



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Uso de Caucho reciclado para mejorar las propiedades de carpeta
asfáltica en carretera Monsefu-Valle Hermoso. Lambayeque 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Salazar Lluen , Jairo Michael (ORCID: 0000-0003-4639-4220)

ASESOR:

DR. Coronado Zuloeta, Omar (ORCID: 0000-0002-7757-4649)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

CHICLAYO – PERÚ

2021

Dedicatoria

“Este trabajo realizado, se lo dedico a mis padres que gracias a sus enseñanzas lleve un camino de bien, también se lo dedico a mi menor hijo Sthefano Gabriel Salazar, el cual es mi fuente de inspiración para salir adelante ante cualquier adversidad presentada.

A mis 3 hermanos Daniel Edgardo Salazar Lluén, Diana Aracely Salazar Lluén e Ivonne Jhosselin Salazar Lluén, dándome su apoyo incondicional para realizar el sueño anhelado de toda la familia.

Agradecimiento

“Agradezco en primer lugar a Dios, porque ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, a la Universidad Cesar Vallejo, por ser mi alma mater, a mi asesor, por su dedicación y apoyo profesional en la realización y finalización de tesis y a todos mis docentes de la Facultad de Ingeniería Civil, que, de principio a fin del proceso académico, me brindan sus conocimientos, enseñanzas y experiencias.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	9
3.2. Variable y operacionalización	10
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.5. Procedimientos.....	13
3.6. Método de análisis de datos.....	13
3.7. Aspectos éticos	14
IV. RESULTADOS	15
V. DISCUSIÓN.....	42
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS.....	48
ANEXOS	52

Índice de Tablas

Tabla 1. Características químicas de CRB.....	8
Tabla 2. Composición de neumático según el tipo	8
Tabla 3. Agregados para mezcla asfáltica.....	16
Tabla 4. Piedra Chancada ½”	17
Tabla 5. Arena Chancada ¼”	17
Tabla 6. Arena Zarandeada.....	18
Tabla 7. Caucho	18
Tabla 8. Combinación física y teórica de agregados para la mezcla asfáltica	19
Tabla 9. Límites de consistencia pasante de malla #200	20
Tabla 10. Ensayo de abrasión Los ángeles.....	21
Tabla 11. Equivalente de arena.....	21
Tabla 12. Peso de muestra compactada	22
Tabla 13. Peso específico de bulk del agregado total	23
Tabla 14. Peso efectivo de los agregados.....	23
Tabla 15. Asfalto absorbido por los agregados	24
Tabla 16. Asfalto efectivo	24
Tabla 17. Vacío de agregado mineral.....	25
Tabla 18. Vacíos con aire en mezcla.....	25
Tabla 19. Relación Betún – Vacíos	26
Tabla 20. Porcentaje de agregados y C.A optimo	30
Tabla 21. Resumen de las propiedades de la mezcla asfáltica convencional	30
Tabla 22. Peso de muestra compactada para C.A. 5.74	31
Tabla 23. Peso específico del bulk del agregado total (asfalto modificado)	32
Tabla 24. Peso efectivo de los agregados (Asfalto modificado)	33
Tabla 25. Asfalto absorbido por agregado total (Asf. Modificado)	33
Tabla 26. Asfalto efectivo (Asf. Modificado)	34
Tabla 27. Vacío de agregado mineral (Asf. Modificado).....	35
Tabla 28. Vacíos con aire en mezcla (Asf. Modificado).....	35
Tabla 29. Relación Betún – Vacíos	36
Tabla 30. Caucho al 0,00%	36
Tabla 31. Caucho al 0.50%	37

Tabla 32. Caucho al 1.00%	37
Tabla 33. Caucho al 1.50%	38
Tabla 34. Caucho al 2.00%	38
Tabla 35. Caucho al 2.50%	39
Tabla 36. Caucho al 3.00%	39
Tabla 37. Caucho al 3.50%	40
Tabla 38. Características Físico - Mecánicas.....	41
Tabla 39. Comparación del DAC y DAM	43
Tabla 40. Comparación de estabilidad entre DAC y DAM.....	43
Tabla 41. Comparación de flujo entre DAC y DAM	44
Tabla 42. Comparación de vacíos llenados de C. A entre DAC y DAM	44

Índice de Figuras

Figura 1: Corte de sección transversal.....	6
Figura 2: Muestras de la investigación	10
Figura 3. Peso Unitario.....	26
Figura 4. Peso Unitario.....	27
Figura 5. Porcentaje de agregado mineral.	27
Figura 6. Porcentaje de vacíos llenados de C.A.....	28
Figura 7. Flujo	28
Figura 8. Estabilidad.....	29
Figura 9. Rigidez.	29

Resumen

El trabajo de investigación de título: “Uso de caucho reciclado para mejorar las propiedades de carpeta asfáltica en carretera Monsefú-Vallehermoso, Lambayeque 2021” cuyo objetivo general es Determinar la influencia que desempeña el uso de caucho reciclado para la mejora de las propiedades en la carpeta asfáltica en carretera Monsefú-Valle Hermoso, por consecuencia se permitiría a través del análisis del reemplazar íntegramente los materiales reciclados, en este caso el caucho en mezclas asfálticas calientes para que el coincida ópticamente con las propiedades físicas y mecánicas que tiene actualmente el utilizado en el mercado activo de la construcción industrial, el gracias al uso de una mezcla asfáltica compuesta por polvo de caucho en una cierta proporción.

En relación a los resultados obtenidos se debe mencionar que el trabajo investigado se obtuvo: Resultados por los cuales oscilaban por debajo de los parámetros establecidos por la norma peruana, pero también se obtuvieron resultados positivos, se llega a concluir que utilizando porcentajes de caucho en rango de 0.5% a 1% aporta mejora en las características físico-mecánicas en diseño de mezcla asfáltica modificada con la inclusión del caucho.

Palabras clave: Mezcla asfáltica, caucho, carpeta asfáltica.

Abstract

The title research work: "Use of recycled rubber to improve the properties of asphalt binder on the Monsefú-Vallehermoso highway, Lambayeque 2021" whose general objective is to determine the influence of the use of recycled rubber to improve the properties on the asphalt layer on the Monsefú-Vallehermoso highway, consequently it would be allowed through the analysis of fully replacing the recycled materials, in this case the rubber in hot asphalt mixtures so that the optically coincide with the physical and mechanical properties currently used in the active industrial construction market, the thanks to the use of an asphalt mixture composed of rubber powder in a certain proportion

In relation to the results obtained, it should be mentioned that the investigated work was obtained: Results for which they oscillated below the parameters established by the Peruvian norm, but positive results were also obtained, it is concluded that using percentages of rubber in range from 0.5% to 1% provides improvement in the physical-mechanical characteristics in modified asphalt mix design with the inclusion of rubber.

Keywords: asphalt mix, rubber, asphalt mat.

I. INTRODUCCIÓN

Los pavimentos asfálticos flexibles en el Perú presentan fallas por lo general dadas por el nacimiento de fisuras, esta es una condición que daña el pavimento y acorta su vida útil, aumentando así los costos de mantenimiento y operación de los vehículos. Un mejor comportamiento significa saber de qué materiales está hecho, sus propiedades y la dosificación correcta (Rico, y otros, 2018).

En el distrito de Monsefú, es un lugar muy accidentado con respecto al diseño de pavimentos, ya que la mayoría de estos no logran tener una adecuada construcción, es por ello que la aplicación del caucho reciclado (ACR) para las propiedades del pavimento de asfalto es una buena opción, debido a que en particular, la carretera Monsefú-Valle Hermoso es una vía principal que da acceso al distrito de Monsefú con el caserío de Vallehermoso, esta capa de asfalto se encuentra en estado de desgaste, por lo que es necesario adoptar como objetivo estratégico el concepto de eficiencia energética en el proceso de utilización de caucho reciclado (ACR) en las características de la capa asfáltica, que es fundamental no solo para resolviendo problemas. reducir costos, así como ahorrar energía e hidrocarburos en el país (Aliaga Bravo, 2017).

El desarrollo de esta investigación tiene como objetivo aportar nuevas técnicas en el sector de la construcción para mejorar la calidad, reducir costos y contribuir a la sostenibilidad, mediante la utilización de materiales reciclables, claramente reutilizables como es el caso del caucho obtenido a partir de neumáticos usados.

Es por ello que para mejorar su comportamiento es necesario conocer los materiales de los que está fabricado, sus propiedades y la dosificación adecuada, y al mismo tiempo utilizar caucho reciclable como método de mejora del pavimento flexible (Granados Noa, 2017). Por lo que se formula la siguiente interrogante ¿De qué forma la utilización del caucho reciclado mejora las propiedades de la carpeta asfáltica en carretera Monsefú - Vallehermoso, Lambayeque 2021?

A nivel internacional, contamos con una tesis de Jhon Jairo Villamizar Roa, realizado actualmente en Colombia, para seleccionar el título de Especialista en Evaluación y Gestión de Proyectos, material titulado Desarrollo de un Estudio de Prefactibilidad para una Planta Mezcladora. con la adición de caucho reciclado” por

esa razón, se llevaron a cabo investigaciones de mercado, técnicas y financieras, así como componentes macro y micro ambientales durante la producción de la incorporación de mezcla asfáltica con el aumento de caucho para el lanzamiento de una planta de concreto asfáltico. Con la idea de reducir el impacto ambiental de los neumáticos y mejorar el estado del asfalto mediante el uso de nuevas reglas para la composición del 10% de caucho reciclado. (Villamizar Roa, 2016).

A nivel nacional, tenemos a Ubidia Pinedo, Lucia Esther, con el concepto titulado “Diseño de Pavimento Flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la formación de grietas del Jr. Jorge Chávez cdra. 01 – 09 Ciudad de Tarapoto – San Martin”, para lograr la obtención del título de ingeniero civil de la Universidad del Cesar Vallejo. Concluyó que la clasificación de los granos de caucho afecta significativamente las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, lo que le permite asegurar que su aplicación mejora sus propiedades mecánicas (Ubidia Pinedo, 2019).

Así, la relación entre el asfalto y el caucho es el resultado de un proceso difícil que permite que los neumáticos inútiles que se arrojan al medio ambiente se utilicen para la producción de concreto asfáltico. Para tratar los neumáticos como un componente de una mezcla asfáltica, debe conocer su composición. El caucho natural o sintético es el componente principal que tiene un filamento de acero y fibra textil, esta composición varía según el tipo de llanta y fabricante (Rodriguez Castro, 2016).

Por ende, la realización de este proyecto de investigación tiene como Justificación teórica: El hecho de que actualmente el problema del uso de llantas recicladas es un problema reciente que se está abordando a nivel nacional y latinoamericano. Cabe señalar que existe información sobre la disposición final de llantas recicladas. Hay un porcentaje significativo de información en artículos de investigación, resúmenes y libros que cubren una variedad de temas relacionados similares al uso de neumáticos reciclados. (Segovia Carhuas, y otros, 2020).

Esto demuestra en cada análisis de diseño de pavimento asfáltico que la adición de aditivos al proceso minimiza el agrietamiento y, por lo tanto, incorpora el uso de

las especificaciones respectivas utilizadas en la implementación de un proyecto de investigación.

Como Justificación práctica: Se puede mejorar el tránsito y a su vez la población tenga una mejor calidad de vida, ya que implementando un buen diseño en esa vía las personas y los automóviles pueden mejorar su transitividad reduciendo el costo de hora hombre (Segovia Carhuas, y otros, 2020). Como Justificación económica: Con la utilización del caucho reciclado de neumáticos se puede mejorar las propiedades del pavimento flexible y a su vez reduciría el costo de su ejecución (Segovia Carhuas, y otros, 2020).

Y por último tenemos como Justificación social: Además de los resultados del proyecto, la investigación en curso ayudará a brindar servicios adecuados a la comunidad, mejorar la calidad de vida a través del transporte, mejorar el entorno económico y reducir la contaminación. Este proyecto tendrá en cuenta la inclusión de este aditivo y contribuirá a los posteriores trabajos de diseño de pavimentos flexibles que se realicen a nivel local o nacional, asegurando el desarrollo del distrito.

Por lo que se formula el siguiente objetivo general: Determinar la influencia que desempeña el uso de caucho reciclado para la mejora de las propiedades en la carpeta asfáltica en carretera Monsefú-Valle Hermoso, Lambayeque 2021, de la misma forma se formuló los siguientes objetivos específicos: Determinar de qué forma el uso del caucho reciclado minimizara la producción de fisuras en la carpeta asfáltica de carretera Monsefú-Valle Hermoso, Lambayeque 2021; Establecer de qué manera la utilización del caucho mejora la resistencia a la deformación de carpeta asfáltica en pavimentación de carretera Monsefú-Valle Hermoso, Lambayeque 2021; Determinar los parámetros bajo los cuales se obtiene una mezcla óptima con el agregado del caucho reciclado.

Este análisis tiene como objetivo generar una evaluación general del impacto del uso de caucho reciclado en los pavimentos asfálticos. Por tal motivo, se planteó la hipótesis de que al diseñar un pavimento flexible con caucho triturado reciclado se minimizaría el agrietamiento de la capa asfáltica de la carretera Monsefú-Valle Hermoso, Lambayeque 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Las propiedades del asfalto modificado por la adición de caucho triturado de neumáticos reciclado son muy sensibles al proceso de mezcla. El proceso de mezclado depende de factores externos como la temperatura de mezclado, el tiempo de mezclado, la velocidad y otros factores internos como el número y tamaño de llantas, partículas, polvo, tipo de asfalto, tipo de polvo de caucho y pureza. Se utiliza una mezcla de asfalto modificado y polvo de caucho para producir un pavimento duradero que aumenta el tiempo entre servicios y reduce los costos generales. (Campana, y otros, 2015)

Como antecedentes previos a nivel nacional tenemos según la tesis de VILLA CHAMÁN, Víctor Manuel con proyecto titulado "Reciclaje en frío in situ de pavimento con emulsiones asfálticas: Aplicación: Colegio FAP: Manuel Polo Jiménez "desarrollado para tesis doctoral en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú, (2015). Su objetivo es investigar, diseñar e implementar métodos de unión alternativos que no se utilizan ampliamente en nuestro entorno. La hipótesis que comenzó a proponer fue un método de relleno sanitario alternativo para reciclar pavimento frío con emulsiones asfálticas, reducir los costos en rehabilitación en carreteras, como resultado concluye que a lo largo del proceso de obtención de información para mencionado proyecto de investigación se pudo obtener especificaciones técnicas que permiten secuenciar algunos parámetros, con los resultados obtenidos de ensayos se obtuvieron valores permitidos teniendo como obtención una mejora en la calidad de pavimento (Villa Chaman, 2021)

Según tesis de ALIAGA BRAVO, Yesenia Margarita, con título de investigación "Aplicación de caucho reciclado para mejorar de las propiedades de la carpeta asfáltica en pavimentación de la Av. Bertello, Santa Rosa, Lima 2017", elaborada para la obtención de su título profesional en la Universidad Cesar Vallejo, recalco como uno de sus objetivos la determinación del efecto de la aplicación de caucho en aerosol sobre las propiedades físicas del asfalto dúctil en pisos plásticos Av. Bertello, Santa Rosa, Lima 2017, En conclusión relacionada con este objetivo, las

capas de pavimento asfáltico son beneficiosas porque maximizan la durabilidad de las capas de asfalto. Esto se logró mediante una prueba compleja llamada Marshall, al tiempo que se reducía la impermeabilidad.

UBIDA PINEDO, con referente al proyecto de investigación “Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar las generaciones de fisuras del Jr. Jorge Chávez cuadra 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín” elaborada para la obtención de su título profesional en la Universidad Cesar Vallejo, Perú, resalto como objetivo importante se observó que cuando se determinó la proporción óptima de polvo de caucho reciclado utilizado en el diseño compuesto y se agregó más caucho que la muestra, se restauró una proporción de 0.5% más de resistencia del eje. Experimente agregando 0.25 y 0.75. 1.00 goma, se puede enfatizar que la temperatura a la que se digiere el aglutinante es importante.

A nivel internacional tenemos DIAZ CLAROS, Cesar con su proyecto de investigación titulado “Uso de polvo de caucho reciclado de neumáticos usados para mejorar la mezcla de asfalto y garantizar un pavimento sostenible” elaborada para la obtención de Tesis Pregrado en la Universidad Santos Tomas, Bogotá, Colombia 2017, decidió investigar las últimas tecnologías en la implementación de gránulos de caucho reciclado en mezclas asfálticas, concluye que varios estudios realizados en el marco de las pruebas de condición modernas muestran que la adición de GCR a la mezcla asfáltica, independientemente del tipo de proceso (sea seco o húmedo) mejora notablemente los comportamientos mecánicos de las pavimentaciones (Diaz Claros, y otros, 2017).

Según RODRIGUEZ, Hellen con su proyecto de investigación titulado “Uso de polvo de caucho de llantas en pavimentos asfálticos” elaborada para la obtención de Tesis Pregrado en la Universidad de Costa Rica, 2016. Concluyó que: Además de los beneficios ambientales de incluir caucho al asfalto, las mezclas de asfalto también tienen importantes beneficios de rendimiento, ya que el caucho aumenta el peso volumétrico del asfalto, lo que permite que el agregado se envuelva en asfalto en una película más gruesa sin sangrado.

Según VILLAVICENCIO FIGUEROA, Cristian Manuel que tenía como título: Impacto de la aplicación de nuevas tecnologías de sellado con capa de Protección asfáltica, Memoria de Graduación. Universidad de Chile, (2015). Concluyo como uno de sus objetivos sería la durabilidad, el tiempo de entrega y la construcción producidos mediante el uso de 23 nuevas tecnologías que aplican capas protectoras de sellos de asfalto, como el tratamiento de superficie única (TSS), el tratamiento de superficie dual (DTS) y las tapas. sobre el costo por kilómetro realizado. Sellos (lechada asfáltica TSS) y aglomerados de micro puertas frías en la red vial secundaria nacional de Chile construcción de caminos básicos e intermedios.

En seguimiento al tema de proyecto de tesis se mostrará a continuación algunas definiciones que aportaran el mayor entendimiento del presente estudio, relaciones en la minoría de casos con tablas ya establecidas por un margen ya estipulado para el presente tema a ser investigado.

El **pavimento flexible** Por lo general, consiste en una fina capa de conglomerado bituminoso construida sobre una base y un subsuelo, generalmente de material granular. Se colocan sobre una capa de suelo compactada llamada subrasante (Ministerio de economía y finanzas, 2015)

Figura 1: Corte de sección transversal.



Fuente: AASHTO – 1993

En relación a las propiedades físico-mecánicas de la carpeta asfáltica de un pavimento flexible se estipula que en la **Propiedades físicas**; el asfalto es un componente aglomerante, excelente a la resistencia, tremendamente adherente, sumamente compacto y perdurable; idóneo para soportar altas tensiones instantáneas y fluir bajo calor o cargas muertas, proporcionando flexibilidad controlable a mezclas sintéticas comúnmente asociadas. (Carrizales Apaza, 2015).

Teniendo consigo las diferentes reacciones físicas apropiadas como es **Durabilidad**; Esta es una propiedad determinada principalmente por la reacción a la acción del pavimento y es difícil de determinar directamente a partir de las propiedades del asfalto; **Flexibilidad**; Es la capacidad de una carpeta asfáltica para adaptarse al movimiento subyacente y al hundimiento gradual sin agrietarse; **Impermeabilidad**; Ésta es la capacidad de resistir el paso del aire y el agua cuando entra o pasa a través de la carpeta (Landaeta, 2016).

Con respecto a las **Propiedades mecánicas**; Este en general engloba los parámetros básicos permisibles de resistencia al desgaste y pulimiento de Caucho, se mencionaran las principales propiedades, **Tensión**; Tiene mucho que ver con el manejo de áridos ya que se trata de la resistencia al impacto de los agregados y puede cambiar su granulación y por tanto la calidad de la estructura cuando se expone a impactos leves; **Esfuerzo cortante**; Fenómeno que se produce por cargas repetidas, en el que aparecen fisuras por fuerzas de cizallamiento y tracción que superan los valores admisibles.

El **Polvo de caucho reciclado**; Es un material infundido con caucho derivado de neumáticos de desecho extraídos de los vehículos de transporte. Se llama caucho en polvo reciclado y no es infeccioso al realizar la PCR mediante la inyección mecánica de caucho vulcanizado para separar los materiales de los neumáticos usados. La siguiente tabla muestra la química de las siguientes especificaciones.

Tabla 1. Características químicas de CRB

Composición	Método de ensayo	Contenido en %	
Extracto acetónico	UNE53651	7,5	17,5
Cenizas	UNE53543		18,5
Carbono	UNE53570	20	38
Azufre	ISO 6528 1-3		5
Caucho natural	ISO 5945	21	42

Fuente: Manual del uso de caucho de reciclado fuera de uso en mezclas bituminosas.

Tabla 2. Composición de neumático según el tipo

Tabla 1. Composición de la llanta según el tipo

Componente	Composición	
	Llanta de carro liviano	Llanta de camión
Caucho natural	14 %	27 %
Caucho sintético	27 %	14 %
Negro de humo (carbono)	28 %	28 %
Acero	14-15 %	14-15 %
Otros Aditivos	16-17 %	16-17 %
Peso promedio (óxidos, etc.)	8,6 kg	45,4 kg

Fuente: Guía Práctica Sobre Re-Usos de Llantas Usadas Para Municipalidades.

Tabla 2. Composición química de las llantas

Elemento o compuesto	Composición
Carbono (C)	70 %
Hidrógeno (H)	7 %
Azufre (S)	1,3 %
Cloro (Cl)	0,2 - 0,6 %
Hierro (Fe)	15 %
Óxido de Zinc (ZnO)	2
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	5 %
Cromo (Cr)	97 ppm
Níquel (Ni)	77 ppm
Plomo (Pb)	60 – 760 ppm
Cadmio (Cd)	5 – 10 ppm
Talio (Tl)	0,2 – 0,3 ppm

Fuente: Guía Práctica Sobre Re-Usos de Llantas Usadas Para Municipalidades.

Fuente: Manual del uso de caucho de reciclado fuera de uso en mezclas bituminosas.

III. METODOLOGÍA

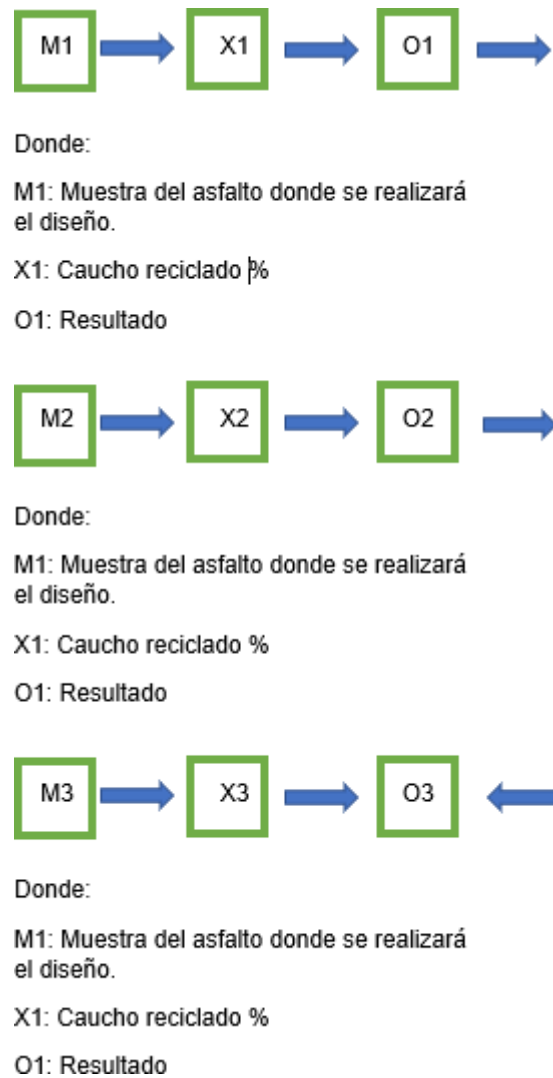
3.1. Tipo y diseño de la investigación

La presente investigación trata de un carácter descriptivo y experimental, con un enfoque cuantitativo, definido por un tipo de estudio, cuya prioridad es describir determinadas características básicas, mediante fuentes secundarias, para ordenar las características, factores y variables del procedimiento realizado. presente, con el fin de generar nueva información y buscarla. interpretación exacta. Además de ser descriptivo, podemos decir que el proyecto terminado está incluido en la documentación, porque la mayor parte de la información recopilada es a través de libros, sitios web y otras fuentes; En definitiva, es posible investigar cualquier tipo de investigación utilizando diversas fuentes existentes.

3.1.1. Tipo de Investigación

El tipo de estudio aplicado para una situación de control en la que una o más variables independientes (causas) son manipuladas deliberadamente para analizar el resultado de esta operación en diferentes tipos de variables dependientes (impactos). (Hernandez Sampieri, y otros, 2015).

