATERIAL: -

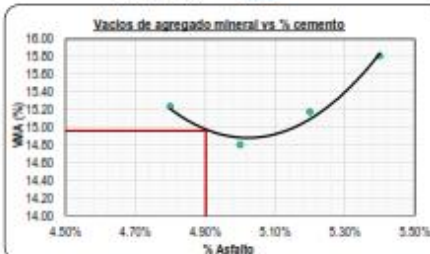
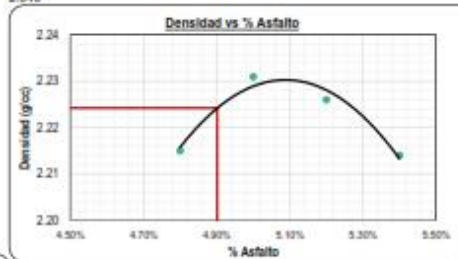
Km / Prog: -

PROF.: -

MARGEN: -

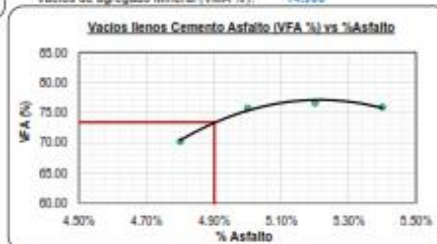
Item	Características	Muestras			
		Ag. Grueso	Ag. Fino	Filler mineral	Cemento Asfáltico
1	Gravedad específica seca aparente (g/cc)	2.607	2.710	1.36	1.020
2	Gravedad específica seca Bulk (g/cc)	2.626	2.640	-	-
3	Gravedad Específica Saturada Superficialmente Seca de Bulk (g/cc)	2.649	2.670	-	-
4	% de Agregado	54.50%	44.00%	3.00%	-
Gravedad Específica Seca Bulk - Combinación de Agregados (g/cc)		2.480			
Gravedad Esp. Seca Aparente - Combinación de Agregados (g/cc)		2.540			

% de Asfalto	G. Esp. Bulk de la mezcla Compactada G_{mb}	G. Esp. Teórica Maxima G_{mm}	G. Esp. Efectiva del Agregado G_{se}
4.80%	2.215	2.320	2.480
5.00%	2.231	2.314	2.480
5.20%	2.226	2.306	2.480
5.40%	2.214	2.302	2.480
Asfalto: 4.902%		Densidad (g/cc): 2.224	



% de Asfalto	Porcentaje de Asfalto Absorbido P_{sa}	Porcentaje de Asfalto Efectivo P_{se}	% Vacíos en el Agregado Mineral VMA
4.80%	-0.136	4.929	15.230
5.00%	-0.136	5.129	14.803
5.20%	-0.136	5.329	15.173
5.40%	-0.136	5.525	15.809
Asfalto: 4.902%		Vacíos de agregado Mineral (VMA %): 14.900	

% de Asfalto	% Vacíos de Aire en la Mezcla Compactada VTM	% Vacíos Llenos de Asfalto VFA
4.80%	4.532	70.254
5.00%	3.585	75.782
5.20%	3.544	76.642
5.40%	3.809	75.908
Asfalto: 4.902%		Vacíos llenos Cemento asfalto (VFA %): 73.400



Juan Miguel Ojeda Quiroga
Juan Miguel Ojeda Quiroga
 TÉCNICO LABORATORISTA
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

Ing. Julio Cesar Carrion Gutierrez
Ing. Julio Cesar Carrion Gutierrez
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 235012



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

PROYECTO : Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en Hto. Tacna 2021

SOLICITANTE : Vanessa del Pilar Cardenas Mendoza

ESTUDIO : Diseño de mezcla asfáltica (3% Pet)