Figura 2: Muestras de la investigación



Fuente: Elaboración Propia

3.2. Variable y operacionalización

3.2.1. Variable: “Es un atributo que tiene un cambio medible u observable”
(Hernandez Sampieri, y otros, 2015).

3.2.2. Variable independiente (x): La posible causa de la relación entre las variables es un requisito previo, y el efecto de esta causa se denomina variable independiente. (Hernandez Sampieri, y otros, 2015).

3.2.3. Variable dependiente (Y): Esta variable no se manipula, es la causa de la medición para ver el efecto que controla la variable independiente (Hernandez Sampieri, y otros, 2015).

X= Caucho reciclado

Y= Carpeta asfáltica

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.

3.3.1. Población

La población se considera un concepto específico diseñado para analizar problemas de investigación y es un objeto de investigación que incluye diversos factores (personas, objetos, organismos, registros médicos) relacionados con el problema de demarcación. Como recurso relacionado, debe investigarse, medirse y cuantificarse. Otro concepto que se conoce como universo también se denomina, de ahí la necesidad de separar las características de contenido, lugar, lugar y tiempo. Para esta investigación se selecciona los rasgos que pueden ser de ayuda para trabajarlos como variables intervinientes y por consecuencia que puedan dar cabida el logro de los objetivos preseleccionados en las propuestas experimentales, en la actualidad la Av. Monsefú-Valle Hermoso cuenta con 3.2 kilómetros pavimentados (Diaz de Leon, 2016).

3.3.2. Muestra

En general, para cualquier proyecto de investigación se adicionan muestras o subgrupos de la población completa, y en escasas situaciones del universo o la población total. Las principales razones para estudiar muestras en el ámbito in situ de las poblaciones son diferentes entre las cuales tenemos: a) Disminuir el tiempo, investigar un número inferior de individuos por lo general se complementa en tiempos menores. b) En beneficio se ahorran estos recursos. c) Investigar o estudiar por completo los integrantes con una característica determinada, en diferentes circunstancias puede ser un trabajo poco accesible o imposible de realizar. d) Sumar calidad en el

estudio, al tener más recursos, las observaciones y las mediciones resultadas para un número determinado de individuos pueden llegar a ser más concretas (El protocolo de investigación III: La población de estudio, 2016).

La muestra es llamada el subconjunto que deriva de la población o universo que se realizara en la investigación a experimentar. Hay diferentes procesos para obtener la cantidad de los elementos que conformaran la muestra, ya sea con fórmulas ya establecidas, o lógicas, la muestra es parte representativa de la población total (Lopez, 2014).

3.3.3. Muestreo

Para este trabajo de investigación la muestra y muestreo a explorar es el llamado subconjunto aleatorio del total de la pavimentación asfaltada de la Av. Monsefú-Valle Hermoso del distrito de Monsefú, provincia de Chiclayo, departamento Lambayeque (Población o Universo).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

En el proyecto a investigar se preseleccionan las técnicas más correctas, en función a la variable a ser estudiada y al posible ingreso factible que se tiene a la agrupación de muestra. La estrategia empleada puede ser encuestas, revistas o en todo caso la observación directa, siendo dependiente del instrumento, el investigador se adecua de tal forma que sea accesible el instrumento que puede aplicar y recolectar información certera y veras. Los instrumentos a ser utilizados son seleccionados o contruidos por el investigador en consecuencia de los indicadores que son partes constituidas por relación a la variable a ser trabajada. También se pueden utilizar instrumentos ya establecidos, pero con la única condición de adecuarlo al contexto del proyecto, para obtener consigo datos útiles para fines positivos de la investigación (Danel Ruas , 2015).

3.4.2. Instrumentos

Se han reconocido los medios físicos utilizados para recopilar los datos. Estos incluyen escenarios de observación, listas de verificación, encuestas,

guías de entrevistas y guiones de entrevistas Para este tipo de investigación los instrumentos a ser utilizados en la mayoría son FICHAS TECNICAS establecidas por un formato ya estandarizado y en otros casos proyectados por el investigador (Danel Ruas , 2015).

Los medios que serán utilizados para acoplar y seleccionar la información serán los parámetros ya estandarizados verificados por la normativa ASTM, establecidos en el manual de ensayos del MTC, y se redactan en siguiente instancia:

- ASTM D-422 Análisis granulométrico por tamizado.
- ASTM D-1664 Adherencia.
- ASTM D- 2419 Equivalente de arena.
- ASTM D- 2216 Ensayo de humedad natural.
- MTC E-504 Ensayo de Marshall.

3.5. Procedimientos

Para el presente proyecto de investigación, como primera instancia se llegó a la zona de estudio, para este caso en el distrito de Monsefú, se ubicó el tramo de la carretera que será trabajada para la respectiva realización del mejoramiento del pavimento, realizando 3 briquetas por cada diseño siendo un total de 49 briquetas como mínimo de ser trabajadas, posteriormente estudiadas en el laboratorio y se realicen los ensayos correspondientes.

3.6. Método de análisis de datos

El análisis de datos en resumen es la ejecución de tareas en las que los diseñadores manipulan datos para capturar los objetivos del proyecto en consideración. No todas estas aplicaciones se pueden actualizar con el tiempo. Recolección de datos, etc. El análisis de los ajustes preestablecidos puede generar problemas y dificultades que alteren las predicciones originales del análisis de datos.

Para la obtención del análisis de datos hay métodos ya estandarizados que se puntualizaran a continuación:

En esta ocasión se utiliza el procesador de datos SPSS V.24, el cual su rol principal es que se asuma medidas de confiabilidad por medio de valores estratigráficos para cada ítem establecido por el tesista, el cual debe mostrar correlación y la viabilidad de la información.

3.7. Aspectos éticos

Acoplándose a los lineamientos de la resolución del consejo universitario N° 011-2020-VI-UCV para la elaboración del presente proyecto de investigación se dará cumplimiento con los mencionados principios éticos.

En el presente proyecto de investigación se respetó en todo momento los derechos de propiedad intelectual de las investigaciones que sirvieron de apoyo para la realización de esta investigación, en consecuencia, a los investigado el investigador busca el bienestar de la población para la mejor transitividad de un lugar al otro. Por otro lado, la transparencia de esta investigación y su difusión para futuros investigadores interesados en el mismo tema.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de la zona de estudio

Antes de la llegada de los españoles, Monsefú ya formaba parte del Cacicazgo de Cinto, conocido como Chuspo, cuyo núcleo principal estaría cerca de los cerros de San Bartolo. A principios de la segunda mitad del siglo XVI, quedarían reducidos a Callanca, con fuertes lluvias e inundaciones en 1578, dañando cultivos y afectando a la población. En 1612, los habitantes de Callanca fueron golpeados por una epidemia, la población fue arrasada por la enfermedad, los que sobrevivieron unos años se quedaron en lo que hoy es el pueblo de Monsefú.

El poblado de Monsefú fue fundado en la época de la independencia por el libertador Simón Bolívar y ascendió a la categoría de poblado el 26 de octubre de 1888. El poblado de Monsefú se ubica a 15 km al sureste de la ciudad de Chiclayo, a 11 msnm. Se encuentra a 6 ° 50'39 " de latitud sur y 79 ° 53'56 " de longitud del meridiano de Greenwich. Su territorio cubre 44.94 km².

4.2. Población:

Tiene una población de 45.000 hab. aproximadamente. (Fuente INEI-2018).

4.3. Recopilación de la información

4.3.1. Desarrollo Experimental

Para la ejecución de esta tesis se desarrolló una recopilación técnica en el laboratorio para tener un buen control de calidad de los materiales, asfalto convencional y modificado con inclusión de caucho reciclado. Dichos ensayos se realizaron en el laboratorio EMP asfaltos de la provincia de Chiclayo.

Para realizar análisis y control de calidad de agregados rocosos en laboratorio, se debe recolectar la materia prima en la cantera Tres Tomas, en la división Lambayeque, para determinar si los materiales de extracción son óptimos para el diseño de revestimiento en caliente o no. Se realizan

pruebas para estimar los parámetros correspondientes a cada punto y verificar si están dentro de los rangos dados por ASTM y MTC.

4.4. Ensayos para el control de calidad de los agregados

4.4.1. Agregados

Se refiere a la combinación de agregados pétreos que se utilizan en las mezclas asfálticas, de acuerdo a lo estipulado. En primera instancia el agregado grueso tiene un límite que es retenido en el tamiz N°4 en tanto, el agregado fino es la proporción que pasa dicho tamiz.

4.4.2. Agregados utilizados para diseño de mezcla asfáltica

Para la utilización de los agregados para el siguiente desarrollo de mezcla asfáltica se obtuvieron en la planta de asfalto de la provincia de Ferreñafe, que se recolectaron de la cantera Tres Tomas.

Para la realización de nuestra muestra se tomaron las siguientes especificaciones, cuyo promedio por material es de 50kg.

- ✓ Piedra chancada de 1/2", Cantera Tres tomas
- ✓ Arena chancada, Cantera Tres tomas
- ✓ Arena Zarandeada, Cantera Tres tomas

A los materiales mencionados se le realizaron los ensayos estipulados.

Tabla 3. Agregados para mezcla asfáltica.

Agregados Gruesos	Agregados Finos
Peso específico Absorción Durabilidad Abrasión	Peso específico Absorción Adhesividad Límite Líquido Índice de plasticidad

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3. Análisis Granulométrico

Para realizar este análisis, en particular con base en las normas: NTP, ASTM y AASTHO, que especifican un método para realizar la cuantificación del

tamaño de grano de agregados gruesos y finos de materiales, utilizando el denominado tamiz. El método correcto es separar las partículas a través de tamices especificados consecutivamente desde el más grande al más pequeño.

Tabla 4. Piedra Chancada 1/2"

Tamiz ASTM	Abertura en MM	Peso retenido	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa
3"	76.2				
2 1/2"	63.5				
2"	50.8				
1 1/2"	38.1				
1"	25.4				
3/4"	19.05				100
1/2"	12.7	2033	24.8	24.8	75.2
3/8"	9.525	2166	26.4	51.2	48.8
# 04	4.76	3918	47.7	98.9	1.1
# 10	2	74	0.9	99.8	0.2
# 16	1.19	18			
# 20	0.84				
# 100	0.149				
# 200	0.074				
PAN					

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5. Arena Chancada 1/4"

Tamiz ASTM	Abertura en MM	Peso retenido	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa
3"	76.2				
2 1/2"	63.5				
2"	50.8				
1 1/2"	38.1				
1"	25.4				
3/4"	19.05				
1/2"	12.7				
3/8"	9.525				100
# 04	4.76	7.7	1	1	99
# 10	2	185	23.1	24.1	75.9
# 40	0.42	345.5	43.2	67.3	32.7
# 80	0.177	110.5	13.8	81.1	18.9
# 200	0.074	58.8	7.4	88.4	11.6
PAN		92.5	11.6	100	0

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 6. Arena Zarandeada

Tamiz ASTM	Abertura en MM	Peso retenido	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa
3"	76.2				
2 1/2"	63.5				
2"	50.8				
1 1/2"	38.1				
1"	25.4				
3/4"	19.05				
1/2"	12.7				
3/8"	9.525				100
# 04	4.76	71.8	9	9	91
# 10	2	141.8	17.7	26.7	73.3
# 40	0.42	360.3	45	71.7	28.3
# 80	0.177	131.9	16.5	88.2	11.8
# 200	0.074	46.1	5.8	94	6
PAN		46.1	6	100	0

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 7. Caucho

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso retenido	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa
3"	76.2				
2 1/2"	63.5				
2"	50.8				
1 1/2"	38.1				
1"	25.4				
3/4"	19.05				
1/2"	12.7				
3/8"	9.525				
# 04	4.76				100
# 10	2	45.6	22.8	22.8	77.2
# 40	0.42	145.5	72.8	95.6	4.5
# 80	0.177	6.5	3.3	98.8	1.2
# 200	0.074	0.7	0.4	99.2	0.8
PAN		1.7	0.9	100	0

Fuente: Elaboración Propia.

Las medidas de tamaño de partícula mostradas nos permiten distribuir uniformemente los agregados en los diferentes tamices, lo que conduce a una mejor trabajabilidad y su posterior mezclado.

4.4.4. Dosificación de los materiales

Una vez preparada la medida granulométrica de los áridos individuales, el mezclado de los áridos se realiza mediante simulación para que se combinen en cemento bituminoso y cumplan con los estándares especificados, estas simulaciones incluyen el cambio porcentual relativo en las poblaciones en relación con su tamaño de partícula, y estos valores conducen a los rangos establecidos por el ministerio de Transporte y Comunicaciones a través de la MTC.

Con respecto a nuestra distribución de tamaño de partículas, el diseño de la división MAC2 del MTC se define como uso de tamaño del grano, ya que es allí donde se centra mejor nuestra mezcla de agregados.

Tabla 8. Combinación física y teórica de agregados para la mezcla asfáltica

TAMICES	Agregados a intervenir			MAC-2		
	Tolva 1	Tolva 2	Tolva 3	Combinación Teórica %	Especificación	
	Piedra chancada %	Arena chancada %	Arena zarandeada %			
	41.0	25.0	34.0	100.0	MAC-2	
3/4"	100	100	100	100	100	100
1/2"	75.4	100	100	89.9	80	100
3/8"	49.2	100	100	79.2	70	88
#04	1.2	99.1	91	56.2	51	68
#10	0	75.9	73.3	43.9	38	52
#40	0	32.8	27.3	17.5	17	28
#80	0	18.9	11.6	8.7	8	17
#200	0	11.7	5.9	4.9	4	8

Fuente: Elaboración propia.

4.4.5. Límite Líquido y Plástico (ATTERBERG)

4.4.5.1. LÍMITE LÍQUIDO (LL)

Límite líquido se conceptúa como el contenido de humedad determinado en porcentaje cuando un suelo arcilloso cambia de estado plástico a estado líquido, para ello nos basamos en las estipulaciones que la norma peruana nos establece.

4.4.5.2. LÍMITE PLÁSTICO (LP)

Límite plástico se refiere a la baja humedad que se puede llegar a construir barritas de 3.2 mm de diámetro de suelo. Con más claridad se explica en la norma técnica peruana NTP 339.129.

Para el presente trabajo se extrajeron los siguientes resultados que se describen en la siguiente tabla:

Tabla 9. Límites de consistencia pasante de malla #200

ID	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
1. N° DE GOLPES	15	22	30		
2. N° DE TARRO	1	12	36.81	7	15
3. TARRO + SUELO HUMEDO	34.62	35.81	34.47	15.26	16
4. TARRO + SUELO SECO	31.83	33.26	2.34	14.28	14.94
5. AGUA	2.79	2.55	20.13	0.98	1.06
6. PESO DEL TARRO	18.21	19.43	14.34	7.95	8.12
7. PESO DEL SUELO					
8. SECO	13.62	13.83	16.32	6.33	6.82
9. % DE HUMEDAD	20.48	18.44	16.32	15.48	15.54
TOTAL	LL= 17.3%			LP= 15.5%	
	IP= 2%				

Fuente: Elaboración propia.

4.4.6. ENSAYO EN MÁQUINA LOS ANGELES

Al definir el ensayo de abrasión se refiere a la resistencia de los áridos de menores dimensiones a la abrasión, por ello se basa en la norma NTP 400.019, MTC E-207. Aquí se describe correctamente el método realizado para determinar el desgaste de los agregados naturales.

Tabla 10. Ensayo de abrasión Los ángeles.

TAMICES		ENSAYO
Pasa	Retiene	
3/4"	1/2"	2500
1/2"	3/8"	2500
PESO TOTAL		5000
PESO RETENIDO EN TAMIZ #12		4042
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO		958
N° DE ESFERAS		11
PESO DE LAS ESFERAS		4532
TIEMPO DE ROTACIONES		15
% DE DESGASTE		19.2

Fuente: Elaboración propia.

4.4.7. EQUIVALENTE DE ARENA

Este ensayo determina la proporción relativa del contenido de material arcilloso se encontramos en cada muestra realizada.

Tabla 11. Equivalente de arena

MUESTRA	1	2	3
HORA DE ENTRADA	02:23	02:25	02:27
HORA DE SALIDA	02:33	02:35	02:37
HORA DE ENTRADA	02:35	02:37	02:39
HORA DE SALIDA	02:55	02:57	02:59
ALTURA DE NIVEL MATERIAL FINO (A)	6.4	6.3	6.5
ALTURA DE NIVEL ARENA (B)	4.1	4	4.2
EQUIVALENTE DE ARENA (B x 100/A)	64.1	63.5	64.6
PROMEDIO	64.1		

Fuente: Elaboración propia.

4.5. Diseño para mezcla asfáltica por método Marshall

4.5.1. Cálculo del peso unitario de la muestra compactada

Este proceso consiste en pesar la materia seca después de dejarla al aire durante al menos una hora, a temperatura ambiente. La muestra se lleva a un estado de superficie seca saturada y se sumerge en agua para luego ser pesada.

$$Gmb = \frac{Wd}{Wssd - Wsummer}$$

Gmb= Peso unitario de la mezcla asfáltica compactada

Wd= Peso de la probeta al aire

Wssd= Peso de la probeta saturada seca

Wsummer= Peso de la probeta en el agua

Tabla 12. Peso de muestra compactada

% del asfalto	Peso unitario de la muestra compactada (gr/cm3)		
	M-1	M-2	M-3
4.5	2.204	2.21	2.209
5	2.277	2.281	2.273
5.5	2.347	2.34	2.342
6	2.334	2.333	2.342
6.5	2.314	2.317	2.317

Fuente: Elaboración propia.

4.5.2. Peso específico Bulk del agregado total

$$Gsb = \frac{P1 + P2 + \dots + PN}{\frac{P1}{G1} + \frac{P2}{G2} + \dots + \frac{PN}{GN}}$$

Gsb= Peso específico bulk del agregado total

P1, P2, PN= Porcentajes individuales por masa del agregado

G1, G2, GN= Densidad neta individual del agregado

Tabla 13. Peso específico de bulk del agregado total

% del asfalto	Peso específico del bulk (gr/cm3)		
	M-1	M-2	M-3
4.5	2.612	2.612	2.612
5	2.612	2.612	2.612
5.5	2.612	2.612	2.612
6	2.612	2.612	2.612
6.5	2.612	2.612	2.612

Fuente: Elaboración propia.

4.5.3. Peso efectivo de los agregados

$$Gse = \frac{Pmm - Pb}{Gmm - Gb}$$

Gse= Peso efectivo de los agregados

Pmm= Porcentaje de masa del total de la mezcla suelta

Gmm= Densidad máxima

Pb= Contenido del asfalto

Gb= Densidad del asfalto

Tabla 14. Peso efectivo de los agregados

% del asfalto	Peso efectivo de los agregados (gr/cm3)		
	M-1	M-2	M-3
4.5	2.627	2.627	2.627
5	2.642	2.642	2.642
5.5	2.658	2.658	2.658
6	2.684	2.684	2.684
6.5	2.709	2.709	2.709

Fuente: Elaboración propia.

4.5.4. Asfalto absorbido por el agregado total

$$Pba = 100 * Gb * \frac{Gse - Gsb}{Gsb * Gse}$$

Pba= Asfalto absorbido por el agregado total

Gb= Densidad del asfalto

Gse= Densidad efectiva del agregado

Gsb= Densidad neta del agregado

Tabla 15. Asfalto absorbido por los agregados

% del asfalto	Asfalto absorbido por agregados (%)		
	M-1	M-2	M-3
4.5	0.21	0.21	0.21
5	0.43	0.43	0.43
5.5	0.67	0.67	0.67
6	1.05	1.05	1.05
6.5	1.4	1.4	1.4

Fuente: Elaboración propia.

4.5.5. Asfalto Efectivo

$$Pbe = Pb - \frac{Pba * Ps}{100}$$

Pbe= Asfalto efectivo

Pb= Contenido de asfalto

Pba= Asfalto absorbido

Ps= Contenido de agregado

Tabla 16. Asfalto efectivo

% del asfalto	Asfalto efectivo (%)		
	M-1	M-2	M-3
4.5	4.3	4.3	4.3
5	4.59	4.59	4.59
5.5	4.86	4.86	4.86
6	5.02	5.02	5.02
6.5	5.2	5.2	5.2

Fuente: Elaboración propia.

4.5.6. Vacíos del agregado mineral

$$VMA = 100 - \frac{Gmb * Ps}{Gsb}$$

VMA= Vacío del agregado mineral

Gmb= Densidad neta de la mezcla asfáltica

Ps= Contenido de agregado

Gsb= Gravedad especifica neta del agregado

Tabla 17. Vacío de agregado mineral

% del asfalto	Vacíos del agregado mineral (%)		
	M-1	M-2	M-3
4.5	19.44	19.22	19.25
5	17.19	17.05	17.32
5.5	15.09	15.35	15.26
6	16.02	16.04	15.74
6.5	17.19	17.08	17.05

Fuente: Elaboración propia.

4.5.7. Porcentaje de Vacíos con aire en mezcla compactada

$$Va = 100 * \frac{Gmm - Gmb}{Gmm}$$

Va= Porcentaje de vacíos con aire

Gmm= Densidad máxima de mezcla asfáltica

Gmb= Densidad neta de mezcla asfáltica

Tabla 18. Vacíos con aire en mezcla

% del asfalto	Vacíos con aire (%)		
	M-1	M-2	M-3
4.5	10.17	9.92	9.96
5	6.96	6.8	7.1
5.5	3.92	4.2	4.11
6	4.56	4.58	4.24
6.5	5.41	5.29	5.26

Fuente: Elaboración propia.

4.5.8. Relación Betún – vacíos

$$VFA = 100 * \frac{V_{ma} - V_a}{VMA}$$

VFA= Relación Betún – vacíos

V_{ma}= Vacíos con el agregado mineral

Tabla 19. Relación Betún – Vacíos

% del asfalto	Relación Betún-vacíos (%)		
	M-1	M-2	M-3
4.5	47.69	48.37	48.26
5	59.52	60.09	58.98
5.5	74.06	72.63	73.1
6	71.55	71.43	73.08
6.5	68.5	69.03	69.15

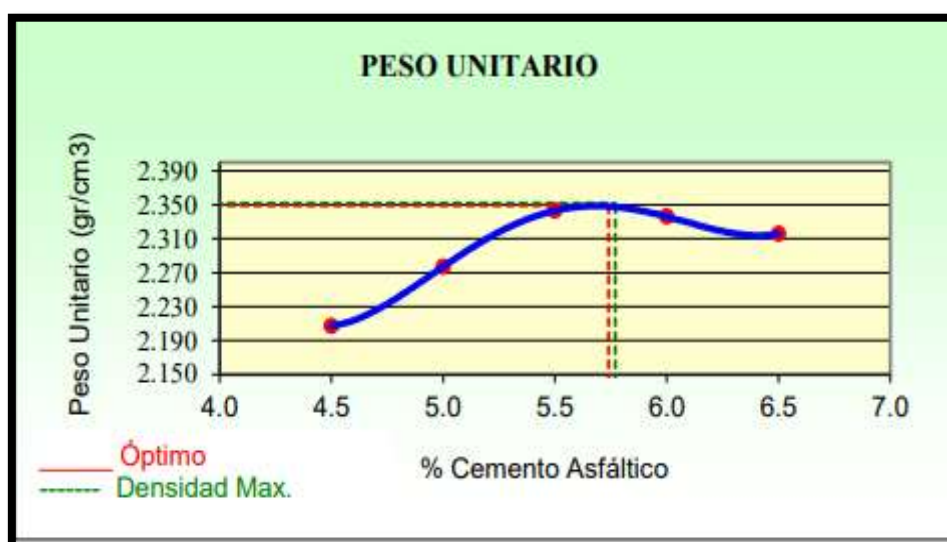
Fuente: Elaboración propia.

4.5.9. Contenido óptimo para asfalto convencional

Después de los diversos ensayos con diferentes porcentajes de asfalto se determinó que el contenido óptimo es de **5.74**

A continuación, se muestran los diversos gráficos del Ensayo Marshall.

Figura 3. Peso Unitario



Fuente: Servicios de laboratorio y suelos EMP.

Figura 4. Peso Unitario



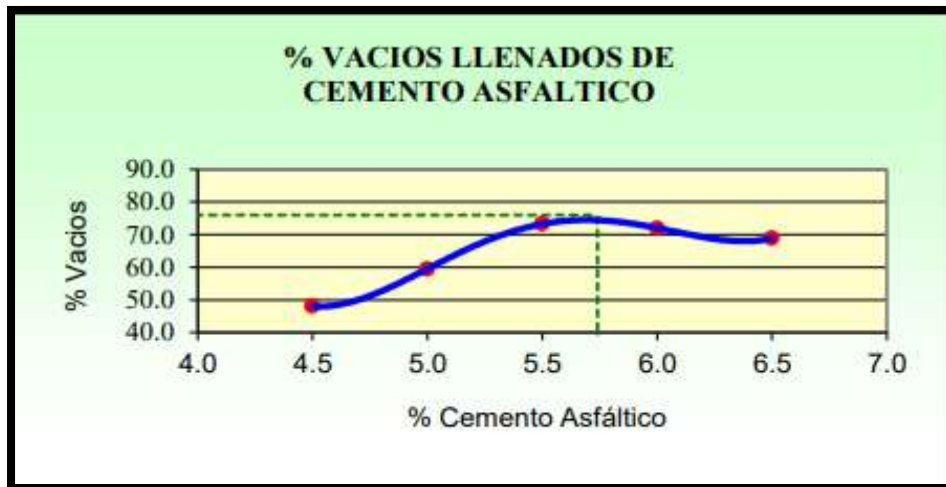
Fuente: Servicios de laboratorio y suelos EMP.

Figura 5. Porcentaje de agregado mineral.



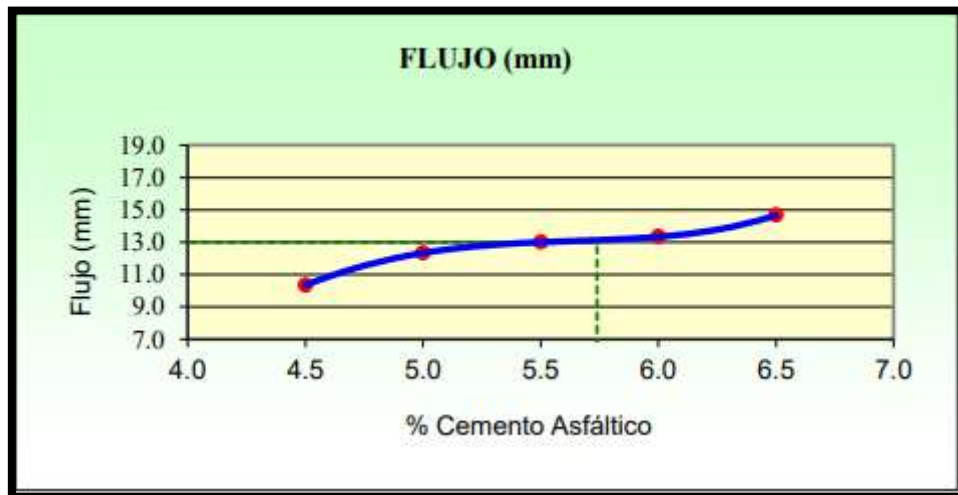
Fuente: Servicios de laboratorio y suelos EMP.

Figura 6. Porcentaje de vacíos llenados de C.A.



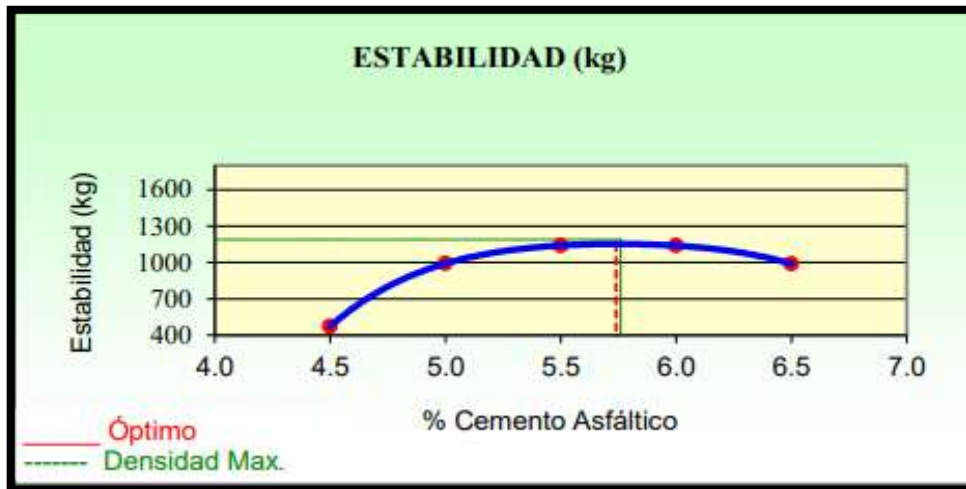
Fuente: Servicios de laboratorio y suelos EMP.

Figura 7. Flujo



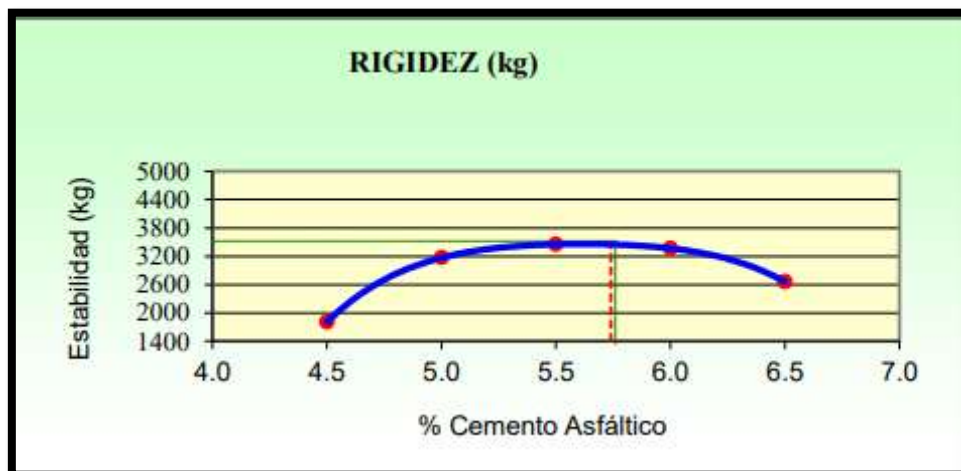
Fuente: Servicios de laboratorio y suelos EMP.

Figura 8. Estabilidad.



Fuente: Servicios de laboratorio y suelos EMP.

Figura 9. Rigidez.



Fuente: Servicios de laboratorio y suelos EMP.

4.6. Resultado del Diseño de mezcla en caliente convencional

Teniendo el siguiente cuadro donde se muestran los porcentajes utilizados para el diseño de mezcla.

Tabla 20. Porcentaje de agregados y C.A optimo

Agregados	Diseño MAC-2
Piedra chancada	38.50%
Arena chancada	23.40%
Arena zarandeada	31.90%
Cemento Asfaltico	5.74%
Aditivo	0.50%

Fuente: Elaboración propia.

Después de todos los ensayos elaborados, los resultados fueron los siguientes:

Tabla 21. Resumen de las propiedades de la mezcla asfáltica convencional

Parámetro de diseño	Resultado	Especificaciones	Observaciones
MARSHALL MTC E 504			
Optimo contenido de C. A	5.74		
Numero de golpes	75	75	OK
Estabilidad	1190 kg	831.07 kg (min.)	OK
Flujo 0.01"	3.3	2 - 3.56	OK
Porcentaje de vacíos	3.9	3 a 5	OK
Vacíos en el agregado mineral	15%	14% min.	OK
Peso Unitario	2.352		
Vacíos llenados de C.A %	86%	75% min.	OK
Relación polvo-asfalto	1.15		
Rigidez	3523		

Fuente: Elaboración propia

4.7. Diseño para mezclas asfálticas por método MARSHALL en asfalto modificado.

4.7.1. Peso Unitario de la muestra compactada

Este proceso consiste en pesar la materia seca después de dejarla al aire a temperatura ambiente durante al menos una hora. La muestra se llevó a un estado superficial seco saturado, se sumergió en agua y se pesó.

$$Gmb = \frac{Wd}{Wssd - Wsummer}$$

Gmb= Peso unitario de la mezcla asfáltica compactada

Wd= Peso de la probeta al aire

Wssd= Peso de la probeta saturada seca

Wsummer= Peso de la probeta en el agua

Tabla 22. Peso de muestra compactada para C.A. 5.74

% de caucho	PESO UNITARIO DE LA MUESTRA COMPACTADA		
	M-1	M-2	M-3
0	2.349	2.353	2.345
0.5	2.33	2.331	2.332
1	2.302	2.297	2.296
1.5	2.271	2.261	2.254
2	2.237	2.235	2.245
2.5	2.225	2.21	2.214
3	2.199	2.2	2.202
3.5	2.169	2.18	2.172

Fuente: Elaboración propia.

4.7.2. Peso específico bulk en combinación de agregados

$$Gsb = \frac{P1 + P2 + \dots + PN}{\frac{P1}{G1} + \frac{P2}{G2} + \dots + \frac{PN}{GN}}$$

Gsb= Peso específico bulk del agregado total

P1, P2, PN= Porcentajes individuales por masa del agregado

G1, G2, GN= Gravedad especifica neta individual del agregado

Tabla 23. Peso específico del bulk del agregado total (asfalto modificado)

% de caucho	PESO ESPECIFICO DEL BULK DEL AGREGADO TOTAL		
	M-1	M-2	M-3
0	2.612	2.612	2.612
0.5	2.612	2.612	2.612
1	2.612	2.612	2.612
1.5	2.612	2.612	2.612
2	2.612	2.612	2.612
2.5	2.612	2.612	2.612
3	2.612	2.612	2.612
3.5	2.612	2.612	2.612

Fuente: Elaboración propia.

4.7.3. Peso efectivo de los agregados

$$Gse = \frac{Pmm - Pb}{\frac{Pmm}{Gmm} - \frac{Pb}{Gb}}$$

Gse= Peso efectivo de los agregados

Pmm= Porcentaje de masa del total de la mezcla suelta

Gmm= Gravedad especifica máxima

Pb= Contenido del asfalto

Gb= Gravedad especifica del asfalto

Tabla 24. Peso efectivo de los agregados (Asfalto modificado)

% de caucho	PESO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		
	M-1	M-2	M-3
0	2.673	2.673	2.673
0.5	2.656	2.656	2.656
1	2.635	2.635	2.635
1.5	2.625	2.625	2.625
2	2.614	2.614	2.614
2.5	2.624	2.624	2.624
3	2.627	2.627	2.627
3.5	2.617	2.617	2.617

Fuente: Elaboración propia.

4.7.4. Porcentaje del asfalto absorbido por agregado total

$$Pba = 100 * Gb * \frac{Gse - Gsb}{Gsb * Gse}$$

Pba= Asfalto absorbido por el agregado total

Gb= Gravedad específica del asfalto

Gse= Gravedad específica efectiva del agregado

Gsb= Gravedad específica neta del agregado

Tabla 25. Asfalto absorbido por agregado total (Asf. Modificado)

% de caucho	PESO ASFALTO ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL		
	M-1	M-2	M-3
0	0.89	0.89	0.89
0.5	0.64	0.64	0.64
1	0.33	0.33	0.33
1.5	0.18	0.18	0.18
2	0.03	0.03	0.03
2.5	0.017	0.017	0.017
3	0.22	0.22	0.22
3.5	0.08	0.08	0.08

Fuente: Elaboración propia.

4.7.5. Porcentaje de asfalto efectivo

$$Pbe = Pb - \frac{Pba * Ps}{100}$$

Pbe= Asfalto efectivo

Pb= Contenido de asfalto

Pba= Asfalto absorbido

Ps= Contenido de agregado

Tabla 26. Asfalto efectivo (Asf. Modificado)

% de caucho	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO		
	M-1	M-2	M-3
0	4.9	4.9	4.9
0.5	5.14	5.14	5.14
1	5.43	5.43	5.43
1.5	5.57	5.57	5.57
2	5.71	5.71	5.71
2.5	5.58	5.58	5.58
3	5.53	5.53	5.53
3.5	5.67	5.67	5.67

Fuente: Elaboración propia.

4.7.6. Vacíos del agregado mineral

$$VMA = 100 - \frac{Gmb * Ps}{Gsb}$$

VMA= Vacío del agregado mineral

Gmb= Gravedad especifica neta de la mezcla asfáltica

Ps= Contenido de agregado

Gsb= Gravedad especifica neta del agregado

Tabla 27. Vacío de agregado mineral (Asf. Modificado)

% de caucho	PORCENTAJE DE VACIOS EN EL AGREGADO MINERAL		
	M-1	M-2	M-3
0	15.25	15.11	15.39
0.5	15.93	15.88	15.86
1	16.95	17.12	17.14
1.5	18.05	18.43	18.67
2	19.28	19.38	19
2.5	19.72	20.26	20.09
3	20.64	20.6	20.53
3.5	21.73	21.35	21.63

Fuente: Elaboración propia.

4.7.7. Porcentaje de Vacíos con aire en mezcla compactada

$$Va = 100 * \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}}$$

Va= Porcentaje de vacíos con aire

G_{mm}= Gravedad específica máxima de mezcla asfáltica

G_{mb}= Gravedad específica neta de mezcla asfáltica

Tabla 28. Vacíos con aire en mezcla (Asf. Modificado)

% de caucho	PORCENTAJE DE VACIOS CON AIRE		
	M-1	M-2	M-3
0	3.98	3.82	4.14
0.5	4.2	4.15	4.13
1	4.7	4.91	4.93
1.5	5.68	6.1	6.39
2	6.77	6.88	6.45
2.5	7.56	8.19	7.99
3	8.73	8.69	8.6
3.5	9.69	9.25	9.57

Fuente: Elaboración propia.

4.7.8. Relación Betún – vacíos

$$VFA = 100 * \frac{Vma - Va}{VMA}$$

VFA= Relación Betún – vacíos

Vma= Vacíos con el agregado mineral

Va= Vacíos de aire en mezcla compactada

Tabla 29. Relación Betún – Vacíos

% de caucho	RELACION ASFALTO - VACIOS		
	M-1	M-2	M-3
X 0	73.92	74.74	73.11
0.5	73.62	73.86	73.98
1	72.24	71.34	71.24
1.5	68.57	66.87	65.79
2	64.91	64.49	66.08
2.5	61.64	59.59	60.22
3	57.69	57.84	58.09
3.5	55.4	56.67	55.74

Fuente: Elaboración propia.

4.8. Resultados con diferentes porcentajes de caucho

4.8.1. Para inclusión de 0.00% de caucho

Al obtener los resultados de este proceso se logra observar que cumple con lo establecido en las normas de diseño de pavimento con la inclusión de caucho.

Tabla 30. Caucho al 0,00%

Parámetro de diseño	Resultado	Especificaciones	Observaciones
MARSHALL MTC E 504			
Cemento Asfáltico Optimo	5.74		
# de golpes	75	75	CHECK SI
Estabilidad	1197 kg	831.07 kg (min.)	CHECK SI
Flujo 0.01"	3.39	2 - 3.56	CHECK SI
% de vacíos	3.98	3 a 5	CHECK SI
Vacíos en el agregado mineral	15.25%	14% min.	CHECK SI
Peso Unitario	2.349		
Vacíos llenados de C.A %	73.9%		

Fuente: Elaboración propia.

4.8.2. Para inclusión de 0.50% de caucho

Al obtener los resultados de este proceso se logra observar que cumple con lo establecido en las normas de diseño de pavimento con la inclusión de caucho.

Tabla 31. Caucho al 0.50%

Parámetro de diseño	Resultado	Especificaciones	Observaciones
MARSHALL MTC E 504			
Cemento asfáltico Optimo	5.74		
# de golpes	75	75	OK
Estabilidad	1024 kg	831.07 kg (min.)	OK
Flujo 0.01"	3.39	2 - 3.56	OK
% de vacíos	4.16	3 a 5	OK
Vacíos en el agregado mineral	15.89%	14% min.	OK
Peso Unitario	2.331		
Vacíos llenados de C.A %	73.82%		

Fuente: Elaboración propia.

4.8.3. Para inclusión de 1.00% de caucho

Al obtener los resultados de este proceso se logra observar que cumple con lo establecido en las normas de diseño de pavimento con la inclusión de caucho.

Tabla 32. Caucho al 1.00%

Parámetro de diseño	Resultado	Especificaciones	Observaciones
MARSHALL MTC E 504			
Cemento asfáltico optimo	5.74		
# de golpes	75	75	OK
Estabilidad	923 kg	831.07 kg (min.)	OK
Flujo 0.01"	3.53	2 - 3.56	OK
% de vacíos	4.85	3 a 5	OK
Vacíos en el agregado mineral	17.07%	14% min.	OK
Peso Unitario	2.298		
Vacíos llenados de C.A %	81.61%		

Fuente: Elaboración propia.

4.8.4. Para inclusión de 38.50% de

Al obtener los resultados de este proceso se logra observar que en ciertos parámetros ya no cumple con lo establecido en las normas de diseño de pavimento con la inclusión de caucho.

Tabla 33. Caucho al 1.50%

Parámetro de diseño	Resultado	Especificaciones	Observaciones
MARSHALL MTC E 504			
Cemento asfáltico óptimo	5.74		
# de golpes	75	75	OK
Estabilidad	812 kg	831.07 kg (min.)	NO OK
Flujo 0.01"	3.87	2 - 3.56	NO OK
% de vacíos	6.06	3 a 5	NO OK
Vacíos en el agregado mineral	18.39%	14% min.	OK
Peso Unitario	2.262		
Vacíos llenados de C.A %	77.08%		

Fuente: Elaboración propia.

4.8.5. Para inclusión de 2.00% de caucho

Al obtener los resultados de este proceso se logra observar que en ciertos parámetros ya no cumple con lo establecido en las normas de diseño de pavimento con la inclusión de caucho.

Tabla 34. Caucho al 2.00%

MARSHALL MTC E 504			
Cemento asfáltico óptimo	5.74		
# de golpes	75	75	OK
Estabilidad	700 kg	831.07 kg (min.)	NO OK
Flujo 0.01"	4.01	2 - 3.56	NO OK
% de vacíos	6.70	3 a 5	NO OK
Vacíos en el agregado mineral	19.22%	14% min.	OK
Peso Unitario	2.239		
Vacíos llenados de C.A %	75.16%		

Fuente: Elaboración propia.

4.8.6. Para inclusión de 39.50% de

Al obtener los resultados de este proceso se logra observar que en ciertos parámetros ya no cumple con lo establecido en las normas de diseño de pavimento con la inclusión de caucho.

Tabla 35. Caucho al 2.50%

Parámetro de diseño	Resultado	Especificaciones	Observaciones
MARSHALL MTC E 504			
Cemento asfáltico óptimo	5.74		
# golpes	75	75	OK
Estabilidad	539 kg	831.07 kg (min.)	NO OK
Flujo 0.01"	4.25	2 - 3.56	NO OK
% de vacíos	7.91	3 a 5	NO OK
Vacíos en el agregado mineral	20.02%	14% min.	OK
Peso Unitario	2.216		
Vacíos llenados de C.A %	70.48%		

Fuente: Elaboración propia.

4.8.7. Para inclusión de 3.00% de caucho

Al obtener los resultados de este proceso se logra observar que en ciertos parámetros ya no cumple con lo establecido en las normas de diseño de pavimento con la inclusión de caucho.

Tabla 36. Caucho al 3.00%

Parámetro de diseño	Resultado	Especificaciones	Observaciones
MARSHALL MTC E 504			
Cemento asfáltico óptimo	5.74		
# golpes	75	75	OK
Estabilidad	446 kg	831.07 kg (min.)	NO OK
Flujo 0.01"	4.47	2 - 3.56	NO OK
% de vacíos	8.67	3 a 5	NO OK
Vacíos en el agregado mineral	20.59%	14% min.	OK
Peso Unitario	2.201		
Vacíos llenados de C.A %	67.87%		

Fuente: Elaboración propia.

4.8.8. Para inclusión de 3.50% de caucho

Al obtener los resultados de este proceso se logra observar que en ciertos parámetros ya no cumple con lo establecido en las normas de diseño de pavimento con la inclusión de caucho.

Tabla 37. Caucho al 3.50%

Parámetro de diseño	Resultado	Especificaciones	Observaciones
MARSHALL MTC E 504			
Cemento asfáltico óptimo	5.74		
# de golpes	75	75	OK
Estabilidad	370 kg	831.07 kg (min.)	NO OK
Flujo 0.01"	4.73	2 - 3.56	NO OK
% vacíos	9.51	3 a 5	NO OK
Vacíos en el agregado mineral	21.57%	14% min.	OK
Peso Unitario	2.173		
Vacíos llenados de C.A %	65.94%		

Fuente: Elaboración propia.

4.9. Resultados Finales

Para obtener un pavimento óptimo se utilizó los resultados más accesibles que fuera con la inclusión de caucho a un 1.00%, obteniendo los siguientes resultados:

RESULTADOS DE DISEÑO DE ASFALTO EN CALIENTE CON INCLUSION DE CAUCHO

1. MEZCLA DE AGREGADOS:

- Grava chancada: 41.00%
- Arena chancada: 25.00%
- Arena Zarandeada: 33.00%
- Caucho reciclado: 1.00%

2. ASFALTO:

- Tipo de Asfalto: C. A 60/70
- % Óptimo de asfalto: 5.74% + 0.1%

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS

Tabla 38. Características Físico - Mecánicas.

Parámetro de diseño	Resultado	Especificaciones
MARSHALL MTC E 504		
Optimo contenido de C. A	5.74	
Número de golpes	75	75
Estabilidad	923 kg	831.07 kg (min.)
Flujo 0.01"	3.53	2 - 3.56
Porcentaje de vacíos	4.85	3 a 5
Vacíos en el agregado mineral	17.07%	14% min.
Peso Unitario	2.298	
Vacíos llenados de C.A %	81.61%	75% min.

Fuente: Elaboración propia.

Ante la presencia de diferentes ensayos que se realizaron para la obtención de la muestra optima con inclusión de caucho, se cumplió con cada parámetro establecido para ensayos tipo MARSHALL que se mostraron anteriormente, llegando a la relativa que con el 1.00% de caucho, la muestra obtenida es óptima para la aplicación de este proceso.

V. DISCUSIÓN

El tema sobre el “el uso del caucho reciclado para la mejora de carpeta asfáltica de la carretera Monsefú – Valle hermoso, Lambayeque 2021, se basa en un proceso de análisis de comparación en las características de la reacción de la mezcla asfáltica convencional (DAC), con relación a la mezcla asfáltica modificada con la adición del caucho (DAM).

Para ello se realizaron los ensayos correspondientes en el laboratorio obteniendo datos que son requeridos en los parámetros establecidas por la norma peruana. Se realizaron 15 ensayos con muestras de diseño de asfalto convencional (DAC), los cuales se mostraron en las diferentes tablas redactadas anteriormente, a su vez se realizaron ensayos con diferentes porcentajes de adición de caucho triturado con la finalidad de obtener el de mejor comportamiento con respecto a los parámetros establecidos por las normas peruanas. Llegando a ser el 1% de caucho reciclado el que mejores resultados obtuvo.

Como contexto cabe resaltar que los porcentajes con los que se realizaron los ensayos de diseño de asfalto modificado fueron 0,0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, 3% y 3.5%, cuyos resultados obtenidos serán mostrados en la parte de Anexos y se podrá corroborar que, cada uno de los diseños de asfalto modificado, el que mejor reacción tuvo frente a los diversos procesos es el de 1%, los cuales, el resto de porcentajes trabajados se encuentran fuera de los parámetros establecidos por las normas.

Al comparar el ensayo de Marshall de las mezclas, se puede llegar a resumir que hay diferencias entre la mezcla convencional y la mezcla modificada, una de ellas es su estabilidad. Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla.

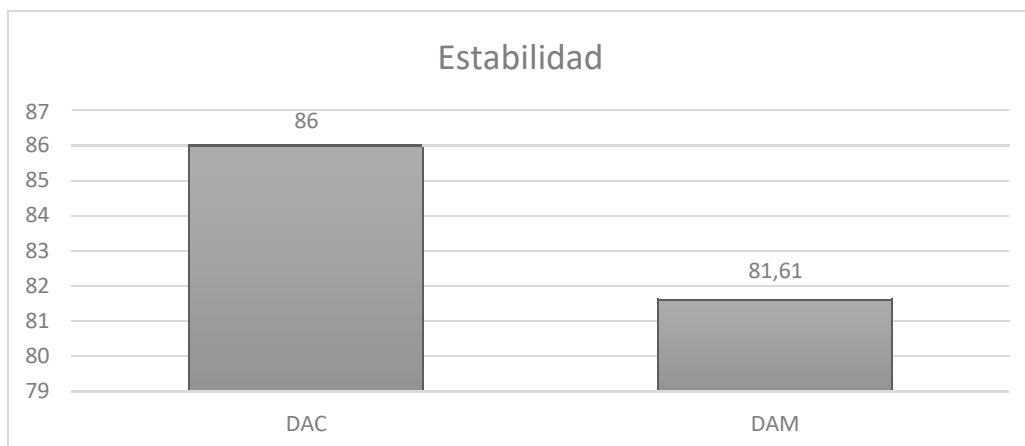
Tabla 39. Comparación del DAC y DAM

MARSHALL MTC E 504			
Parámetro de diseño	DAC	DAM	Especificaciones
Optimo contenido de C. A	5.74	5.74	
Número de golpes	75	75	75
Estabilidad	1190 kg	923 kg	831.07 kg (min.)
Flujo 0.01"	3.33	3.53	2 - 3.56
Porcentaje de vacíos	3.9	4.85	3 a 5
Vacíos en el agregado mineral	15%	17.07%	14% min.
Peso Unitario	2.352	2.298	
Vacíos llenados de C.A %	86%	81.61%	75% min.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede notar que en el diseño de asfalto convencional (DAC), su estabilidad es de 1190kg, en cambio en el diseño de asfalto modificado (DAM), es de 923kg, siendo muy inferior, llegando a la conclusión que los cementos asfálticos modificados con la inclusión del caucho aportar buena estabilidad a la deformación, ya que los agregados de roca son los mismos que los utilizados para las dos mezclas.