UBICACIÓN : Moquegua - Ito - P. Industrial

MUESTRA : -

FECHA : 8 de Noviembre de 2018

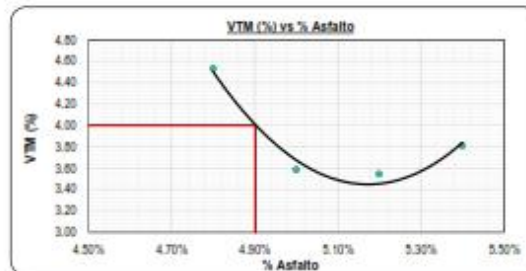
MATERIAL : -

Km / Prog : -

PROF. : -

MARGEN : -

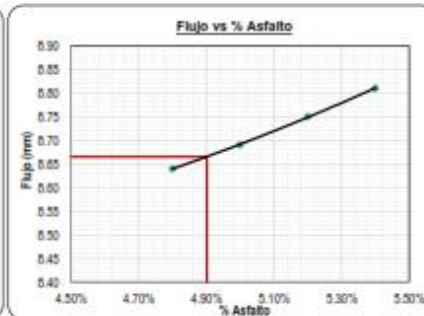
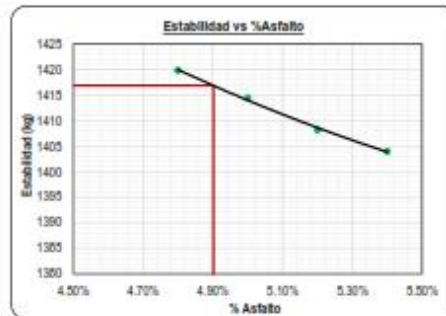
% de Asfalto	% Vacíos de	
	Aire en la Mezcla Compactada	% Vacíos Llenos de Asfalto VFA
4.80%	4.532	70.254
5.00%	3.585	75.702
5.20%	3.544	76.642
5.40%	3.809	75.908
Asfalto:		4.902%
Vacíos (VTM %):		4.000



Determinación de la Estabilidad y Flujo

% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad (kg)	Estabilidad corregida (kg)	Índice Flujo
4.80%	28.70	1365.00	1419.80	0.64
5.00%	55.18	1360.00	1414.40	0.69
5.20%	38.35	1354.00	1408.16	0.75
5.40%	83.90	1350.00	1404.00	0.81

Asfalto: 4.902%
Estabilidad (kg): 1416.85
Flujo (mm): 8.67



RESULTADOS

Características	% Asfalto	VMA (%)	VFA (%)	Vacíos (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (kg)	Estabilidad/Flujo (kg/cm)
EG - 2013	-	-	-	-	-	-	-
Valor obtenido	4.902%	14.96	73.4	4.000	8.67	1416.85	1635.14

Juan Miguel Quica Quispe
JUAN MIGUEL QUICA QUISPE
 TÉCNICO LABORATORISTA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Ing. Julio Cesar Carrion Gutierrez
Ing. Julio Cesar Carrion Gutierrez
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 235012



www.lorkindustrias.com

LORK INDUSTRIAS, S.L.

Telefono: 93 346 82 12
Fax: 93 311 30 60
Email: lork@lorkindustrias.com

FICHA TÉCNICA

PET

Denominación química

Polietileno Tereftalato

Características técnicas

Densidad		ISO 1183	g/cm ³	1,36
Temperatura de Servicio			C°	- 40 + 110
Temperatura máxima de servicio en periodos breves			C°	≤160
Esfuerzo en el punto de fluencia		ISO 527	MPa	80
Elongación a la rotura		ISO 527	%	20
Modulo de elasticidad a la tensión		ISO 527	Mpa	3200
Resistencia al impacto		ISO 179/leU	kJ/m ²	82
Dureza		ISO 13000-2	Shore D	81
Tiempo límite de rendimiento 5 1/1000	23°C/50%RH 100°C	ISO 899	Mpa	12
Temperatura de distorsión térmica	Método A	ISO 75	C°	67
	Método B	ISO 75	C°	165
Punto de Fusión	Método A	ISO 3146	C°	255
Coefficiente de expansión lineal térmica		DIN 53752	1/K 10 ⁻⁶	6
Constante dieléctrica	1 MHz	IEC 250		3,3
Factor de disipación	1 MHz	IEC 250		0.02
Resistencia dieléctrica		IEC 243	KV/mm	50
Resistividad volumétrica		IEC 243	Ω-cm	10 ¹⁶
Absorción de humedad a 23°C, 50% RH		ISO 62	%	-0,23
Absorción de Agua a 23°C		ISO 62	%	- 0.5



Approved (US Food and Drug Administration).

INFORME TÉCNICO DE MANTENIMIENTO

IM - 01830 - 2021

Proforma: 1528AM1

Fecha de emisión : 2021-04-10

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : INGESERVICIOS S.A.C.