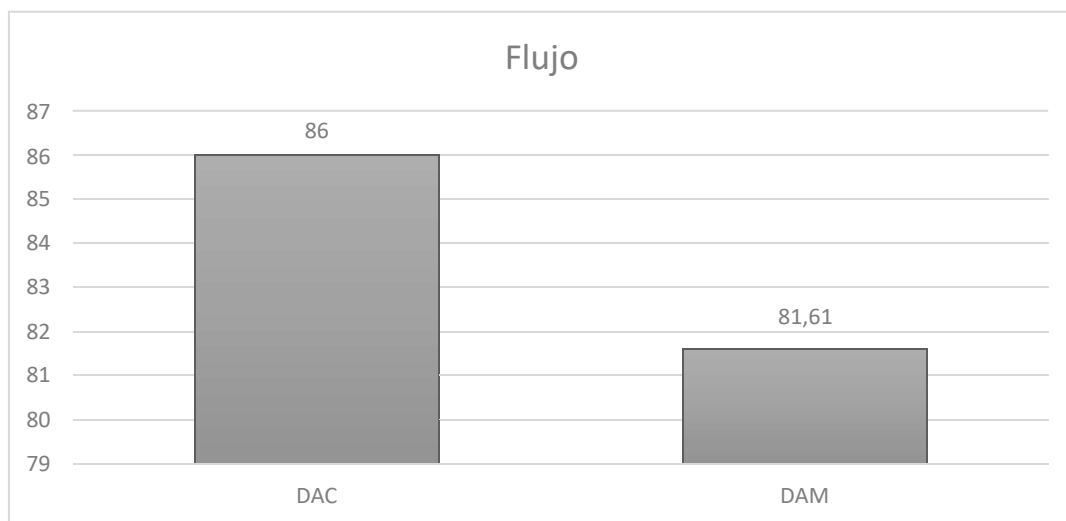
Tabla 40. Comparación de estabilidad entre DAC y DAM



Fuente: Elaboración propia.

El flujo en resumen de los resultados obtenidos se tiene que en el diseño de asfalto convencional (DAC) es de 3.33mm, mientras en el diseño de asfalto modificado (DAM) es 3.53mm, ambos resultados están dentro de los parámetros establecidos por la norma peruana para un óptimo comportamiento al aumento de temperatura y posible deformación por consecuencia de cargas de tránsito.

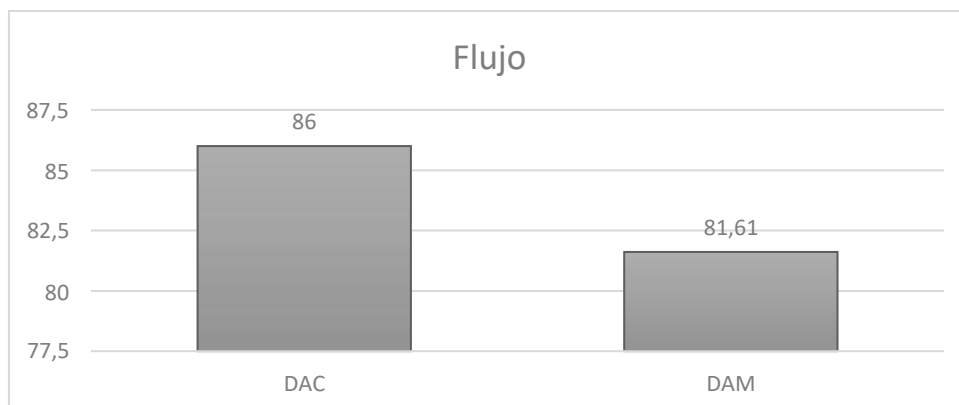
Tabla 41. Comparación de flujo entre DAC y DAM



Fuente: Elaboración propia.

Los vacíos rellenos con cemento bituminoso de la mezcla convencional son de 86%, mientras que de la mezcla modificada con la inclusión del caucho es de 81.61%, lo que dio como resultado que las muestras de prueba que incluían caucho tienen un volumen mayor que las mezclas convencionales.

Tabla 42. Comparación de vacíos llenados de C. A entre DAC y DAM



Fuente: Elaboración propia.

Entonces, en resumen, al análisis establecido y con los resultados obtenidos y mostrados en la tabla N°37, se puede decir que la hipótesis planteada la cual es: “Al diseñar un pavimento flexible con caucho triturado se minimizará el agrietamiento de la capa asfáltica” es aprobada ya que cumple con los parámetros establecidos por las normas peruanas.

Por lo tanto, se llega a determinar que la incorporación de caucho triturado en la mezcla asfáltica convencional, llega a tener un buen comportamiento con respecto a la relación físico-mecánica de los mismos.

VI. CONCLUSIONES

1. Se logra determinar que la influencia del caucho triturado en las propiedades físico-mecánicas de la carpeta asfáltica en los pavimentos flexibles se observa en la mejora de su resistencia a las fisuras y grietas a su vez la minimización de la fatiga que son generadas en su mayoría por las fallas mecánicas por lo cual en relación a los resultados obtenidos tienen respuestas favorables.
2. Se determina que con la utilización del caucho triturado para mejorar la resistencia a la deformación de la carpeta asfáltica en el pavimento es óptima entre los rangos 0,5% y 1% debido a tener una buena estabilidad, esto conlleva a reaccionar de manera positiva ante este fenómeno.
3. Se llego a determinar que para un porcentaje óptimo de Cemento Asfáltico modificado, se obtuvo que la mezcla asfáltica con inclusión de caucho más relevante y conveniente es la que contiene 5.74% de Cemento Asfáltico (CA) modificado con 1% de caucho triturado con respecto al peso del pavimento flexible, ya que esta mezcla presenta buenos resultados con referencia a sus propiedades físico-mecánicas, su estabilidad y flujo se encuentran dentro de los parámetros establecidos a comparación del resto de ensayos realizados.

VII. RECOMENDACIONES

1. A los ingenieros civiles proyectistas que tienen a cargo la realización de expedientes técnicas se les recomienda tener en cuenta y a su vez proponer diseño de mezclas asfálticas con la inclusión de caucho que oscilen entre un 0.5% y 1%, ya que dicha proporción ayuda en el mejor comportamiento de las características del DAM.
2. Se recomienda apoyar e incentivar a las plantas de reciclaje de llantas para que utilicen de manera racional el caucho de llantas reciclado. Porque el caucho reciclado se puede utilizar para diferentes productos finales y contribuye a la no contaminación del medio ambiente.
3. Se recomienda que las instituciones interesadas establezcan laboratorios con grupos de especialistas para permitir más estudios en profundidad. Al mismo tiempo, se debe capacitar al personal técnico de la planta de asfalto en los nuevos tipos de asfalto modificados.

REFERENCIAS

Alarcón, H. 2008. *Aspecto del diseño Volumétrico de Mezclas Asfálticas.* Mexico. : s.n., 2008.

Aliaga Bravo, Yesenia. 2017. *Aplicación del caucho reciclado para la mejora de las propiedades de la carpeta asfáltica en pavimentación de la Av. Bertello, Santa Rosa, Lima 2017.* Santa Rosa - Lima : s.n., 2017.

Al-Salih, Wissam Qassim . 2020. *Using Crumb Rubber to improve the Bituminous Mixes: Experimental investigation of Rutting Behavior of Flexible Asphalt Mix for Road Construction.* Hungary : s.n., 2020.

Campana, Kleber, Galeas, Salome y Guerrero, Victor. 2015. *Obtención de Asfalto Modificado con Polvo de Caucho Proveniente del Reciclaje de Neumáticos de Automotores.* Quito : s.n., 2015.

Carrizales Apaza, Jose Javier. 2015. *ASFALTO MODIFICADO CON MATERIAL RECICLADO DE LLANTAS PARA SU APLICACION EN PAVIMENTOS FLEXIBLES.* Puno : s.n., 2015.

Danel Ruas , Octavio. 2015. *Metodología de la investigación. Población y muestra.* La habana : s.n., 2015.

Diaz Claros, Cesar y Castro Celis, Liliana. 2017. *IMPLEMENTACIÓN DEL GRANO DE CAUCHO RECICLADO (GCR) PROVENIENTE DE LLANTAS USADAS PARA MEJORAR LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS Y GARANTIZAR PAVIMENTOS SOSTENIBLES EN BOGOTÁ.* Bogota : s.n., 2017.

Diaz de Leon, Toledo. 2016. *Técnicas de investigación cualitativas y cuantitativas FAD UAEMex: POBLACION Y MUESTRA.* Mexico : s.n., 2016.

Diaz Herrera, Jorge. 2015. *Fatiga en Pavimentos.* Peru : s.n., 2015.

El protocolo de investigación III: La población de estudio. **Arias Gomez, Jesus y Miranda Novales, María. 2016.** 2, Ciudad de Mexico : Colegio mexicano de Inmunología Clínica y Alergia A.C, 2016, Vol. 63.

Flores., P. 2013. *Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”*. 2013.

Gonzales, D. 2017. *Beneficios de la adición de neumáticos reciclados en mezcla asfáltica*. Ecuador. : s.n., 2017.

Granados Noa, Jose Luis. 2017. *COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON CAUCHO MEDIANTE PROCESO POR VÍA SECA RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL*. Lima : s.n., 2017.

Hernandez Sampieri, Roberto, Fernandez Collado, Carlos y Baptista Lucio , Pilar. 2015. *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. Mexico : s.n., 2015.

Landaeta, H. 2016. *Propiedades y estudios de los materiales asfálticos y petreos*. 2016.

Lara Hernandez, Carolina y Villanueva Muñoz, Dayan. 2019. *Diseño de la Estructura de Pavimento del Tramo Comprendido Entre el K+000 al K0+100 de la Carrera 11 Bis Sur Entre Calles 20 Carrera 1 del Barrio Ricaurte del Municipio de Ibagué*. Ibagué : s.n., 2019.

Lo Presti, Davide . 2014. *Recycled Tyre Rubber Modified Bitumens for road asphalt mixtures: A literature review. . Nottingham : s.n., 2014.*

Lopez, Pedro Luis. 2014. *Poblacion, muestra y muestreo*. Cochabamba : s.n., 2014.

Materials, American Society for Testing and. 2013. *Standard Specification for AsphaltRubber Binder. ASTM D6114 / D6114M-09*. Estados Unidos. : s.n., 2013.

Ministerio de economia y finanzas. 2015. *Pautas metodologicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulacion y evaluacion social de proyectos de inversion publica en carreteras*. Lima : s.n., 2015.

Ramirez, A. 2014. *Diseño de mezcla asfáltica con asfalto caucho tecnología gap graded para la ciudad de Bogotá*. Bogota - Colombia. : s.n., 2014.

Ramirez, M. 2015. . *Evaluación de compatibilidad de mezclas asfálticas, utilizando agregados de la cantera de la cantera san martin con cemento asfaltico pen 60/70 y emulsion asfaltica css-1hp.* Trujillo, Perú. Trujillo : s.n., 2015.

Rico, Rodriguez Alfonso, Téllez, Gutiérrez Rodolfo y Garnica, Anguas Paul. 2018. *PAVIMENTOS FLEXIBLES. PROBLEMÁTICA, METODOLOGIAS DE DISEÑO Y TENDENCIAS.* Mexico : s.n., 2018.

Rodriguez Castro, Ellen. 2016. *Uso de polvo de caucho de llantas en pavimentos asfálticos.* Costa Rica : s.n., 2016.

Rodriguez, K. 2015. *Mejora de una mezcla asfáltica drenante con adición de caucho e incorporación.* Colombia : Pontificia Universidad Javierana Bogotá : s.n., 2015.

Rondon Quintana, Hugo y Reyes Lizcano, Fredy. 2015. *PAVIMENTOS. materiales, construccion y diseño.* Bogota : s.n., 2015.

Saeed, Modibbo. 2019. *Effect of Crumb Rubber Modifier on the Fatigue Performance of Warm Mix Asphalt.* Nigeria : s.n., 2019.

SALVA, José. 2014. *Desarrollo de un aglomerado asfáltico con polvo de caucho. (Tesis de pregrado).* Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho Perú, 2014. . Ayacucho : s.n., 2014.

Segovia Carhuas, Esthefani Concepcion y Paco Martinez, Alexandra. 2020. *Análisis del aprovechamiento de neumáticos reciclados usados como aditivo en el asfalto.* Arequipa : s.n., 2020.

SUAREZ, I & MUJICA, E. 2019. *Bloques de concreto con Materia reciclable de Caucho para Obras de Edificación (Tesis de pregrado) Universidad Nacional De San Antonio De Cusco Perú, 2019.* Peru. : s.n., 2019.

Tahami, S. 2019. *The use of high content of fine crumb rubber in asphalt mixes using dry process.* *Construction and Building Materials.* San Antonio : s.n., 2019.

Taner, Alatas. 2015. *Effects of different polymers on mechanical properties of bituminous binders and hot mixtures.* . Texas : s.n., 2015.

Torres, C. 2009. *Orientaciones básicas de metodología de la investigación científica.* Lima - Peru : Libros y publicaciones., 2009.

Torres, P. Flores, M. Flores, V. Flores y K. Mairon. 2014. “*Mezclas asfálticas con materiales reciclados de construcción y demolición para la reparación de pavimentos*”. s.l. : Ciencias Tecnológicas y Agrarias, Handbooks, Sucre., 2014.

Ubidia Pinedo, Lucia. 2019. *Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín.* 2019.

Valderrama, S. 2014. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica.* Lima - San Marcos : s.n., 2014.

Villa Chaman, Victor Manuel. 2021. *Reciclado in situ en frío de pavimentos empleando emulsiones asfálticas: aplicación: colegio FAP Manuel Polo Jiménez.* Santiago de Surco : s.n., 2021.

Villamizar Roa, Jhon Jairo. 2016. *Estudio de prefactibilidad técnica y financiera para la creación de una empresa dedicada a la producción de mezcla asfáltica 60 - 70 con GRC.* Bucaramanga : s.n., 2016.

Villavicencio Figueroa, Manuel. 2015. *Impacto de la aplicación de nuevas tecnologías de sellado con capa de protección asfáltica, en los plazos, costos y calidad de construcción de caminos secundarios en Chile.* Chile : s.n., 2015.

VINCES, Mori. 2016. *Asfalto Modificado con Polímeros ayudará en la Pavimentación del Jirón Jorge Chávez. (Tesis de pregrado).* Tarapoto: Universidad Científica del Perú, 2016. Tarapoto - Peru. : s.n., 2016.

Zhao, D. 2014. *Evaluation of Polymer-Modified HotMix Asphalt: Laboratory Characterization.* . Shanghai : s.n., 2014.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRÍZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

OPERALIZACIÓN DE VARIABLE					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE: CAUCHO RECICLADO	Es el material que se obtiene a partir de la trituración del caucho que se extrae de las llantas usadas desechas de vehículos de transporte se le conoce como polvo de caucho reciclado PCR está compuesto por caucho vulcanizado proveniente de la trituración mecánica y separación de materiales de las llantas usadas, no es tóxico	La Aplicación del Caucho utilizo triturado, pulverizado y líquido. Los instrumentos de medición para la granulometría el peso específico de los diferentes estados de caucho se registró en las fichas de los ensayos del laboratorio.	D1: Caucho Triturado	I1: Granulometría I2: Peso Unitario I3: % de vacíos	NOMINAL
VARIABLE DEPENDIENTE: CARPETA ASFÁLTICA	Son la combinación de agregados pétreos y un ligante asfáltico, denominada también mezcla asfáltica, se elaboran normalmente en plantas mezcladoras, pero en algunos casos se pueden fabricar in situ (Rondon Quintana, y otros, 2015)	Es el producto de la obtención del diseño de mezcla respectivo en la cual se hará la utilización de este aditivo ecológico que es el grano de caucho reciclado	D1: Propiedades físico-mecánicas	I1: Estabilidad I2: Flexibilidad I3: Flujo	
			D3: Mezcla optima	I1: fisuras I2: Deformación	

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA.

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	POBLACIÓN	TIPO DE INVESTIGACIÓN
"Uso de Caucho reciclado para mejorar las propiedades de carpeta asfáltica en carretera Monsefú-Valle Hermoso. Lambayeque 2021"	¿De qué forma la utilización del caucho reciclado mejora las propiedades de la carpeta asfáltica en carretera Monsefú - V (Al-Salih, 2020)Valle Hermoso, Lambayeque 2021?	Determinar la influencia que desempeña el uso de caucho reciclado para la mejora de las propiedades en la carpeta asfáltica en carretera Monsefú-Valle Hermoso, Lambayeque 2021	-Determinar de qué forma el uso del caucho reciclado minimizara la producción de fisuras en la carpeta asfáltica de carretera Monsefú-Valle Hermoso, Lambayeque 2021. -Establecer de qué manera la utilización del caucho mejora la resistencia a la deformación de carpeta asfáltica en pavimentación de carretera Monsefú-Valle Hermoso, Lambayeque 2021. -Determinar los parámetros bajo los cuales se obtiene una mezcla óptima con el agregado del caucho reciclado.	Al diseñar un pavimento flexible con polvo de caucho reciclado se minimizaría el agrietamiento de la capa asfáltica de las carreteras Monsefú-Valle Hermoso, Lambayeque 2021.	CAUCHO RECICLADO	Caucho Triturado	-Granulometría -Peso unitario. -% de vacíos	P: La Av. Monsefú-Valle Hermoso que cuenta con 3.2 kilómetros pavimentados. M: El llamado subconjunto aleatorio del total de la pavimentación asfaltada de la Av. Monsefú-Valle Hermoso del distrito de Monsefú, provincia de Chiclayo, departamento Lambayeque.	EXPERIMENTAL
					CARPETA ASFALTICA	Propiedades Físico-Mecánicas	-Estabilidad -Flexibilidad -Flujo		
						Mezcla optima	-Fisuras -Deformación		

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 3: FORMATOS

TABLA 1: ENSAYO MARSHALL

FORMATO N°1

	BRIQUETAS	Und.	1	2	3	Promedio
1	% de C.A en peso de la mezcla en total	%				
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	%				
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	%				
4	Peso específico del cemento asfáltico	gr/cm3				
5	Peso específico bulk seco del agregado grueso	gr/cm3				
6	Peso específico bulk seco del agregado fino	gr/cm3				
7	Altura de la briqueta	cm3				
8	Altura promedio	cm3				
9	Peso de la briqueta al aire	gr				
10	Peso de la briqueta saturada	gr				
11	Peso de la briqueta en el agua	gr				
12	Peso del agua absorbida	gr				
13	Volumen de briqueta	cm3				
14	Peso específico de la briqueta	gr/cm3				
15	Peso específico máximo (Rice) - ASTM D 2041	gr/cm3				
16	% de vacíos de aire	%				
17	Peso específico del bulk de agregado total	gr/cm3				
18	% VMA	%				
19	% de vacíos llenados con C.A	%				
20	Peso específico del agregado total	gr/cm3				
21	% del asfalto absorbido por el agregado total	%				
22	% del asfalto efectivo	%				
23	Flujo	mm				
24	Estabilidad	kg				
25	Factor de estabilidad	kg				
26	Estabilidad corregida	kg				
27	Índice de rigidez					

Fuente: Ministerio de Transporte y comunicaciones (MTC)

TABLA 2: GRANULOMETRÍA DE MATERIALES

FORMATO N° 02

Malla		Peso retenido (gr.)	Peso ret. (%)	% que pasa
3/4"	19.05 mm			
1/2"	12.7 mm			
3/8"	9.53 mm			
#4	4.75 mm			
#8	2.36 mm			
#16	1.18 mm			
#30	0.59 mm			
#50	0.3 mm			
#100	0.15 mm			
#200	0.07 mm			
Peso total				

Fuente: Ministerio de transporte y comunicaciones (MTC)

ANEXO 04: CONSTANCIA DE VALIDACIÓN.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Cesar Díaz Saavedra de profesión de TÉCNICO desempeñándome actualmente como asistente de LABORATORIO, estando profesionalmente habilitado.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de instrumentos el siguiente formato:

Formato N°01 y Formato N°02 para conocer los resultados del ENSAYO MARSHALL y GRANULOMETRÍA de materiales de las muestras extraídas in situ.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Congruencia de Ítems					X
2. Amplitud de contenido				X	
3. Redacción de Ítems				X	
4. Pertinencia					X
5. Metodología					X
6. Coherencia				X	
7. Organización				X	
8. Objetividad					X
9. Claridad					X

En señal de la conformidad firmo la presente en la ciudad de Chiclayo a los días 19 de Julio del 2021


E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Cesar A. Díaz Saavedra
TÉCNICO LABORATORISTA


E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Bujía Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278

ANEXO 05: INFORME DEL CAUCHO

INFORME DE PROCESAMIENTO DE CAUCHO DERIVADO DE LOS NEUMÁTICOS SIN USO

1. ESPECIFICACIONES:

Partiendo del requerimiento de transformar la materia sólida, Neumáticos Fuera de Uso (NFU), en polvo de caucho, es claro contar con sistemas capaces de generar su descomposición, reducción o fragmentación hasta los niveles deseados de partículas con tamaños específicos.

Para este caso de estudio, se busca la reducción de los NFU, hasta conseguir caucho triturado que será empleado para esta investigación. Existiendo infinidad de sistemas para la trituración de materiales con características diferentes, es conveniente en los siguientes apartados definir qué sistema cumple con las características necesarias para llevar a cabo el proceso de transformación de los NFU en caucho triturado.

2. PROCESO:

- Transporte de almacenamiento inicial

La función principal la conlleva en la Banda transportadora, donde el sistema dará inicio con la colocación de los neumáticos en la banda transportadora (a través de fuerza humana) dándose inicio al proceso.

- Máquina de trituración (4 ejes)

Proceso de trituración, contará con un sistema de cribado específico para solo permitir un tamaño determinado de partícula (2mm), para lograr esto, se hará uso de las recomendaciones de diseño y se optará por una trituradora de 4 ejes a fin de cumplir con la calidad solicitada para la obtención de caucho triturado.

- Máquina de separador magnético

Con la finalidad de obtener un producto con baja cantidad de impurezas se contempla el uso de un segundo sistema magnético separador de particular de fibras metálicas.

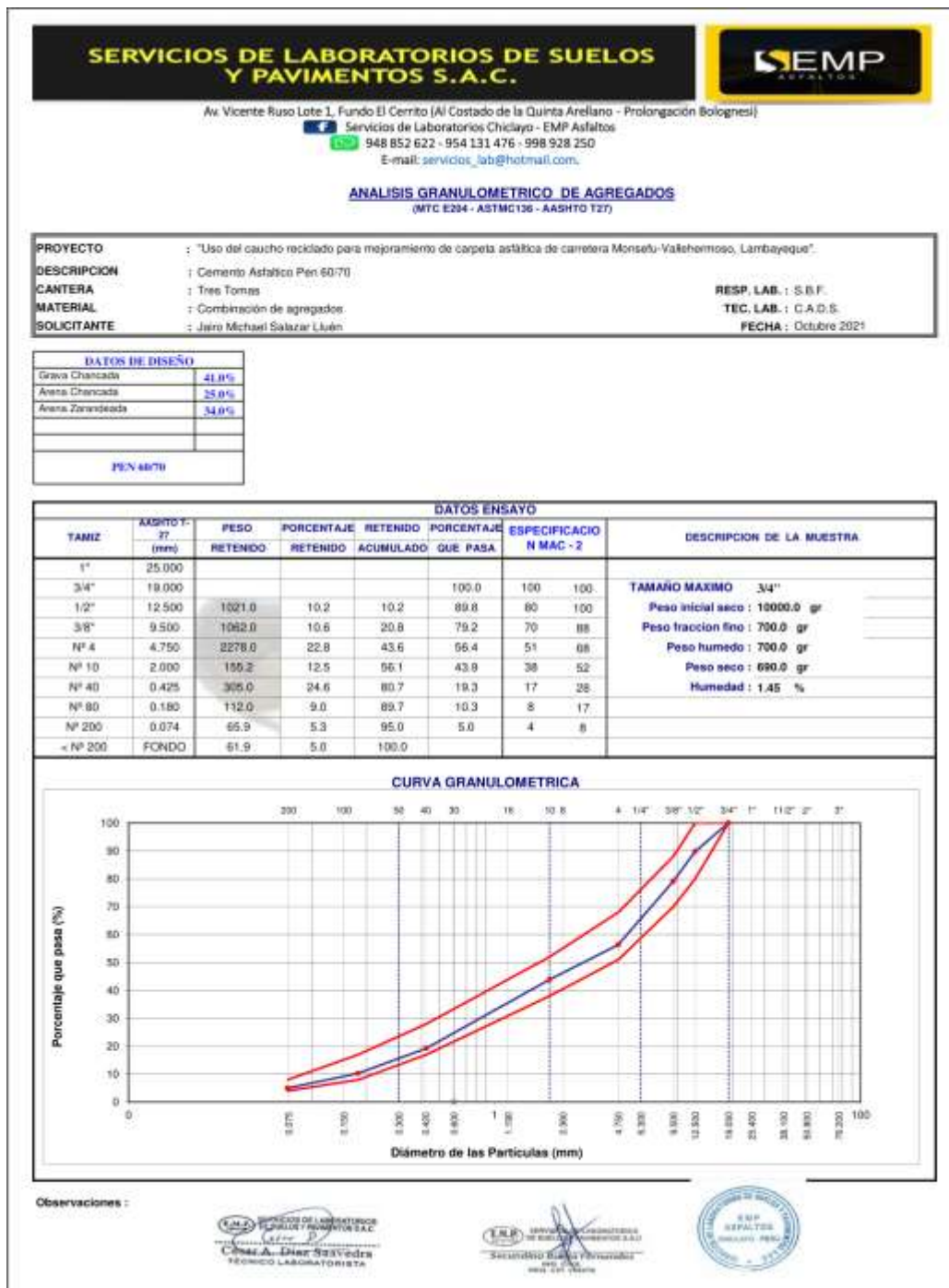
Finalmente, después que el material de caucho triturado es separado de las fibras metálicas que en consecuencia tienen los neumáticos, se hizo la recopilación del material para ser utilizado en los ensayos correspondientes para su utilización en pavimentos flexibles en caliente.

MAQUINA TRITURADORA DE CAUCHO




ANEXO 06: ENSAYOS DE LABORATORIO

Figura 01: Análisis granulométrico de agregados



Fuente: Servicio de laboratorio y suelos EMP.

Figura 02: Dosificación de concreto asfáltico (4.5%)



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T-245




PROYECTO	*Uso de caucho reciclado para mejoramiento de carpeta asfáltica de carretera Manselú-Vallehermoso, Lambayeque*.		
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
CANTERA	: Tries Tomtas		
MATERIAL	: Combinación de agregados		
SOLICITANTE	: Jaime Michael Salazar Lijón		
	RESP. LAB. :		S.B.F.
	TEC. LAB. :		C.A.D.S.
	FECHA : Octubre 2021		

DATOS DE DISEÑO			
Grava Chancada	41.8%		
Arena Chancada	25.8%		
Arena Zarandeada	34.8%		
PEN 60/70			

Material	% Mezcla	% Densidad	% Que Pasa el Tamiz												
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 60	Nº 200	Nº 200			
A Grava Triturada	41.61	41.63													
B Arena	56.39	55.85													
			Mezcla	100.0	100.0	99.8	79.2	56.4	45.9	19.3	10.3	5.6			
			Especificaciones	100	100	98-100	76-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8			

#	Número de prueba	#	Pruebas		
			1	2	3
1	Número de prueba				
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.5	4.5	4.5
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor 24)	%	41.61	41.61	41.61
4	% de arena combinada en peso de mezcla (menor 44)	%	55.85	55.85	55.85
5	% de filer en peso de mezcla (mínimo 63% para malla #200)	%	0.00	0.00	0.00
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.031	1.031	1.031
7	Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.629	2.629	2.629
8	Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.699	2.699	2.699
9	Peso específico Bulk de la arena (#60) (ASTM C 128, AASHTO T 86, MTC E 206)	gr/cc	2.552	2.552	2.552
10	Peso específico Aparente de la arena (#60) (ASTM C 128, AASHTO T 86, MTC E 206)	gr/cc	2.627	2.627	2.627
11	Peso específico aparente del filer	gr/cc	0.96	0.96	0.96
12	Airosa procedida de la prueba	cm	6.2	6.2	6.2
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1225.6	1224.3	1223.3
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1227.8	1228.9	1229.0
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	671.8	672.4	673.3
16	Volumen de la Probeta	cc	556.2	556.1	559.7
17	Peso (volumen de la Probeta) (ASTM D 2758, MTC E 514)	gr/cc	2.204	2.200	2.200
18	Peso específico teórico máximo (P _{max}) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.453	2.453	2.455
19	Máxima densidad teórica de las agregados: 100(2.75+(2.75+4)/4 ² (2.75-1.0))	gr/cc	2.441	2.441	2.441
20	% de vacíos con aire (100*(1-7.18)) (ASTM D 3033, MTC F 605)	%	16.17	9.92	9.96
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-27)(2.75+4)/10+(2.75-1.0))	gr/cc	2.602	2.602	2.612
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-27)(2.75+4)/10+(2.75-1.0))	gr/cc	2.641	2.641	2.641
23	Peso específico efectivo del agregado total (100-27)(2.75+4)/10+(2.75-1.0))	gr/cc	2.627	2.627	2.627
24	Aireño absorbido por el agregado total (100-629-27)(2.75-1.0)) (ASTM D 4489, MTC E 511)	%	0.21	0.21	0.21
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (100-47)/1021	%	88.56	88.70	89.75
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta (65-25-20)	%	9.27	9.30	9.39
27	% ácidos del agregado mineral 100-25	%	18.44	19.22	19.25
28	Aireño efectivo / peso de la mezcla (100-47)/1021	%	4.30	4.30	4.30
29	Relación betún viscoso (20-27)/100	%	47.69	48.37	48.26
30	Lectura del eje	Ag	1.11	1.15	1.01
31	Estabilidad en campo (tabla de calibración del eje)	Ag	353.2	329.0	310.9
32	Factor de estabilidad		0.89	0.88	0.88
33	Estabilidad corregida 21/32	Ag	457	472	481
34	Lectura del flexómetro (0.01") (25 / 0.254)	mm	10	10	11
35	Fluencia	mm	2.54	2.54	2.78
36	Relación Estabilidad / Fluencia	Ag/mm	1708	1877	1755

Observaciones :

Fuente: Servicio de laboratorio y suelos EMP.

Figura 03: Dosificación de concreto asfáltico (5%)

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

PROYECTO	"Uso del caucho reciclado para mejoramiento de carpeta asfáltica de carretera Monseñu-Vallehermoso, Lambayeque".		
DESCRIPCION	Cemento Asfáltico Pen 60/70		
CANTERA	Tres Tonas		RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	Combinación de agregados		TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	Jaico Michael Salazar Lúen		FECHA : Octubre 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Charcada	41.8%
Arena Charcada	35.8%
Arena Zarandeada	34.8%
PEN 60/70	



Material	% Meido	% Dicho	% Que Pasa el Tamiz												
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 60	Nº 200	Nº 200			
A Grava Triturada	43.61	41.43													
B Arena	56.39	53.57													
Mezcla	100.0	100.0	89.8	79.2	56.4	43.9	19.3	10.5	5.0						
Especificaciones	100	100	86-100	70-80	51-68	30 - 52	17 - 28	8-17	4-8						

#	Nombre de prueba	#	Procs.		
			1	2	3
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.0	5.0	5.0
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	41.43	41.43	41.43
4	% de arena combinada en peso de mezcla (menor #4)	%	53.57	53.57	53.57
5	% de filler en peso de mezcla (menor 60µ, masa seca 6000)	%	0.00	0.00	0.00
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cm ³	1.021	1.021	1.021
7	Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cm ³	2.628	2.629	2.628
8	Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cm ³	2.659	2.659	2.659
9	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 208)	gr/cm ³	2.552	2.552	2.552
10	Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 208)	gr/cm ³	2.627	2.627	2.627
11	Peso específico aparente del filler	gr/cm ³	0.88	0.88	0.88
12	Alcun promedio de la prueba	gr	6.1	6.1	6.2
13	Peso de la prueba en el aire	gr	1230.5	1230.5	1232.2
14	Peso de la prueba saturada superficialmente seca	gr	1232.9	1231.9	1234.0
15	Peso de la Prueba en el Agua	gr	662.3	661.8	662.0
16	Volumen de la Prueba	cc	546.4	538.8	542.0
17	Peso Unitario de la Prueba	gr/cc	2.277	2.281	2.273
18	Peso específico teorico mastro (f/cen) (ASTM D 2941, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cm ³	2.467	2.467	2.467
19	Alcun densidad teorica de los agregados (100)(2.65+3.2)(7.6)+4.0(0.88+0.0)	gr/cm ³	2.471	2.471	2.471
20	% de vacio con aire (100)(1-77.18)	%	6.98	6.80	7.00
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-25)(2.7)+(4.9)+(5.37)	gr/cm ³	2.612	2.612	2.612
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-21)(2.64)+(4.10)+(5.11)	gr/cm ³	2.641	2.641	2.641
23	Peso específico efectivo del agregado total (2+4) (3.2)-6+(4.9)-10)	gr/cm ³	2.641	2.642	2.642
24	Asfalto observado por el agregado total (100-6)(2.7)+(2.0)(2.1) (ASTM D 4488, MTC E 511)	%	6.41	6.41	6.41
25	% del volumen Agregado / Volumen Dicho de la Prueba (2+4)(7.02)	%	82.81	82.99	82.88
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de prueba (100-25+20)	%	10.23	10.29	10.21
27	% de vacio del agregado total (100-20)	%	17.19	17.08	17.32
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla F - (24)(100)(3.4)	%	4.39	4.39	4.39
29	Relacion betun vacuo (20-27)(100)	%	99.52	99.08	98.88
30	Lectura del aire	kg	345	298	294
31	Estabilidad sin corrección (tabla de calibración del equipo)	kg	1033	1000	1010
32	Factor de estabilidad		0.93	0.93	0.95
33	Estabilidad corregida 31/32	kg	960	1019	965
34	Lectura del flexómetro (0.01") (25 / 0.254)	mil	12	13	12
34	Fluencia	gr/cm ³	3.09	3.33	3.05
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm ³	3131	3061	3206

Observaciones:

Fuente: Servicio de laboratorio y suelos EMP.

Figura 04: Dosificación de concreto asfáltico (5.5%)

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245




PROYECTO	"Uso del caucho reciclado para mejoramiento de carpeta asfáltica de carretera Morsefu-Vallehermoso, Lambayeque".		
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
CANTERA	: Tres Tomas		
MATERIAL	: Combinación de agregados		
SOLICITANTE	: Jairo Michael Salazar Lluén		
	RESP. LAB. :	S.B.F.	
	TEC. LAB. :	C.A.D.S.	
	FECHA :	Octubre 2021	

DATOS DE DISEÑO			
Grava Charcada			41.8%
Arena Charcada			25.8%
Arena Zarandeada			34.6%
PEN 60/70			

Material	# Muestra	# Diseño	% Que Pasa el Tamiz																	
A Grava Triturada	41.61	41.71																		
B Arena	56.10	55.29																		
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	5/16"	3/16"	1/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 60	Nº 200	< Nº 200					
			100.0	100.0	89.8	79.2	56.4	43.9	19.3	16.3	5.8									
			100	100	80-100	70-85	51-65	35 - 52	17 - 28	8-17	4-8									

#	1	2	3	Prom.
1				
2	5.5	5.5	5.5	
3	41.71	41.71	41.71	
4	55.29	55.29	55.29	
5	0.06	0.06	0.06	
6	1.01	1.01	1.01	
7	2.62	2.62	2.62	
8	2.87	2.87	2.87	2.64
9	3.51	3.51	3.51	
10	2.67	2.67	2.67	2.66
11	0.06	0.06	0.06	
12	6.2	6.2	6.2	
13	1213.6	1213.1	1213.9	
14	1215.8	1215.9	1215.0	
15	708.6	708.5	708.2	
16	521.2	521.4	520.8	
17	2.347	2.340	2.345	2.340
18	2.443	2.443	2.443	
19	2.406	2.406	2.406	
20	3.02	4.38	4.11	4.07
21	2.612	2.612	2.612	
22	2.641	2.641	2.641	
23	2.656	2.656	2.656	
24	0.67	0.67	0.67	
25	84.91	84.05	84.74	
26	11.18	11.14	11.16	
27	15.09	15.30	15.26	15.23
28	4.88	4.88	4.88	
29	74.06	72.63	75.10	75.26
30	281	281	276	
31	1264	1231	1177	
32	0.06	0.06	0.06	
33	1158	1172	1092	1140
34	13	13	13	13
35	5.56	5.36	5.30	
36	3561	3593	3507	3485

Observaciones:

Fuente: Servicio de laboratorio y suelos EMP.

Figura 05: Dosificación de concreto asfáltico (6%)


SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

PROYECTO : "Uso del caucho reciclado para mejoramiento de carpeta asfáltica de carretera Monsefu-Vallehermoso, Lambayeque".

DESCRIPCION : Cemento Asfáltico Pen 60/70

CANTERA : Tres Tomas

MATERIAL : Combinación de agregados

SOLICITANTE : Jairo Michael Salazar Luén

RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : C.A.D.S.
FECHA : Octubre 2021

DATOS DE DISEÑO




Grava Chancada	41.0%
Arena Chancada	25.0%
Arena Zarandeada	34.0%
PEN 60/70	

Material	% Muestra	% Diseño
A Grava Triturada	43.61	40.99
B Arena	56.39	53.01

	% Que Pasa el Tamiz									
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	Nº 200
Muestra	100	100.0	99.8	79.2	56.4	43.9	19.3	10.3	5.9	
Especificaciones	100	100	88-100	70-85	51-68	38 - 52	27 - 28	8-17	4-8	

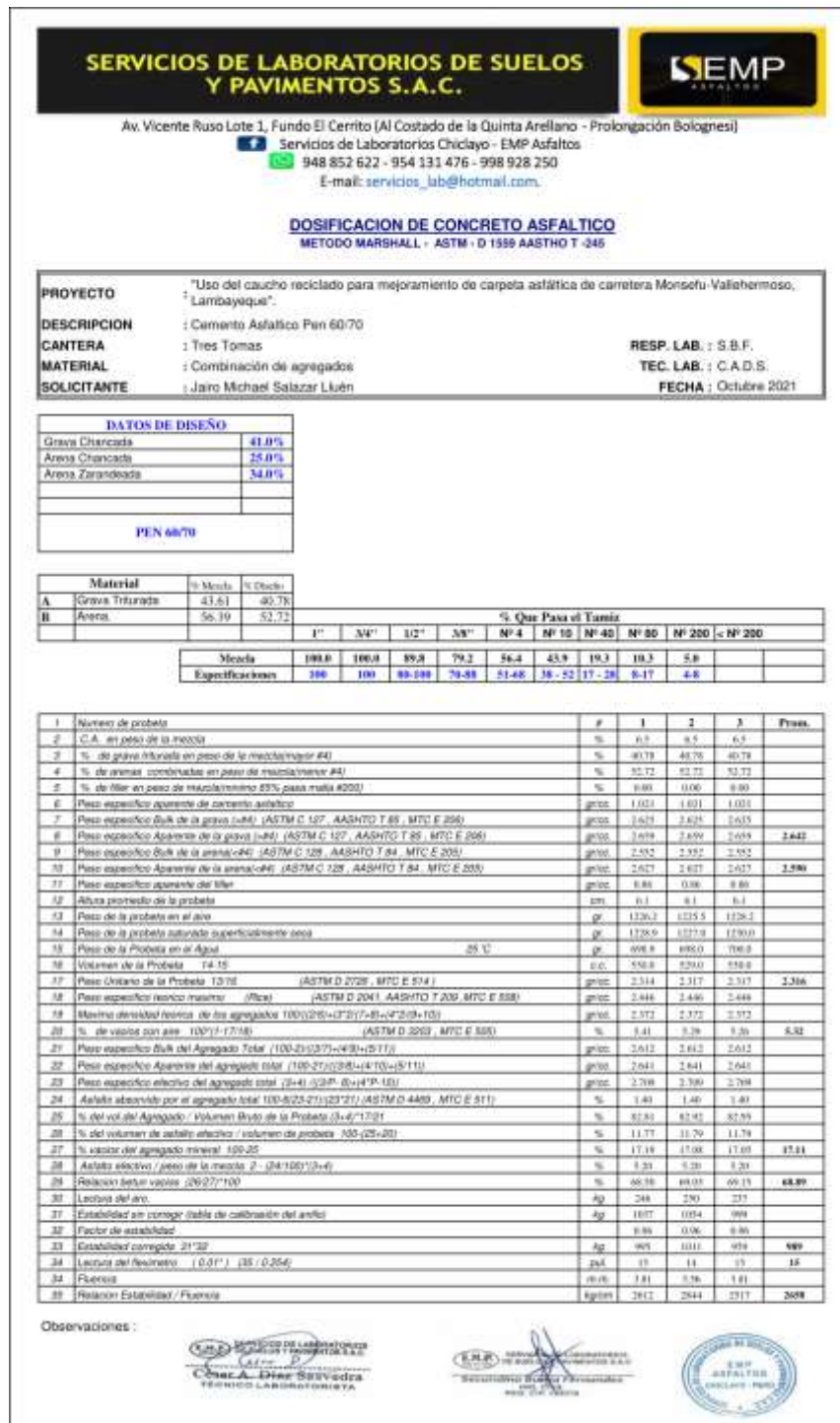
#	Nombre de prueba	#	1	2	3	Pres.
1	C.A. en peso de la mezcla	%	6.1	6.1	6.1	
2	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	40.99	40.99	40.99	
3	% de arena combinada en peso de mezclas mayor #4	%	53.01	53.01	53.01	
4	% de filler en peso de mezclas mayor #53% para máx. #200	%	6.08	6.08	6.08	
5	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
6	Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 200)	gr/cc	2.629	2.629	2.629	
7	Peso específico aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 200)	gr/cc	2.659	2.659	2.659	2.640
8	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 200)	gr/cc	2.552	2.552	2.552	
9	Peso específico aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 200)	gr/cc	2.627	2.627	2.627	2.598
10	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.88	0.88	0.88	
11	Adura promedio de la prueba	cm	6.2	6.2	6.2	
12	Peso de la probeta en el aire	gr	1228.9	1230.7	1229.5	
13	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1293.2	1292.6	1291.0	
14	Peso de la Probeta en el Agua	gr	700.6	700.3	700.6	
15	Volúmen de la Probeta 14-15	c.c.	526.6	527.3	523.0	
16	Peso Unitario de la Probeta 12-16 (ASTM D 2922, MTC E 514)	gr/cc	2.334	2.333	2.342	2.336
17	Peso específico teórico máximo (Físico) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 500)	gr/cc	2.443	2.443	2.443	
18	Máximo teorético teórico de los agregados (100)(200)+(200)(40)+(40)(100)	gr/cc	2.389	2.389	2.389	
19	% de vacíos con aire 100(1-17)(8) (ASTM D 2922, MTC E 500)	%	4.36	4.36	4.24	4.46
20	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-21)(37)+(40)+(51))	gr/cc	2.612	2.612	2.612	
21	Peso específico aparente del agregado total (100-21)(37)+(40)+(51))	gr/cc	2.641	2.641	2.641	
22	Peso específico efectivo del agregado total (100-21)(37)+(40)+(51))	gr/cc	2.684	2.684	2.684	
23	Adición teórica por el agregado total 100(529-51)(2221) (ASTM D 4499, MTC E 511)	%	1.09	1.09	1.09	
24	% del vol del Agregado - Volúmen Bruto de la Probeta (2-4)12(21)	%	63.96	63.96	64.26	
25	% del volúmen de astillo efectivo / volúmen de probeta 100(25-20)	%	11.86	11.86	11.78	
26	% vacíos del agregado menor #80-20	%	16.03	16.03	15.74	15.90
27	Adición efectiva / peso de la muestra 2 / (24)(100)(3-4)	%	5.02	5.02	5.02	
28	Relación betún vacíos (26)(27)(100)	%	71.59	71.43	71.08	72.00
29	Lectura del ens	kg	276	261	266	
30	Estabilidad en corregir datos de calibración del ensayo	kg	1171	1183	1206	
31	Factor de estabilidad		0.99	0.96	0.95	
32	Estabilidad corregida 31(30)	kg	1124	1130	1156	1129
33	Lectura del Resíduo (0.07") (25 / 0.254)	gal	13	14	13	13
34	Fluencia	cm/in	1.38	1.36	1.33	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	544	539	531	537

Observaciones:

Fuente: Servicio de laboratorio de suelos EMP.


Figura 06: Dosificación de concreto asfáltico (6.5%)



Fuente: Servicio de laboratorio y suelos EMP.

Figura 07: Gravedad específica de mezcla bituminosa.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com


GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
 ENSAYO RICE AASHTO T-209 ASTM D-2041

PROYECTO	: "Uso del caucho reciclado para mejoramiento de carpeta asfáltica de carretera Morselu-Vallehermoso, Lambayeque".				
DESCRIPCION	: Carretero Asfáltico Pen 60/70				
CANTERA	: Tres Tomas			RESP. LAB. : S.B.F.	
MATERIAL	: Combinación de agregados			TEC. LAB. : G.A.D.S.	
SOLICITANTE	: Jairo Michael Salazar Luán			FECHA : Octubre 2021	


PORCENTAJE DE ASFALTO	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
1.- PESO DEL MATERIAL	1201.2	1202.6	1203.2	1202.5	1200.5
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3236.3	3236.3	3236.3	3236.3	3236.3
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4437.5	4438.9	4439.5	4438.8	4436.8
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3947.8	3947.5	3946.9	3947.0	3946.0
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	489.7	491.4	492.6	491.8	490.8
6.- PESO ESPECIFICO MAXIMO	2.453	2.447	2.443	2.445	2.446
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.453	2.447	2.443	2.445	2.446

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.74	DISEÑO	


Observaciones :



César A. Diaz Salvedra
TECNICO LABORATORISTA



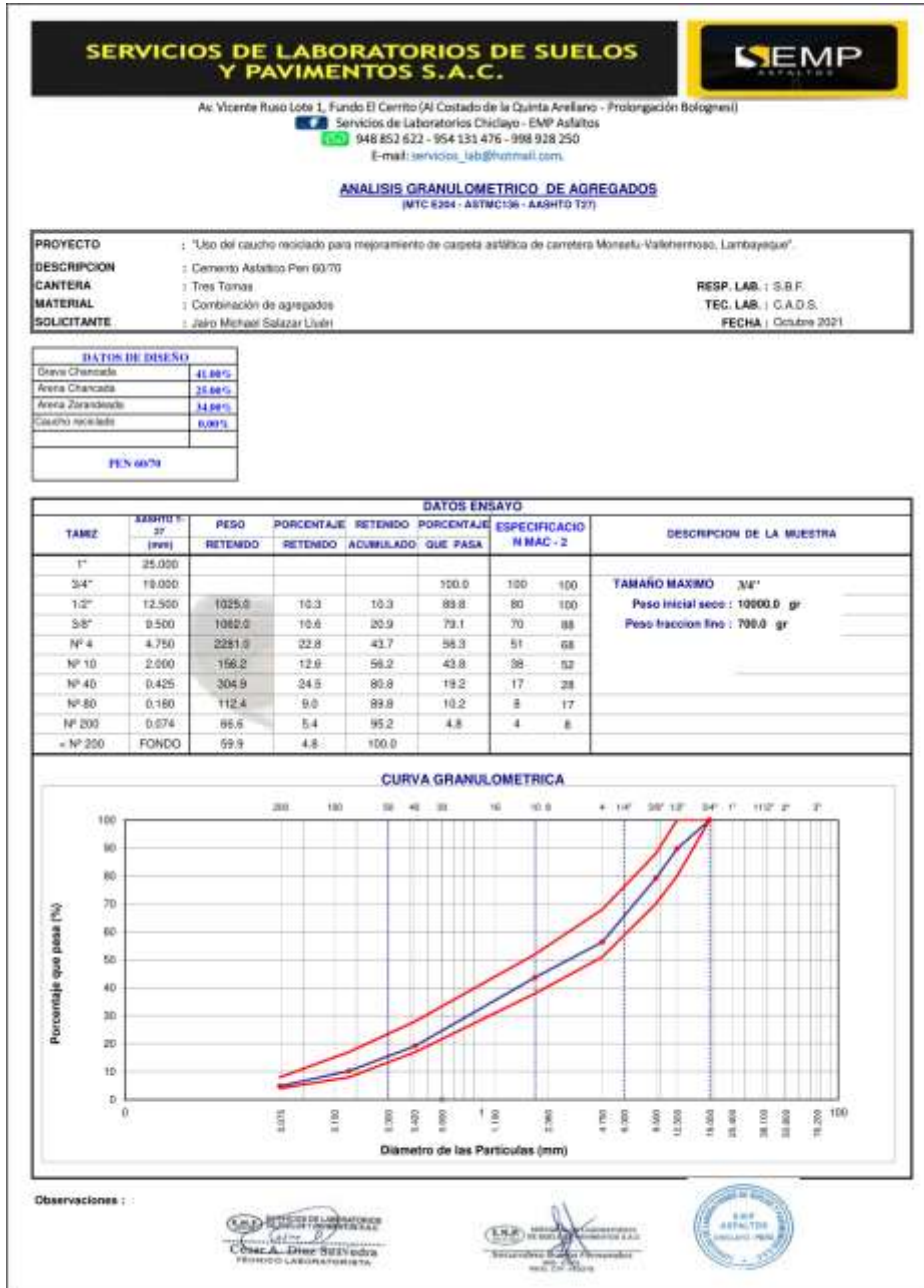
Seguridad Suelo y Pavimentos S.A.C.
S.A.C. S.R.L.
RUC: 20507101000



EMP ASFALTOS
CHICLAYO - PERU

Fuente: Servicio de laboratorio y suelos EMP.