Dirección : Av. Colpa Mza. – Lote. 08 Sec. Pago Olanque Tacna -
Tacna - Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

Tipo	: Electrónica	Capacidad Máxima	: 500 g
Marca	: OHAUS	División de Escala (d)	: 0.1 g
Modelo	: YA501	División de Verificación (e)	: 0.1 g
N° de Serie	: 13123	Clase de Exactitud	: III
Procedencia	: China		
Identificación	: No Indica		
Ubicación	: Laboratorio		
Fecha de Mantenimiento	: 2021-04-07		

LUGAR DEL MANTENIMIENTO

Instalaciones de INGESERVICIOS S.A.C.

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste de Cero	Buen Estado
Oscilación Libre	Buen Estado
Plataforma	Buen Estado
Sistema de Traba	No Tiene
Escala	No Tiene

Cursor	No Tiene
Nivelación	Buen Estado
Display	Buen Estado
Teclado	Buen Estado
Celda	Buen Estado

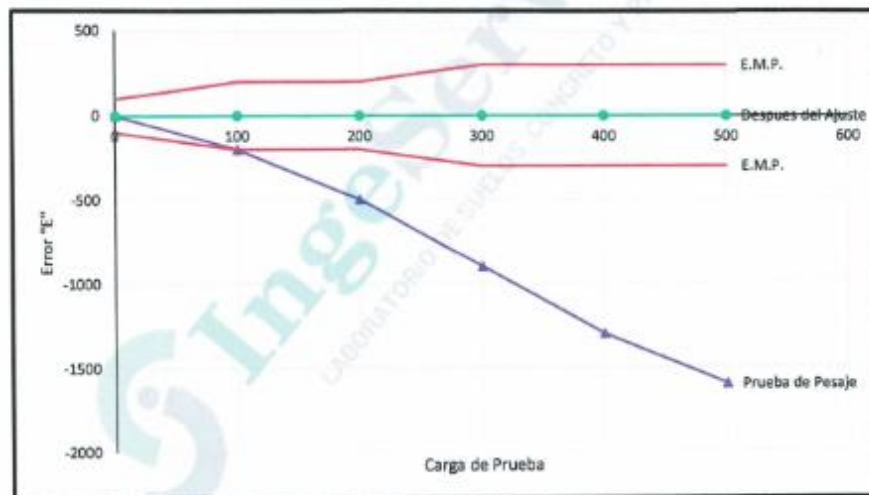
INTERVENCIÓN TÉCNICA

Se realizó limpieza externa.
Se realizó prueba de pesaje inicial.
Se ajustó con pesas patrones.
Se realizó prueba de pesaje final.



Christian Gahona
Técnico Mantenimiento

Carga (g)	Prueba de Pesaje		Despues del Ajuste		E.M.P. (mg)
	I (g)	E (mg)	I (g)	E (mg)	
0	0,0	0	0,0	0	100
100	99,8	-200	100,0	0	200
200	199,5	-500	200,0	0	200
300	299,1	-900	300,0	0	300
400	398,7	-1300	400,0	0	300
500	498,4	-1600	500,0	0	300



El equipo se encuentra operativo y en óptimas condiciones de funcionamiento.
Se recomienda la limpieza de la plataforma antes y después del uso.

FIN DEL DOCUMENTO

Certificado : TC - 01816 - 2021
Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión Clase de Exactitud 0,005 DM-INACAL	Manómetro de 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP - C - 043 - 2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

RESULTADOS			
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN (kgf)	VALOR CONVENCIONALMENTE VERDADERO (kgf)	CORRECCIÓN (kgf)	INCERTIDUMBRE (kgf)
0,0	0,0	0,0	0,2
100,1	99,9	-0,1	0,2
200,2	199,9	-0,3	0,2
500,1	500,0	-0,1	0,2
800,1	800,0	-0,1	0,2
1000,0	999,9	-0,1	0,2
1200,0	1199,9	-0,1	0,2
1500,1	1499,9	-0,2	0,2
1800,2	1799,9	-0,3	0,2

Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar + Corrección

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de Certificado.

DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EXPANDIDA U

La incertidumbre expandida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536

(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe

www.testcontrol.com.pe

"INGESERVICIOS SAC" Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial del material protegido por estos derechos de propiedad intelectual, o su uso en cualquier forma, o por cualquier medio, ya sea electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, grabación, transmisión o cualquier sistema de almacenamiento y recuperación de información, sin el permiso por escrito de INGESERVICIOS SAC."