Figura 08: Análisis granulométrico de agregados



Fuente: Servicio de laboratorio y suelos EMP.

Figura 09: Dosificación de concreto asfáltico


SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

PROYECTO : "Uso del caucho reciclado para mejoramiento de carpeta asfáltica de carretera Monseñor-Vallehermoso, Lambayeque".

DESCRIPCION : Cemento Asfáltico Pen 60/70

CANTERA : Tres Tomas

MATERIAL : Combinación de agregados

SOLICITANTE : Jairo Michael Salazar Luán

RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : C.A.D.S.
FECHA : Octubre 2021

DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada	41.00%
arena Chancada	25.00%
Arena Zarandada	34.00%
Caucho reciclado	0.00%




PEN 60/70

Materiales	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	43.68	41.17
B Arena.	56.32	53.09

	% Que Pasa el Tamiz									
	1"	3/4"	1 1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 60	Nº 200	c Nº 200
Mezcla	100.0	100.0	89.8	79.1	56.3	43.8	19.2	10.2	4.8	
Especificaciones	100	100	90-100	70-88	21-48	16 - 32	17 - 26	8-17	4-8	

Nº	Nombre de prueba	U	1	2	3	Prm.
1	C.A. en peso de la mezcla	%	5.74	5.74	5.74	
3	% de grava reducida en peso de la mezcla mayor 24"	%	41.17	41.17	41.17	
4	% de arena combinada en peso de mezcla mayor 48"	%	53.09	53.09	53.09	
5	% de filler en peso de mezcla mayor 85% para male 60/70	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento añadido	gr/cc	1.011	1.011	1.011	
7	Peso específico Bulk de la grava (48") (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.625	2.625	2.625	
8	Peso específico Aparente de la grava (48") (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.699	2.699	2.699	2.642
9	Peso específico Bulk de la arena (48") (ASTM C 128, AASHTO T 86, MTC E 205)	gr/cc	2.552	2.552	2.552	
10	Peso específico Aparente de la arena (48") (ASTM C 128, AASHTO T 86, MTC E 205)	gr/cc	2.627	2.627	2.627	2.581
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1223.4	1223.3	1223.6	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1229.9	1229.8	1230.3	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	706.0	703.9	704.0	
16	Volumen de la Probeta	cc	921.0	919.1	921.3	
17	Peso líquido de la Probeta (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.549	2.553	2.549	2.509
18	Peso específico teórico máximo (Pico) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.446	2.446	2.446	
19	Muestra de densidad teórica de los agregados (100)(2/10)+(2/2)(7/8)+(4/2)(9/10)	gr/cc	2.388	2.398	2.396	
20	% de vacíos con aire (100)(1-17/18)	%	3.98	3.83	4.14	3.96
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-21)(2/7)+(4/8)+(5/11)	gr/cc	2.602	2.612	2.612	
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-21)(3/8)+(4/10)+(5/11)	gr/cc	2.641	2.641	2.641	
23	Peso específico efectivo del agregado total (3-4)(3/8)+(4/10)+(5/11)	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
24	Adulto absorbido por el agregado total (100-622-21)(3/21) (ASTM D 4489, MTC E 511)	%	0.99	0.99	0.99	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3-4)(7/7)	%	84.75	84.89	86.61	
26	% del volumen de adulto efectivo / volumen de probeta (100-25)/100	%	11.27	11.29	11.29	
27	% vacíos del agregado mineral (100-25)	%	15.25	15.11	15.36	15.25
28	Adulto efectivo / peso de la mezcla P - (24-100)(3-4)	%	4.90	4.80	4.90	
29	Relación betón asfalto (28-27)/100	%	71.92	74.24	75.11	75.00
30	Lectura del ens	kg	281	285	287	
31	Estabilidad sin corrección de la calibración del ensayo	kg	1183	1200	1204	
32	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31/32	kg	1183	1200	1204	1197
34	Lectura del Resumen (0.01") (25/0.254)	pas	15.5	15.5	15.5	15
35	Fuerza	mm	5.45	5.45	5.50	5.48
36	Relación Estabilidad / Fuerza	kg/mm	345	350	360	357

Observaciones :

Fuente: Servicio de laboratorio y suelos EMP.

Figura 10: Gravedad específica de mezcla bituminosa.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

ENSAYO RICE AASHTO T-209 ASTM D-2041

PROYECTO : "Uso del caucho reciclado para mejoramiento de carpeta asfáltica de carretera Monseñu-Vallehermoso, Lambayeque".

DESCRIPCION : Cemento Asfáltico Pen 60/70

CANTERA : Tres Tomas **RESP. LAB.** : S.B.F.

MATERIAL : Combinación de agregados **TEC. LAB.** : C.A.D.S.

SOLICITANTE : Jairo Michael Salazar Lluén **FECHA** : Octubre 2021

PORCENTAJE DE ASFALTO		5.74		
1.- PESO DEL MATERIAL		1206.3		
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE		3239.3		
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)		4442.6		
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)		3949.4		
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL		493.2		
6.- PESO ESPECIFICO MÁXIMO		2.446	2.446	2.446
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.433	2.447	2.446	2.446

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.74	DISEÑO	

Observaciones :



Cona A. Diaz Sevillano
TÉCNICO LABORATORISTA



Servilino Suarez Fernandez
ING. CIVIL




Fuente: Servicio de laboratorio y suelos EMP.

Figura 11: Dosificación de concreto asfáltico (0.5%)

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
E-mail: servicios_lab@hotmail.com



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

PROYECTO : "Uso del caucho reciclado para mejoramiento de carpeta asfáltica de carretera Monseñor-Vallehermoso, Lambayeque".

DESCRIPCION : Cemento Asfáltico Pen 60/70

CANTERA : Tres Tomas

MATERIAL : Combinación de agregados

SOLICITANTE : Jairo Michael Salazar Luain

RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : C.A.D.S.
FECHA : Octubre 2021

DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada	41.80%
Arena Chancada	25.80%
Arena Zarandeada	31.50%
Caucho reciclado	0.50%




PEN 60/70

Material	% Mezcla	Si. Dosis
A Grava Triturada	43.86	41.34
B Arena.	56.14	53.92

	% Que Pasa el Tamiz									
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 60	Nº 200	c Nº 200
Mezcla	100.0	100.0	89.7	79.0	56.1	45.7	19.2	10.1	4.7	
Especificaciones	100	100	90-100	70-88	31-48	16 - 32	17 - 26	8-17	4-8	

f	Numero de prueba	#	1	2	3	Prm.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.74	5.74	5.74	
3	% de grava incluida en peso de la mezcla mayor 24"	%	41.34	41.34	41.34	
4	% de arena combinada en peso de la mezcla mayor 48"	%	82.92	82.92	82.92	
5	% de filler en peso de la mezcla mayor 80" (pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso especifico aparente de cemento añadido	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (44") (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.625	2.625	2.625	
8	Peso especifico Aparente de la grava (44") (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.659	2.659	2.659	2.642
9	Peso especifico Bulk de la arena (44") (ASTM C 128, AASHTO T 86, MTC E 205)	gr/cc	2.552	2.552	2.552	
10	Peso especifico Aparente de la arena (44") (ASTM C 128, AASHTO T 86, MTC E 205)	gr/cc	2.627	2.627	2.627	2.690
11	Peso especifico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1218.4	1218.4	1218.0	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1223.1	1223.1	1229.9	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	899.0	898.7	898.4	
16	Volúmen de la Probeta	cc	923.1	923.4	923.9	
17	Peso líquido de la Probeta	gr/cc	2.330	2.331	2.332	2.331
18	Peso especifico teorico maximo (Pico)	gr/cc	2.432	2.432	2.432	
19	Muestra de densidad teorica de los agregados	gr/cc	2.388	2.390	2.396	
20	% de vacios con aire	%	4.20	4.15	4.13	4.16
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc	2.602	2.602	2.612	
22	Peso especifico Aparente del agregado total	gr/cc	2.641	2.641	2.641	
23	Peso especifico efectivo del agregado total	gr/cc	2.656	2.656	2.656	
24	Aditivo absorbido por el agregado total	%	0.64	0.64	0.64	
25	% del vol del Agregado / Volúmen Bruto de la Probeta	%	84.97	84.12	84.14	
26	% del volúmen de aditivo efectivo / volúmen de probeta	%	11.73	11.73	11.73	
27	% vacios del agregado menor 100/20	%	15.93	15.88	15.86	15.89
28	Aditivo efectivo / peso de la mezcla	%	5.14	5.14	5.14	
29	Relacion betón asfalto	%	73.62	73.86	73.98	73.82
30	Lectura del ens	kg	351	348	348	
31	Estabilidad sin corrección de la calibración del ensayo	kg	1008	1005	1002	
32	Factor de estabilidad		0.96	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida	kg	1015	1045	1002	1024
34	Lectura del Reómetro	pas	15.5	13.3	13.2	13
35	Fluencia	mm	5.45	3.36	3.35	3.36
36	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/mm	290	304	302	304

Observaciones :


Fuente: Servicio de laboratorio y suelos EMP.

Figura 12: Dosificación de concreto asfáltico (1%)

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
E-mail: servicios_lab@hotmail.com



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

PROYECTO : "Uso del caucho reciclado para mejoramiento de carpeta asfáltica de carretera Monseñor-Vallehermoso, Lambayeque".

DESCRIPCION : Cemento Asfáltico Pen 60/70

CANTERA : Tres Tomas

MATERIAL : Combinación de agregados

SOLICITANTE : Jairo Michael Salazar Luán

RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : C.A.D.S.
FECHA : Octubre 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	41.00%
Arena Chancada	25.00%
Arena Zagradada	33.00%
Caucho reciclado	1.00%




PEN 60/70

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	41.34	41.01
B Arena.	55.86	52.65

	% Que Pasa el Tamiz									
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 60	Nº 200	c Nº 200
Mezcla	100.0	100.0	89.6	78.8	55.9	43.5	19.2	16.0	4.9	
Especificaciones	100	100	90-100	70-88	21-48	16 - 32	17 - 26	8-17	4-8	

i	Numero de prueba	#	1	2	3	Prm.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.74	5.74	5.74	
3	% de grava incluida en peso de la mezcla mayor 24"	%	41.41	41.41	41.41	
4	% de arena combinada en peso de mezcla mayor 48"	%	52.45	52.55	52.65	
5	% de filler en peso de mezcla mayor 48" (pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso especifico aparente de cemento asfaltico	gr/cc	1.011	1.011	1.011	
7	Peso especifico Bulk de la grava (unif.) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.625	2.625	2.625	
8	Peso especifico Aparente de la grava (unif.) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.699	2.699	2.699	2.642
9	Peso especifico Bulk de la arena (unif.) (ASTM C 128, AASHTO T 86, MTC E 205)	gr/cc	3.552	3.552	3.552	
10	Peso especifico Aparente de la arena (unif.) (ASTM C 128, AASHTO T 86, MTC E 205)	gr/cc	2.627	2.627	2.627	2.990
11	Peso especifico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1235.3	1234.5	1227.4	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1229.9	1229.1	1231.5	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr	697.5	697.0	697.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c	93.4	93.1	93.9	
17	Peso (Anillo) de la Probeta 13-16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.482	2.241	2.246	2.986
18	Peso especifico teorico maximo (Pico) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 506)	gr/cc	2.415	2.415	2.415	
19	Mostru densidad teorica de los agregados 100(2.65+0.25(2.75+0.4)+0.2(0.9+1.0))	gr/cc	2.388	2.398	2.396	
20	% de vacios con aire 100(1-17/18) (ASTM D 3853, MTC E 835)	%	4.70	4.91	4.69	4.85
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2(1)(2.75+0.4)+0(1))	gr/cc	2.602	2.612	2.612	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-2(1)(2.75+0.4)+0(1))	gr/cc	2.641	2.641	2.641	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4) (1)(3) (6+14)(1)(3)	gr/cc	2.635	2.635	2.635	
24	Asfalto absorvido por el agregado total (100-6(2.75+0.4)+0(1)) (ASTM D 4489, MTC E 511)	%	0.33	0.33	0.33	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)(1)(3)	%	83.95	82.88	82.88	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta (100-25)	%	12.24	12.22	12.21	
27	% vacios del agregado menor 100-25	%	16.95	17.12	17.14	17.07
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla P = (24-100)(3+4)	%	5.43	5.43	5.43	
29	Relacion beton asfalto (26-27)/100	%	72.24	71.34	71.24	71.61
30	Lectura del ens	kg	232	216	234	
31	Estabilidad sin correjir (doble de calibracion del ensa)	kg	676	620	667	
32	Factor de estabilidad		0.96	0.96	0.96	
33	Estabilidad corregida 31/32	kg	939	883	947	823
34	Lectura del Reometro (0.01") (25/0.254)	pas	14	13.7	14.0	14
35	Fluencia	mm	5.56	5.28	5.56	3.83
36	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/mm	2041	2377	2063	2034

Observaciones :


Fuente: Servicio de laboratorio y suelos EMP.

Figura 13: Dosificación de concreto asfáltico (1.5%)

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
E-mail: servicios_lab@hotmail.com



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

PROYECTO : "Uso del caucho reciclado para mejoramiento de carpeta asfáltica de carretera Monseñor-Vallehermoso, Lambayeque".

DESCRIPCION : Cemento Asfáltico Pen 60/70

CANTERA : Tres Tomas

MATERIAL : Combinación de agregados

SOLICITANTE : Jairo Michael Salazar Luán

RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : C.A.D.S.
FECHA : Octubre 2021

DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada	41.80%
Arena Chancada	25.80%
Arena Zarandeada	32.50%
Caucho reciclado	1.50%


PEN 60/70

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	43.77	41.26
B Arena	56.23	53.00


	% Que Pasa el Tamiz									
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 60	Nº 200	c/Nº 200
Mezcla	100.0	100.0	89.7	78.9	56.3	43.9	19.3	10.0	4.9	
Especificaciones	100	100	90-100	70-88	31-48	16 - 32	17 - 26	8-17	4-8	

	1	2	3	Prm.
7 Numero de probete				
8 C.A. en peso de la mezcla	5.74	5.74	5.74	
9 % de grava reducida en peso de la mezcla mayor 24"	41.26	41.26	41.26	
10 % de arena combinada en peso de mezcla mayor 48"	53.00	53.00	53.00	
11 % de lig en peso de mezcla mayor 80% para male 60/30	0.00	0.00	0.00	
12 Peso especifico aparente de cemento asfaltico	1.011	1.011	1.011	
13 Peso especifico Bulk de la grava (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 200)	2.625	2.625	2.625	
14 Peso especifico Aparente de la grava (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 200)	2.699	2.699	2.699	2.642
15 Peso especifico Bulk de la arena (ASTM C 128, AASHTO T 86, MTC E 205)	1.552	1.552	1.552	
16 Peso especifico Aparente de la arena (ASTM C 128, AASHTO T 86, MTC E 205)	1.627	1.627	1.627	1.590
17 Peso especifico aparente del lig	0.86	0.86	0.86	
18 Altura promedio de la probeta	6.2	6.2	6.2	
19 Peso de la probeta en el aire	1214.3	1213.3	1206.6	
20 Peso de la probeta saturada superficialmente seca	1228.7	1222.8	1224.8	
21 Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	685.5	685.0	687.0	
22 Volumen de la Probeta 14.75	536.8	537.6	536.8	
23 Peso (Anillo) de la Probeta (ASTM D 2726, MTC E 514)	2.71	2.76	2.74	2.762
24 Peso especifico teorico maximo (Peso) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	2.488	2.488	2.488	
25 Maxima densidad teorica de los agregados (100)(2.65+0.2)(2)(2.7)+0.1(2.0)+0.1(2.0)	2.388	2.398	2.396	
26 % de vacios con aire 100*(1-17.18) (ASTM D 3033, MTC E 635)	82.82	82.82	82.82	84.66
27 Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-21)(2.7)+0.9(1.552)	2.602	2.602	2.612	
28 Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)(2.699)+0.1(1.627)	2.641	2.641	2.641	
29 Peso especifico efectivo del agregado total (100-21)(2.602)+0.1(1.627)	2.625	2.625	2.625	
30 Aditivo absorbido por el agregado total (100-62)(2.71)(2.71) (ASTM D 4489, MTC E 511)	0.18	0.18	0.18	
31 % del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)(7.7)	81.95	81.57	81.33	
32 % del volumen de aditivo efectivo / volumen de probeta (100-25)(25)	12.38	12.32	12.29	
33 % vacios del agregado menor 100-25	18.05	18.43	18.67	18.39
34 Aditivo efectivo / peso de la mezcla P = (24-100)(3+4)	5.57	5.57	5.57	
35 Relación betún-vacios (26-27)/33	66.97	66.87	66.78	67.08
36 Lectura del ens	381	388	315	
37 Estabilidad sin correjor (doble de calibración del ens)	840	836	807	
38 Factor de estabilidad	0.96	0.95	0.93	
39 Estabilidad corregida 31'30	834	777	843	812
40 Lectura del Reómetro (0.01") (25/0.254)	15	15.3	15.4	15
41 Fluencia	0.05	0.06	0.06	0.07
42 Relación Estabilidad / Fluencia	2177	2000	2190	2088


Observaciones :



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Chiclayo - Dpto. Lambayeque
TECNICO LABORATORISTA



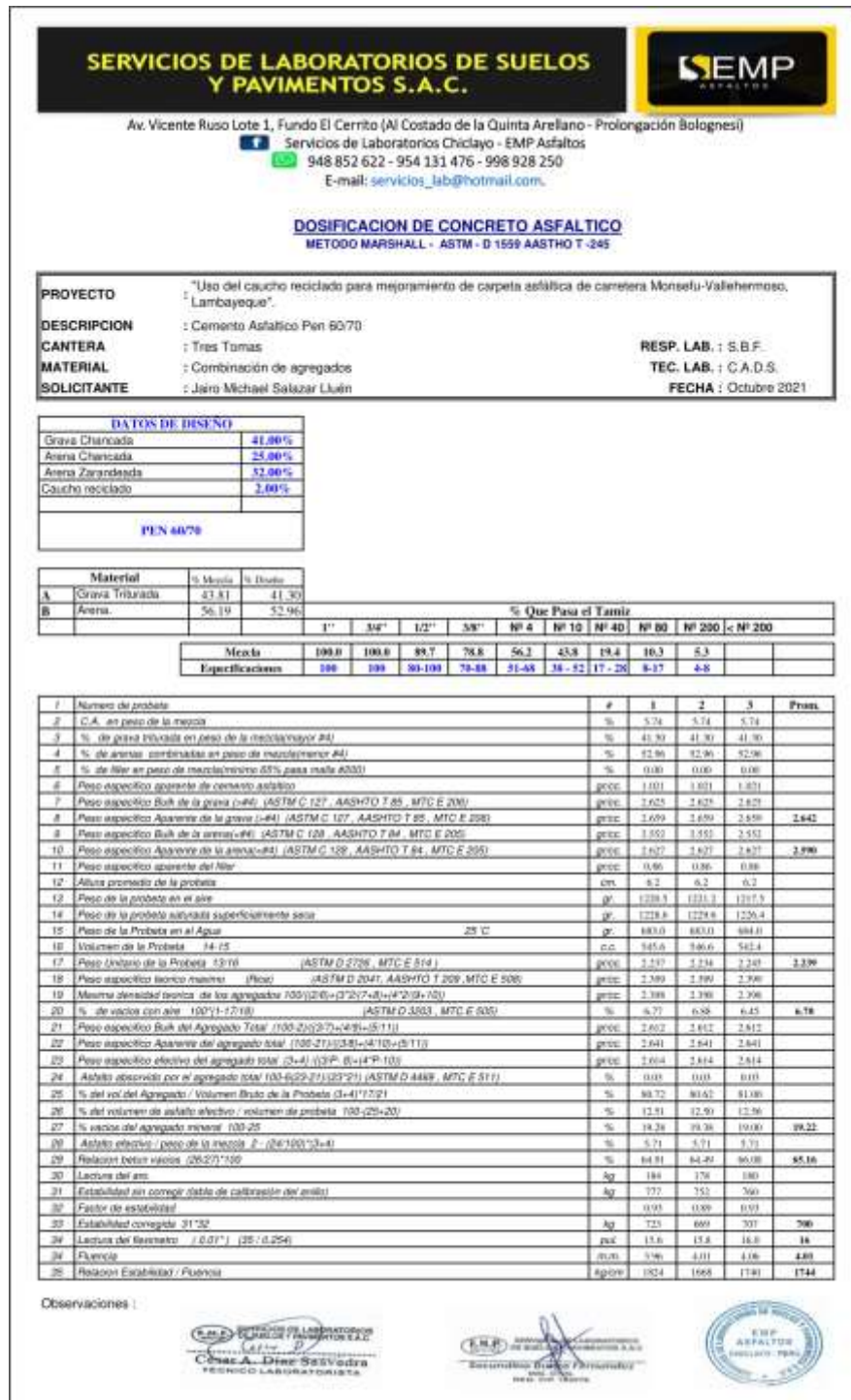
Jairo Michael Salazar Luán
Ingeniero Civil en Pavimentación
M.Sc. en Geotecnia



EMP ASFALTOS
CHICLAYO - PERU

Fuente: Servicio de laboratorio y suelos EMP.

Figura 14: Dosificación de concreto asfáltico (2%)



Fuente: Servicio de laboratorio y suelos EMP.

Figura 15: Dosificación de concreto asfáltico (2.5%)


SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

PROYECTO : "Uso del caucho reciclado para mejoramiento de carpeta asfáltica de carretera Monseñor-Vallehermoso, Lambayeque".

DESCRIPCION : Cemento Asfáltico Pen 60/70

CANTERA : Tres Tomas

MATERIAL : Combinación de agregados

SOLICITANTE : Jairo Michael Salazar Luán

RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : C.A.D.S.
FECHA : Octubre 2021

DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada	41.80%
Arena Chancada	25.80%
Arena Zarandeada	31.50%
Caucho reciclado	2.50%




PEN 60/70

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	43.71	41.20
B Arena	56.29	53.06

	% Que Pasa el Tamiz									
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 60	Nº 200	c Nº 200
Mezcla	100.0	100.0	89.7	78.9	56.3	43.9	19.2	9.9	5.6	
Especificaciones	100	100	90-100	70-88	21-48	16 - 32	17 - 26	8-17	4-8	

f	Numero de prueba	#	1	2	3	Pract.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.74	5.74	5.74	
3	% de grava filtrada en peso de la mezcla mayor 24"	%	41.20	41.20	41.20	
4	% de arena combinada en peso de la mezcla mayor 48"	%	53.06	53.06	53.06	
5	% de ligar en peso de la mezcla mayor 80"	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso especifico aparente de cemento asfaltico	gr/cc	1.011	1.011	1.011	
7	Peso especifico Bulk de la grava (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 200)	gr/cc	2.625	2.625	2.625	
8	Peso especifico Aparente de la grava (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 200)	gr/cc	2.699	2.699	2.699	2.642
9	Peso especifico Bulk de la arena (ASTM C 128, AASHTO T 86, MTC E 205)	gr/cc	2.552	2.552	2.552	
10	Peso especifico Aparente de la arena (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.627	2.627	2.627	2.590
11	Peso especifico aparente del ligar	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1213.3	1213.3	1213.3	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1223.9	1223.9	1223.9	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	877.0	876.0	877.0	
16	Volumen de la Probeta	cc	545.0	546.6	547.8	
17	Peso (Anillo) de la Probeta (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.225	2.210	2.214	2.216
18	Peso especifico teorico maximo (Pico) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.487	2.487	2.487	
19	Muestra de densidad teorica de los agregados (100)(2.65+0.2)(2.7+0.1)+4(2.09+1.0)	gr/cc	2.388	2.398	2.396	
20	% de vacios con aire (100)(1-17.18) (ASTM D 3853, MTC E 835)	%	7.96	8.16	7.96	7.99
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)(2.7)+4(9)+5(1.1)	gr/cc	2.602	2.612	2.612	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-2)(2.7)+4(9)+5(1.1)	gr/cc	2.641	2.641	2.641	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (100-2)(2.7)+4(9)+5(1.1)	gr/cc	2.624	2.624	2.624	
24	Aditivo absorbido por el agregado total (100-6)(2.7)(0.25) (ASTM D 4489, MTC E 511)	%	0.17	0.17	0.17	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)(7.7)	%	80.29	79.74	79.91	
26	% del volumen de aditivo efectivo / volumen de probeta (100-25)	%	12.36	12.07	12.10	
27	% vacios del agregado menor 100-25	%	19.72	20.26	20.09	20.02
28	Aditivo efectivo / peso de la mezcla P = (24-100)(3+4)	%	5.58	5.58	5.58	
29	Relacion betun vacios (28-27)/100	%	45.84	49.29	49.23	49.48
30	Lectura del ens	kg	145	139	140	
31	Estabilidad sin correjir (doble de calibracion del ens)	kg	614	584	593	
32	Factor de estabilidad		0.93	0.89	0.89	
33	Estabilidad corregida 31/32	kg	571	520	528	539
34	Lectura del Reometro (0.01") (25/0.254)	pas	16.8	16.5	16.9	17
35	Fluencia	mm	6.27	6.19	6.29	6.29
36	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/mm	1238	1241	1229	1289

Observaciones :

Fuente: Servicio de laboratorio y suelos EMP.

Figura 16: Dosificación de concreto asfáltico (3%)

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

PROYECTO	"Uso del caucho reciclado para mejoramiento de carpeta asfáltica de carretera Monseñor-Vallehermoso, "Lambayeque".		
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
CANTERA	: Tres Tomas		
MATERIAL	: Combinación de agregados		
SOLICITANTE	: Jairo Michael Salazar Luán		
	RESP. LAB.:	S.B.F.	
	TEC. LAB.:	C.A.D.S.	
	FECHA:	Octubre 2021	

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	41.00%
Arena Chancada	25.00%
Arena Zarandada	31.00%
Caucho reciclado	3.00%

PEN 60/70

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	43.72	41.21
B Arena	56.28	53.05

	% Que Pasa el Tamiz									
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 10	# 40	# 60	# 200	# 200
Mezcla	100.0	100.0	89.6	78.9	56.3	43.7	19.2	10.1	5.2	
Especificaciones	100	100	90-100	70-88	31-68	16 - 32	17 - 26	8-17	4-8	

#	Descripción	#	1	2	3	Prom.
1	Número de probetas					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.74	5.74	5.74	
3	% de grava indicada en peso de la mezcla mayor 24"	%	41.21	41.21	41.21	
4	% de arena combinada en peso de mezcla mayor 48"	%	53.05	53.05	53.05	
5	% de filler en peso de mezcla mayor 875" (pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento añadido	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (48") (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.625	2.625	2.625	
8	Peso específico Aparente de la grava (48") (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.699	2.699	2.699	2.642
9	Peso específico Bulk de la arena (48") (ASTM C 128, AASHTO T 86, MTC E 205)	gr/cc	3.552	3.552	3.552	
10	Peso específico Aparente de la arena (48") (ASTM C 128, AASHTO T 86, MTC E 205)	gr/cc	2.627	2.627	2.627	2.590
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1215.3	1216.6	1215.3	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1227.7	1227.8	1224.9	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	875.0	874.9	874.0	
16	Volumen de la Probeta	ft ³	0.022	0.022	0.022	
17	Peso líquido de la Probeta	gr	2.189	2.189	2.201	2.201
18	Peso específico teórico máximo (Pico) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 506)	gr/cc	2.410	2.410	2.410	
19	Muestra densidad teórica de los agregados (100)(2.65+0.2)(2.7+0.8)+4(2.9+1.0)	gr/cc	2.388	2.388	2.396	
20	% de vacíos con aire (100)(1-17.18)	%	8.73	8.66	8.66	8.67
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-24)(2.7)+4(3)+5(1.1)	gr/cc	2.602	2.602	2.612	
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-24)(3.5)+4(3)+5(1.1)	gr/cc	2.641	2.641	2.641	
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4)(3.5)+5(1.1)+P(1.0)	gr/cc	2.627	2.627	2.627	
24	Aditivo absorbido por el agregado total (100-62.9-21)(0.25) (ASTM D 4489, MTC E 511)	%	0.22	0.22	0.22	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)(7.7)	%	79.36	79.43	79.47	
26	% del volumen de aditivo efectivo / volumen de probeta (100-25)-23)	%	11.81	11.81	11.80	
27	% vacíos del agregado mineral (100-25)	%	20.64	20.60	20.53	20.59
28	Aditivo efectivo / peso de la mezcla P = (24-100)(3+4)	%	5.53	5.53	5.53	
29	Relación betón asfalto (28-27)/100	%	17.69	17.84	18.08	17.87
30	Lectura del aire	kg	138	121	115	
31	Estabilidad sin corrección de la calibración del ensayo	kg	561	513	486	
32	Factor de estabilidad	gr/cc	0.89	0.89	0.89	
33	Estabilidad corregida 31/32	kg	440	457	434	446
34	Lectura del fluencia (0.01") (25/0.254)	mm	17.3	17.6	17.9	18
35	Fluencia	mm	6.96	6.87	6.75	6.87
36	Relación Estabilidad / Fluencia	gr/cc	1014	1022	955	997

Observaciones:

Fuente: Servicio de laboratorio y suelos EMP.

Figura 17: Dosificación de concreto asfáltico (3.5%)


SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

PROYECTO : "Uso del caucho reciclado para mejoramiento de carpeta asfáltica de carretera Monseñu-Vallehermoso, Lambayeque".

DESCRIPCION : Cemento Asfáltico Pen 60/70

CANTERA : Tres Tomas

MATERIAL : Combinación de agregados

SOLICITANTE : Jairo Michael Salazar Luain

RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : C.A.D.S.
FECHA : Octubre 2021

DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada	41.80%
Arena Chancada	25.80%
Arena Zarandada	30.50%
Caucho reciclado	3.50%




PEN 60/70

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	43.84	41.32
B Arena.	56.16	52.64

	% Que Pasa el Tamiz									
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 60	Nº 200	c Nº 200
Mezcla	100.0	100.0	89.6	78.8	56.3	43.7	19.4	10.2	4.9	
Especificaciones	100	100	90-100	70-88	21-48	16 - 32	17 - 26	8-17	4-8	


#	1	2	3	Prueba
1	Numero de prueba			
2	C.A. en peso de la mezcla	5.74	5.74	5.74
3	% de grava incluida en peso de la mezcla mayor 24"	43.72	41.32	41.32
4	% de arena combinada en peso de mezcla mayor 48"	52.94	52.94	52.94
5	% de filler en peso de mezcla mayor 85% (pasa malla #200)	0.00	0.00	0.00
6	Peso especifico aparente de cemento asfaltico	1.011	1.011	1.011
7	Peso especifico Bulk de la grava (unif.) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 200)	2.625	2.625	2.625
8	Peso especifico Aparente de la grava (unif.) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 200)	2.659	2.659	2.659
9	Peso especifico Bulk de la arena (unif.) (ASTM C 128, AASHTO T 86, MTC E 205)	3.552	3.552	3.552
10	Peso especifico Aparente de la arena (unif.) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	3.627	3.627	3.627
11	Peso especifico aparente del filler	0.86	0.86	0.86
12	Altura promedio de la prueba	6.2	6.2	6.2
13	Peso de la prueba en el aire	1224.1	1224.1	1224.5
14	Peso de la prueba saturada superficialmente seca	1278.9	1278.8	1277.8
15	Peso de la Prueba en el Agua	874.5	874.9	874.0
16	Volumen de la Prueba	14.75	14.75	14.75
17	Peso (Anillo) de la Prueba (ASTM D 2726, MTC E 514)	2.189	2.189	2.172
18	Peso especifico teorico maximo (Pico) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 506)	2.482	2.482	2.483
19	Muestra de densidad teorica de los agregados (100)(2/6)+(2)(2/7)+(8)+(4)(2/9)+100	2.388	2.398	2.396
20	% de vacios con aire (100)(1-17/18)	6.60	6.73	6.64
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-20)(2/7)+(4)(1)+(5/11)	2.602	2.612	2.612
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)(3/8)+(4)(1)+(5/11)	2.641	2.641	2.641
23	Peso especifico efectivo del agregado total (100-22)(3/8)+(4)(1)+(5/11)	2.627	2.617	2.617
24	Aditivo absorbido por el agregado total (100-23)(2/7)+(2/9)+(5/11) (ASTM D 4489, MTC E 511)	0.08	0.08	0.08
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Prueba (3-4)(1/7/2)	78.27	78.65	78.57
26	% del volumen de aditivo efectivo / volumen de prueba (100-25)(2/7)	12.94	12.10	12.06
27	% vacios del agregado menor 100-25	10.73	11.30	11.63
28	Aditivo efectivo / peso de la mezcla P = (26-100)(3-4)	5.67	5.67	5.67
29	Relacion beton vacios (28-27)/100	15.40	16.67	16.74
30	Lectura del aire	96	101	105
31	Estabilidad sin correccion dable de calibracion del analisis	437	420	446
32	Factor de estabilidad	0.86	0.86	0.86
33	Estabilidad corregida 31/32	498	460	476
34	Lectura del fluencia (0.01") (25/0.254)	18.5	18.6	18.9
35	Fluencia	6.30	6.72	6.79
36	Relacion Estabilidad / Fluencia	787	782	704

Observaciones :

Fuente: Servicio de laboratorio y suelos EMP.

Figura 18: Peso específico y absorción de los agregados.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.


PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS
(NTP 400.021, MTC E 206)

PROYECTO	"Uso del caucho reciclado para mejoramiento de carpeta asfáltica de carretera Monsetu-Vallehermoso, Lambayeque".		
DESCRIPCION	Cemento Asfáltico Pen 60/70		
CANTERA	Tres Tomas	RESP. LAB. : S.B.F.	
MATERIAL	Grava Chancada T. Máx. 3/4"	TEC. LAB. : C.A.D.S.	
SOLICITANTE	Jairo Michael Salazar Lluén	FECHA : Octubre 2021	

DATOS DE LA MUESTRA			
MUESTRA	: M-01		

AGREGADO GRUESO				
A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	1061.2	1142.6	
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	659.3	709.1	
C	Vol. de masa + vol de vacios = A/B (gr)	401.9	433.5	
D	Peso material seco en estufa (105 °C) (gr)	1056.1	1137.0	
E	Vol. de masa = C - (A - D) (gr)	396.8	427.9	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.628	2.623	2.625
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.640	2.636	2.638
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.662	2.657	2.659
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.48	0.49	0.49%


Observaciones :





Fuente: Servicio de laboratorio y suelos EMP.

Figura 19: Durabilidad al sulfato de magnesio.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS
Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com


DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO
(NTP 400.016, MTC E-209)

PROYECTO	"Uso del caucho reciclado para mejoramiento de carpeta asfáltica de carretera Monsefu-Vallehermoso, Lambayeque".	RESP. LAB. : S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB. : C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas	FECHA : Octubre 2021
MATERIAL	: Grava Chancada T. Máx. 3/4"	
SOLICITANTE	: Jairo Michael Salazar Lluén	


DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

DATOS DEL ENSAYO								
FRACCION		GRADACION ORIGINAL %		Peso de fracción ensayada	Peso retenido después del ensayo	Pérdida después del ensayo (gr)	Pérdida después del ensayo (%)	Pérdida corregida
PASA	RETIENE	Peso retenido	% retenido					
			A	B	C	D	E	F
2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"							
3/4"	1/2"	2033.0	25.0	675.0	667.9	7.1	1.1	0.26
1/2"	3/8"	2166.0	26.7	300.0	268.1	31.9	10.6	2.84
3/8"	N° 4	3918.0	48.3	300.0	271.5	28.5	9.5	4.59
	< N° 4							
TOTALES		8117.0	100.0	1275.0				7.7


Observaciones :



S.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
César A. Díaz Salvedra
FÍSICO LABORATORISTA



S.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Rodrigo Briceño Ferrer
ING. CIVIL



EMP ASFALTOS
CHICLAYO - PERU

Fuente: Servicio de laboratorio y suelos EMP.

Figura 20: Ensayo de abrasión (Maquina de los Angeles).

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)
(NTP 400.019, MTC E - 207)

PROYECTO	"Uso del caucho reciclado para mejoramiento de carpeta asfáltica de carretera Monsefu-Vallehermoso, Lambayeque".		
DESCRIPCION	Cemento Asfáltico Pen 60/70		
CANTERA	Tres Tomas	RESP. LAB.	S.B.F.
MATERIAL	Grava Chancada T. Máx. 3/4"	TEC. LAB.	C.A.D.S.
SOLICITANTE	Jairo Michael Salazar Lluén	FECHA	Octubre 2021

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO					
TAMIZ		A	B	C	D
PASA	RETIENE				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"		2500		
1/2"	3/8"		2500		
3/8"	1/4"				
1/4"	N°4				
N°4	N°8				
PESO TOTAL			5000		
PESO RETENIDO EN TAMIZ N°12			4042		
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO			-958		
N° DE ESFERAS			11		
PESO DE LAS ESFERAS			4532		
TIEMPO DE ROTACIONES (m)			15		
% DE DESGASTE			19.2		

Observaciones:

César A. Díaz-Nesveda
TÉCNICO LABORATORISTA

Secundino Blasco Paredes
ING. CIVIL

Fuente: Servicio de laboratorio y suelos EMP.

Figura 21: Porcentaje de partículas chatas y alargadas.


SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chidayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com



PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN LOS AGREGADOS
(NTP 400.040, MTC 223)


PROYECTO	"Uso del caucho reciclado para mejoramiento de carpeta asfáltica de carretera Monseñor Vallehermoso, Lambayeque".		
DESCRIPCION	Cemento Asfáltico Pen 60/70		
CANTERA	Tres Tomas		
MATERIAL	Grava Chancada T. Máx. 3/4"		
SOLICITANTE	Jairo Michael Salazar Lluén		
	RESP. LAB.	: S.B.F.	
	TEC. LAB.	: C.A.D.S.	
	FECHA	: Octubre 2021	

DATOS DE LA MUESTRA						
MUESTRA	: M-01					


INDICE DE APLANAMIENTO (PARTICULAS CHATAS) :						
DATOS DEL ENSAYO						
TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL (g)	PARTICULAS CHATAS	PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS	PORCENTAJE PARCIAL	PROMEDIO DE PARTICULAS CHATAS
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	2033.0	81.0	3.98	48.4	193
1/2"	3/8"	2166.0	79.0	3.65	51.6	188
		4199.0			100.0	381
PORCENTAJE PARTICULAS CHATAS (ΣE / ΣD)				= 3.8 %		

INDICE DE ALARGAMIENTO (PARTICULAS ALARGADAS) :						
DATOS DEL ENSAYO						
TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL (g)	PARTICULAS ALARGADAS	PORCENTAJE DE PARTICULAS ALARGADAS	PORCENTAJE PARCIAL	PROMEDIO DE PARTICULAS ALARGADAS
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	2033.0	75.8	3.73	48.4	181
1/2"	3/8"	2166.0	86.0	3.97	51.6	205
		4199.0			100.0	385
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA (ΣE / ΣD)				= 3.9 %		


% PARTICULAS CHATAS + % PARTICULAS ALARGADAS = 7.7



EMP
SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
CALLE A. EMP SIVIVIVA
PERICO LABORATORISTA



EMP
SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.




EMP
ASALTOS
CHIDAYO - PERU



Fuente: Servicio de laboratorio y suelos EMP.

Figura 22: Contenido de sales solubles en los suelos.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS
Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com


CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN LOS SUELOS
(NTP 339.152, MTC E 219)

PROYECTO	"Uso del caucho reciclado para mejoramiento de carpeta asfáltica de carretera Monsefu-Vallehermoso, Lambayeque".		
DESCRIPCION	Cemento Asfáltico Pen 60/70		
CANTERA	Tres Tomas	RESP. LAB. : S.B.F.	
MATERIAL	Grava Chancada T. Máx. 3/4"	TEC. LAB. : C.A.D.S.	
SOLICITANTE	Jairo Michael Salazar Lluén	FECHA : Octubre 2021	


DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

DATOS DEL ENSAYO				
MUESTRA	IDENTIFICACION			Promedio
	1	2		
(1) Peso Tarro (Bóker 100 ml.) Pyres	146.61	165.42		
(2) Peso Tarro + agua + sal	193.17	216.42		
(3) Peso Tarro Seco + sal	146.63	165.43		
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.01	0.01		
(5) Peso de Agua (2-3)	46.36	51.00		
(6) Porcentaje de Sal	0.03 %	0.02 %		0.03 %


Observaciones :



Cesar A. Diaz Saevedra
TECNICO LABORATORISTA




Secundino Buzo Fernandez
ING. CIVIL





Fuente: Servicio de laboratorio y suelos EMP.

Figura 23: Gravedad específica y absorción de los agregados.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS
Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com


GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS
(NTP 400.021, MTC E 205)

PROYECTO	"Uso del caucho reciclado para mejoramiento de carpeta asfáltica de carretera Monsefu-Vallehermoso, Lambayeque".		
DESCRIPCION	Cemento Asfáltico Pen 60/70		
MATERIAL	Tres Tomas	RESP. LAB. : S.B.F.	
PROCEDENCIA	Arena Chancada + Arena Zarandeada	TEC. LAB. : C.A.D.S.	
SOLICITANTE	Jairo Michael Salazar Lluén	FECHA : Octubre 2021	


DATOS DE LA MUESTRA			
MUESTRA	: M-01		

AGREGADO FINO					
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	300.0	300.0		
B	Peso Frasco + agua	686.9	690.8		
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	986.9	990.8		
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	870.9	874.3		
E	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)	116	116.5		
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	296.68	296.67		
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)	112.7	113.2		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.558	2.547		2.552
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.586	2.575		2.581
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.633	2.621		2.627
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.12	1.12		1.12%


Observaciones :



E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
César A. Díaz Salvedra
TECNICO LABORATORISTA




E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Burgos Fernández
ING. CIVIL





Fuente: Servicio de laboratorio y suelos EMP.

Figura 24: Equivalente de arena.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS
Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com


EQUIVALENTE DE ARENA
(NTP 339.146, MTC E 114)


PROYECTO	"Uso del caucho reciclado para mejoramiento de carpeta asfáltica de carretera Monsetu-Vallehermoso, Lambayeque".		
DESCRIPCION	Cemento Asfáltico Pen 60/70		
MATERIAL	Tres Tomas		RESP. LAB. : S.B.F.
PROCEDENCIA	Arena Chancada + Arena Zarandeada		TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	Jairo Michael Salazar Luén		FECHA : Octubre 2021


DATOS DE LA MUESTRA			
MUESTRA	: M-01		

DATOS DEL ENSAYO						
MUESTRA	01	02	03			
HORA DE ENTRADA	02:23	02:25	02:27			
HORA DE SALIDA	02:33	02:35	02:37			
HORA DE ENTRADA	02:35	02:37	02:39			
HORA DE SALIDA	02:55	02:57	02:59			
ALTURA DE NIVEL						
MATERIAL FINO (A)	6.4	6.3	6.5			
ALTURA DE NIVEL						
ARENA (B)	4.1	4.0	4.2			
EQUIVALENTE DE ARENA (B x 100/A)	64.1%	63.5%	63.8%			
PROMEDIO:	64%					

Observaciones :


César A. Díaz Salvedra
 TÉCNICO LABORATORISTA


Selwyn Roberto Ferrer
 ING. CIVIL



Fuente: Servicio de laboratorio y suelos EMP.

ANEXO 07: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE CARRETERA MONSEFÚ- VALLEHERMOSO, LAMBAYEQUE 2021

1. UBICACIÓN:

El proyecto de mejoramiento de carretera Monsefú-Vallehermoso, se localiza en el departamento de Lambayeque, provincia de Chiclayo, distrito de Monsefú, iniciándose en la altura del canal Castilla Celis (0+00) hasta el frontis de la Institución Educativa del caserío de Vallehermoso (3+107.45) con una longitud de 3.107 kilómetros.

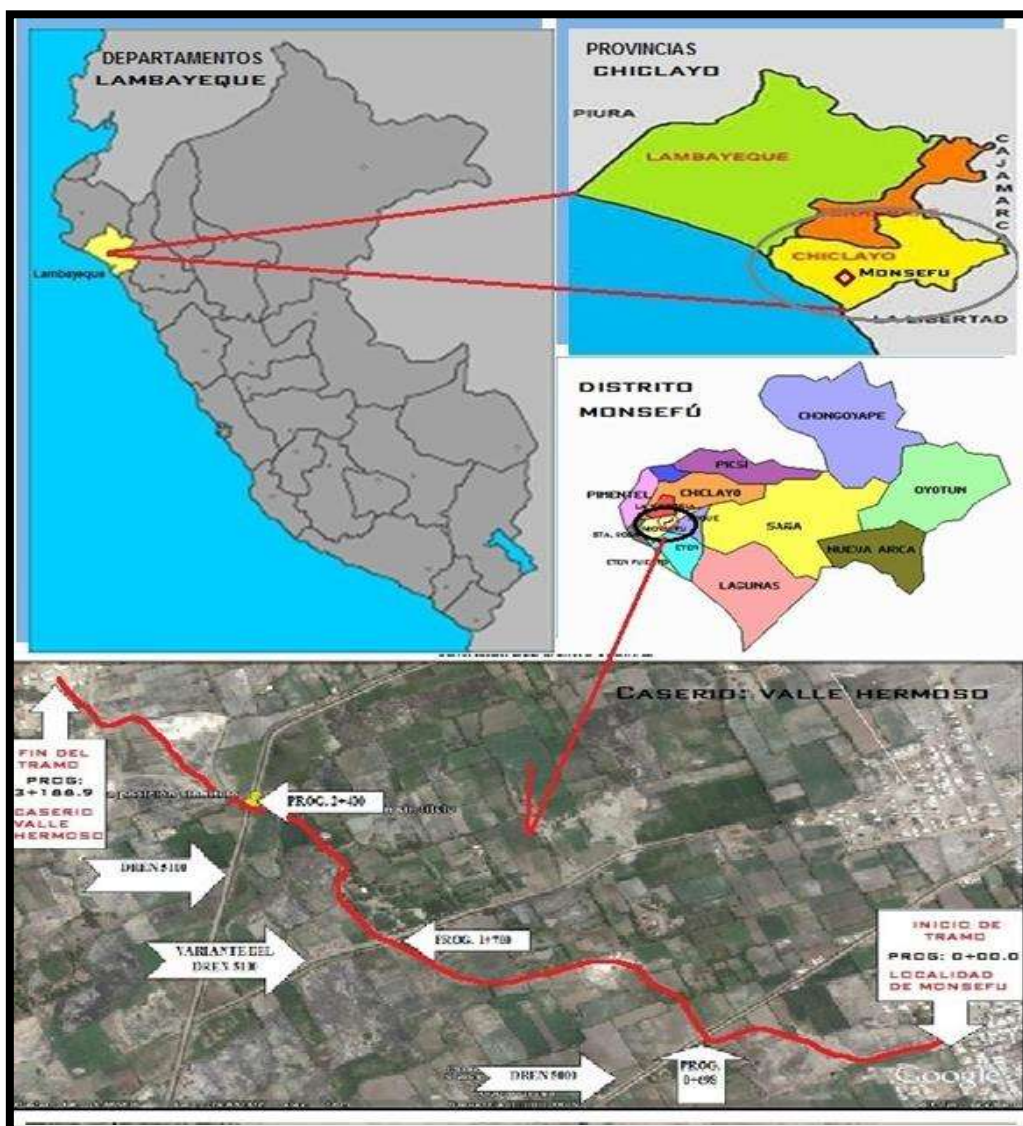


Ilustración 3: Vista de tramo carretera Monsefú-Vallehermoso

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de mejoramiento de 3.107 km de carretera, consiste en mejorar la rasante y subrasante de la vía con material granular, compactada y nivelada correctamente en ciertas partes de la carretera por su déficit del pavimento.

3. ANTECEDENTES

El caserío de Vallehermoso es uno de los principales del distrito de Monsefú, el cual cuenta con recursos naturales, agropecuarios y artesanales muy relevantes para el mercado económico y social de la ciudad, el cual a su vez permite un desarrollo integral y armónico de sus respectivos ámbitos.

El proyecto de ejecución del mejoramiento de la carretera Monsefú-Vallehermoso tiene aproximadamente 5 años de existencia y cuenta con una longitud aproximada de 3.107km.

Ésta a su vez permite el ingreso hacia los caseríos norte del distrito, donde la población aproximada que colinda es del 25% de la población total del distrito. En su antigüedad como distrito, esta vía era parte de un tramo de ferroviario que se prolongaba hasta los puertos de Pimientos y Santa Rosa, que servía como tránsito y carga para la exportación de productos de las haciendas azucareras.

La propuesta que se dio a conocer, prevalece en el mejoramiento de la carretera en ciertos puntos de desgaste, considerándose a su vez cumplir con los requerimientos y normativas vigentes para este tipo y niveles de vía, llegando consigo a una mejor calidad de vida, comodidad y seguridad para el tránsito.

Con esta propuesta establecida se estará beneficiando cerca de 6,750 habitantes en 05 caseríos, los cuales se ubican en un radio aproximado de 2.5km respecto al eje de trayectoria de la vía.

4. DIAGNÓSTICO

4.1. Área de estudio y área de influencia del proyecto

Para este tipo de proyecto el área de estudio es igual al área de influencia del proyecto, ubicado en:

- Departamento: Lambayeque
- Provincia: Chiclayo
- Distrito: Monsefú
- Caserío: Vallehermoso

El área de influencia del proyecto considera a su vez 05 caseríos que están incluidos dentro de un radio de aprox. 2.5km en referencia al eje de trayectoria de la vía, estos caseríos son: Pomarrosa, Huaca Blanca, Quinta Reluz, Poncoi y Pómape.

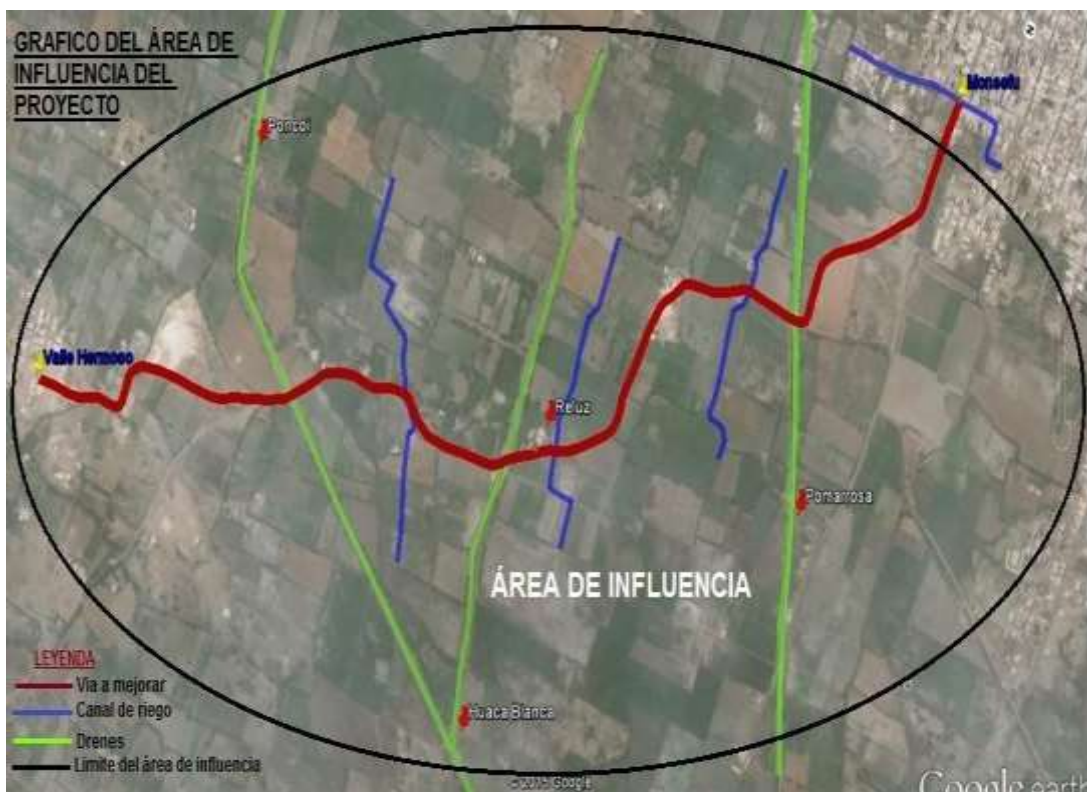


Ilustración 4: Ubicación del área de influencia

4.2. Parámetros de construcción

a. Longitud

El eje de la carretera considerado en el proyecto cuenta con un recorrido de 3.107km.

b. Ancho

El ancho de la calzada oscila en 7.2 metros, siendo una carretera de doble vía.

c. Velocidad

Después de algunos estudios realizados se determinó que los vehículos transitan a una velocidad promedio entre 40 a 50 km/h.

d. Trazo del camino

Comparado con el trazado de la carretera en un 85%, su trayectoria es moderada, con unas 48 revoluciones, de las cuales el 100% tiene un radio de curvatura superior a 10,0 metros.

e. Obras de arte

A lo largo de todo el recorrido, existen 07 alcantarillas, de las cuales, según el inventario vial, el 85,7% se encuentran en mal estado, fisuras estructurales y solo 1,3% se encuentran en buen estado.

4.3. Infraestructura del proyecto

4.3.1. Etapa de operación

La vía se utilizará para el transporte de vehículos livianos y pesados con necesidades de transporte a través de los intercambios comerciales de los núcleos de población beneficiarios.

4.3.2. Infraestructura del servicio

4.3.2.1. Agua

El suministro de agua se hará mediante el uso de tanques de almacenamiento. Los recursos se utilizarán específicamente para operaciones de construcción.

4.3.2.2. Vías de acceso

Se puede llegar a Monsefú por la nueva carretera La Victoria-Monsefú (Vía Asfaltada) con Chiclayo como punto de partida hacia el oeste, a 12,2 km de la ciudad de Monsefú. El tiempo de viaje es de 20 minutos, la carretera está en buen estado.

5. DIAGNÓSTICO DE IMPACTO AMBIENTAL DE MEZCLAS ASFÁLTICAS POR EL MÉTODO MEL-ENEL

Este proceso de estudio de impacto ambiental en mezclas asfálticas se enfocará en la cantidad de diseño de materiales utilizado en la proporción asfáltica a través de la evaluación MEL-ENEL, la cual deriva de 6 etapas: 1. Identificación de acciones, 2. Desglose de factores ambientales, 3. Matriz de identificación de impactos, 4. Categoría por impactos genéricos, 5. Evaluación de los impactos y 6. Priorización por significancia. Su objetivo final es determinar el efecto de la inclusión del caucho reciclado en la mezcla asfáltica en pavimentos flexibles con respecto al impacto ambiental. El resultado del diagnóstico final se realizará en función a un volumen empleado en un lapso de 500 m, siendo un total de 288m³.

5.1. Diseño de mezcla optima con 5.74% de C.A.

DISEÑO DE MEZCLA OPTIMA PARA 5.74% DE C. A

Peso de la muestra= 1202.6 gr

Cemento				1 m3 de mezcla asfáltica		
Asfáltico (C.A)	1.021 gr	5.74%	69.03 gr		0.057	0.059 tn
Grava chancada	2.642 gr	41.61%	500.40 gr		0.416	1.099 tn
Arena combinada	2.59 gr	52.65%	633.17 gr		0.527	1.364 tn
Peso de mezcla		100%	1202.60 gr	1.000	2.522 tn	

MATERIALES PARA DISEÑO DE MEZCLA OPTIMA PARA 5.74% DE C. A						
Cemento Asfáltico (C.A)	1.021	5.74%	65.28 gr	1 m3 de mezcla asfáltica	0.055	
	gr				0.054	tn
	2.659				0.388	1.031
	gr					
Grava chancada	41%	466.30 gr	0.236	tn		
Arena chancada	25%	284.33 gr	0.322	tn		
Arena zarandeada	34%	386.69 gr		0.694		
Peso de mezcla					2.212	
		105.74%	1202.60 gr	1.000	tn	

MATERIALES PARA DISEÑO DE MEZCLA OPTIMA PARA 5.74% DE C. A						
Ancho de calzada=	7.2	m	Longitud=	500	m	
Espesor C. A=	0.08	m	Volumen=	288	m3	
Cemento Asfáltico (C.A)	1.021 gr	5.74%	65.28 gr	0.054	0.055 tn	15.63 m3
Grava chancada	2.659 gr	41%	466.30 gr	0.388	1.031 tn	111.67 m3
Arena chancada	1.827 gr	25%	284.33 gr	0.236	0.432 tn	68.09 m3
Arena Zarandeada	2.358 gr	34%	386.69 gr	0.322	0.758 tn	92.60 m3
Peso de mezcla	105.74%	1202.60 gr	1.000	2.277 tn	288.00 m3	

ETAPA 1: DESGLOSE DE ACCIONES

N°	ACCIONES	DESCRIPCIÓN
1	Incorporación del cemento asfáltico	Recepción de cemento asfáltico
2	Incorporación de Grava chancada	Recepción de Grava chancada
3	Incorporación de Arena chancada	Recepción de Arena chancada
4	Incorporación de Arena zarandeada	Recepción de Arena zarandeada
5	Almacenamiento de recursos pétreos	Recursos pétreos usadas en el diseño de mezcla
6	Manejo de sustancias químicas	Manejo de sustancias químicas usadas en el diseño de mezcla
7	Manejo de combustible	Uso del correcto manejo de combustible para altas temperaturas
8	Manejo de mezcla en elevadas Temperaturas	Manejo a temperaturas promedio a 150°-160°
9	Almacenamiento del molde	Recepción del producto culminado

ETAPA 2: DESGLOSE DE FACTORES AMBIENTALES

N°	FACTOR AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
1	Aire	Enfocado a su olor
2	Meteorología	Derivado en la descripción del clima
3	Superficie	Recursos minerales
4	Agua Superficial	Calidad de agua
5	Geomorfología	Relieve terrestre
6	Vegetación	Las especies vegetales
7	Fauna	Las especies animales
8	Socio economía	Referente a salud, vida, empleo, etc.

ETAPA 3: MATRÍZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

FACTORES	Incorporación del cemento asfáltico	Incorporación de grava chancada	Incorporación de arena chancada	Incorporación de arena zarandeada	Almacenamiento de recursos pétreos	Manejo de sustancias químicas	Manejo de combustible	Manejo de mezcla en elevadas temperaturas	Almacenamiento del molde
Aire	1	5	11	17	23		33	39	
Meteorología	2					28	34		
Superficie	3	6	12	18	24	29	35	40	
Agua Superficial					25	30	36		
Geomorfología		7	13	19	26	31	37		
Vegetación		8	14	20					
Fauna		9	15	21					
Socio economía	4	10	16	22	27	32	38	41	42

ETAPA 4: CATEGORÍA POR IMPACTOS GENÉRICOS

1. IMPACTO GENÉRICO: AIRE			
N°	FACTORES	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
1	Aire- Incorporación del cemento asfáltico	(-)	Producción de emisiones gaseosas
5	Aire- Incorporación de grava chancada	(-)	Creación de partículas contaminantes
11	Aire- Incorporación de arena chancada	(-)	Creación de partículas contaminantes
17	Aire- Incorporación de arena zarandeada	(-)	Creación de partículas contaminantes
23	Aire-Almacenamiento de recursos pétreos	(-)	Creación de olores en ambiente global
33	Aire- Manejo de combustible	(-)	Emisiones de gases
39	Aire- Manejo de mezcla en elevadas temperaturas	(-)	Ruidos

2. IMPACTO GENÉRICO: METEOROLOGÍA			
N°	FACTORES	SIMBOLOGÍA A	DESCRIPCIÓN
2	Meteorología- Incorporación del cemento asfáltico	(-)	Derivación de CO2 impactan en clima
3	Meteorología- Manejo de combustible	(-)	Derivación de CO2 impactan en clima
4			

3. IMPACTO GENÉRICO: SUPERFICIE			
N°	FACTORES	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
3	Superficie- Incorporación del cemento asfáltico	(-)	Afecta permeabilidad
6	Superficie- Incorporación de grava chancada	(-)	Afecta permeabilidad, compactación
12	Superficie- Incorporación de arena chancada	(-)	Afecta permeabilidad, compactación
18	Superficie- Incorporación de arena zarandeada	(-)	Afecta permeabilidad, compactación
24	Superficie- Almacenamiento de recursos pétreos	(-)	Dispersión de químicos
29	Superficie- Manejo de sustancias químicas	(-)	Derrame de químicos
35	Superficie- Manejo de combustible	(-)	Derrame de hidrocarburos
40	Superficie- Manejo de mezcla en elevadas temperaturas	(-)	Contaminación al suelo

4. IMPACTO GENÉRICO: GEOMORFOLOGÍA			
N°	FACTORES	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
7	Geomorfología- Incorporación de grava chancada	(-)	Alteración de proceso geomorfológico
13	Geomorfología- Incorporación de arena chancada	(-)	Erosiones en la superficie
19	Geomorfología- Incorporación de arena zarandeada	(-)	Alteración de proceso geomorfológico
26	Geomorfología- Almacenamiento de recursos pétreos	(-)	Erosiones en la superficie
31	Geomorfología- Manejo de sustancias químicas	(-)	Erosiones en la superficie
37	Geomorfología- Manejo de combustible	(-)	Erosiones en la superficie

5. IMPACTO GENÉRICO: AGUA			
N°	FACTORES	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
25	Agua- Almacenamiento de recursos pétreos	(-)	Efluentes contaminados
30	Agua- Manejo de sustancias químicas	(-)	Efluentes contaminados
36	Agua- Manejo de combustible	(-)	Efluentes contaminados

6. IMPACTO GENÉRICO: VEGETACIÓN			
N°	FACTORES	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
8	Vegetación- Incorporación de grava chancada	(-)	Alteración por explosiones de canteras
14	Vegetación- Incorporación de arena chancada	(-)	Alteración por explosiones de canteras
20	Vegetación- Incorporación de arena zarandeada	(-)	Alteración por explosiones de canteras

7. IMPACTO GENÉRICO: FAUNA			
N°	FACTORES	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
9	Fauna- Incorporación de grava chancada	(-)	Alteración en hábitat animal
15	Fauna- Incorporación de arena chancada	(-)	Alteración en hábitat animal
21	Fauna- Incorporación de arena zarandeada	(-)	Alteración en hábitat animal

8. IMPACTO GENÉRICO: SOCIOECONÓMICO			
N°	FACTORES	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
4	Socioeconómico- Incorporación del cemento asfáltico	(-)	Incremento de puestos de trabajo
10	Socioeconómico- Incorporación de grava chancada	(-)	Fuente de empleo
16	Socioeconómico- Incorporación de arena chancada	(-)	Fuente de empleo
22	Socioeconómico- Incorporación de arena zarandeada	(-)	Fuente de empleo
27	Socioeconómico- Almacenamiento de recursos pétreos	(-)	Creación de servicios e infraestructura
32	Socioeconómico- Manejo de sustancias químicas	(-)	Creación de servicios e infraestructura
38	Socioeconómico- Manejo de combustible	(-)	Creación de servicios e infraestructura
41	Socioeconómico- Manejo de mezcla en elevadas temperaturas	(-)	Creación de actividades económicas
42	Socioeconómico- Almacenamiento del molde	(-)	Creación de servicios e infraestructura

ETAPA 5: EVALUACIÓN DE IMPACTOS GENÉRICOS

IMPACTOS GENÉRICOS	Magnitud	Importancia	Extensión	Duración	Reversibilidad
Aire	A	A	A	A	B
Meteorología	B	M	M	M	B
Superficie	M	A	B	A	A
Agua Superficial	M	M	B	B	M
Geomorfología	B	B	B	A	A
Vegetación	M	M	M	B	M
Fauna	M	M	M	B	M

ETAPA 6: PRIORIZACIÓN POR SIGNIFICANCIA

IMPACTOS GENÉRICOS	Magnitud	Importancia	Extensión	Duración	Reversibilidad	TOTAL
Aire	65	60	75	45	35	280
Meteorología	35	40	25	55	65	220
Aire	70	65	65	50	40	290
Superficie	30	35	35	50	60	210
Aire	70	65	60	65	50	310
Agua superficial	30	35	40	35	50	190
Aire	70	65	60	55	45	295
Geomorfología	30	35	40	45	55	205
Aire	60	60	65	55	45	285
Vegetación y fauna	40	40	35	45	55	215
Meteorología	40	50	45	50	45	230
Superficie	60	50	55	50	55	270
Meteorología	35	50	50	70	50	255
Agua superficial	65	50	50	30	50	245
Meteorología	50	55	50	45	35	235
Geomorfología	50	45	50	55	65	265
Meteorología	30	55	45	60	40	230
Vegetación y fauna	70	45	55	40	60	270
Superficie	50	50	50	55	65	270
Agua superficial	50	50	50	45	35	230
Superficie	60	65	45	50	50	270
Geomorfología	40	35	55	50	50	230
Superficie	50	50	45	55	55	255
Vegetación y fauna	50	50	55	45	45	245
Agua superficial	60	60	55	30	40	245
Geomorfología	40	40	45	70	60	255
Agua superficial	50	50	45	55	45	245
Vegetación y fauna	50	50	55	45	55	255
Geomorfología	30	50	55	55	40	230
Vegetación y fauna	70	50	45	45	60	270

MATRÍZ DE CSR

IMPACTOS GENÉRICOS	Aire	Meteorología	Superficie	Agua superficial	Geomorfología	Vegetación y fauna	SUM	CSR	PORCENTAJE
Aire		0.56	0.58	0.62	0.59	0.57	2.39	0.19	100%
Meteorología	0.44		0.46	0.51	0.47	0.46	2.36	0.16	80.14%
Superficie	0.42	0.54		0.54	0.54	0.51	2.67	0.17	87.33%
Agua Superficial	0.38	0.49	0.46		0.49	0.49	2.35	0.15	79.11%
Geomorfología	0.41	0.53	0.46	0.51		0.46	2.46	0.16	81.16%
Vegetación y fauna	0.43	0.54	0.49	0.51	0.54		2.57	0.17	85.96%
							15	1.0	

Al culminar la evaluación de impacto ambiental se llegó a la conclusión que, con respecto al proceso de realización de mezcla asfáltica con relación a volúmenes de los materiales, cuyos resultados son obtenidos por los ensayos de Marshall se determinó que el impacto genérico más relevante es el del aire o atmosfera (100%) derivados por los siguientes impactos ambientales: Producción y derivación de emisiones gaseosas, de CO₂, olores muy fuertes que peligran la salud de los seres vivos, etc.

Es por ello que el aire sería el impacto genérico que más tiende a ser afectado, por lo que se hará una evaluación con respecto a la incorporación de caucho reciclado a las mezclas asfálticas con el propósito de obtener una influencia en relación al impacto ambiental, evaluándose si la propuesta es mejorada o no.

5.2. Diseño de mezcla con inclusión de 1% de caucho y 5.74% de C. A

DISEÑO DE MEZCLA OPTIMA PARA 5.74% DE C.A y 1% DE CAUCHO						
Peso de la muestra=				1209.1		
Cemento				1 m3 de mezcla asfáltica		
Asfáltico (C.A)	1.021	5.74	69.40		0.057	0.059
Caucho 1%		1	12.09		0.010	
Grava chancada	2.642	41.61	503.11		0.416	1.099
Arena combinada	2.598	51.65	624.50		0.517	<u>1.342</u>
Peso de la mezcla		100	1209.10	1.000	2.500	

MATERIALES PARA DISEÑO DE MEZCLA OPTIMA PARA 5.74% DE C.A y 1% DE CAUCHO						
Cemento Asfáltico (C.A)	1.021	5.74	65.02	1 m3 de mezcla asfáltica	0.054	0.055
Caucho 1%	0.774	1	11.33		0.009	0.007
Grava chancada	2.659	41	464.43		0.384	1.021
Arena chancada	1.827	25	283.19		0.234	0.428
Arena Zarandeada	2.158	34	385.14		0.319	0.687
Peso de la mezcla		106.74	1209.10	1.000	2.199	

MATERIALES PARA DISEÑO DE MEZCLA OPTIMA PARA 5.74% DE C.A y 1% DE CAUCHO						
Ancho de calzada=	7.2	M		Longitud=	500	m
Espesor C. A=	0.08	M		Volumen=	288	m3

Cemento				1 m3 de mezcla asfáltica			
Asfáltico (C.A)	1.021	5.74	65.02		0.054	0.055	15.49
Caucho 1%	0.0774	1	11.33		0.009	0.001	2.70
Grava chancada	2.659	41	464.43		0.384	1.021	110.62
Arena chancada	1.827	25	283.19		0.234	0.428	67.45
Arena Zarandeada	2.358	34	385.14	0.319	0.751	91.74	
Peso de la mezcla		106.74	1209.10	1.000	2.256	288.00	

DIAGNÓSTICO FINAL

COMPARACIÓN DE VOLÚMENES DE MEZCLA CONVENCIONAL Y MODIFICADA							
Materiales	Materiales de la mezcla convencional 5.74% C. A		Materiales de la mezcla modificada 1% de caucho y 5.74% C. A		Ahorro de material		IMPACTO
Cemento Asfáltico (C.A)	15.63	m3	15.49	m3	0.15	m3	(+)1
Caucho 1%	0.00	m3	2.70	m3	2.70	m3	(+)2
Grava chancada	111.67	m3	110.62	m3	1.05	m3	(+)3
Arena chancada	68.09	m3	67.45	m3	0.64	m3	(+)4
Arena Zarandeada	92.60	m3	91.74	m3	0.87	m3	(+)5

Finalmente, después del diagnóstico final, se concluye:

(+1) En relación al uso de material como es el Cemento asfáltico, por consecuencia de la inclusión del caucho reciclado existe un ahorro de 0.15m³ en un volumen estimado de 288m³.

(+2) En relación al uso de material como es el Caucho granular reciclado, contribuye con un reciclaje de 2.7m³ en un volumen estimado de 288m³.

(+3) En relación al uso de material como es la grava chancada, por consecuencia de la inclusión del caucho reciclado existe un ahorro de 1.05m³ en un volumen estimado de 288m³.

(+4) En relación al uso de material como es la arena chancada, por consecuencia de la inclusión del caucho reciclado existe un ahorro de 0.64m³ en un volumen estimado de 288m³.

(+5) En relación al uso de material como es la arena zarandeada, por consecuencia de la inclusión del caucho reciclado existe un ahorro de 0.87m³ en un volumen estimado de 288m³.

Por ende, al realizar una comparación se concluye que el empleo de este material como lo es el caucho reciclado contribuye de **manera positiva**, al impacto causado a la atmosfera (aire), el cual es aceptado de manera relevante para ser utilizado en futuras obras viales.

ANEXO 08: VALIDACIÓN DE DATOS

A. ESTABILIDAD (KG)

PRUEBA DE NORMALIDAD

Hipótesis

H0: Los datos de los tratamientos **tienen** comportamiento normal

H1: Los datos de los tratamientos **No** tienen comportamiento normal

Regla de Decisión.

Si $p_valor(sig) > 0.05$, NO se rechaza la hipótesis Nula

Si $p_valor(sig) \leq 0.05$, Se rechaza la hipótesis Nula

Tabla 1. Normalidad para estabilidad en los diferentes tratamientos.

	DISEÑO ASFALTO	Shapiro-Wilk		
		Estadísticos	gl	Sig.
ESTABILIDAD(KG)	PATRÓN	,969	3	,664
	DISEÑO_CAUCHO_0.5%	,818	3	,157
	DISEÑO_CAUCHO_1%	,842	3	,220
	DISEÑO_CAUCHO_1.5%	,995	3	,867
	DISEÑO_CAUCHO_2%	,948	3	,559
	DISEÑO_CAUCHO_2.5%	,864	3	,280
	DISEÑO_CAUCHO_3%	,999	3	,952
	DISEÑO_CAUCHO_3.5%	,992	3	,831

Interpretación.

De acuerdo a la tabla 1. Se muestran los resultados de prueba de normalidad para datos de estabilidad en sus diferentes diseños en la cual sus p_valor (sig)>0.05, esto indica que los datos tienen comportamiento normal. Por tanto, utilizaremos el estadístico paramétrico de Análisis de Varianza (ANOVA) para la contrastación de hipótesis.

PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA ESTABILIDAD (KG).

Hipótesis estadística.

H0: $u_1 = u_2 = u_3 = u_4 = u_5 = u_6 = u_7 = u_8$: las medias de los experimentos son iguales

H1: $u_1 \neq u_2 \neq u_3 \neq u_4 \neq u_5 \neq u_6 \neq u_7 \neq u_8$: al menos una media de un experimento es diferente.

Regla de Decisión.

Si p_valor (sig) >0.05, NO se rechaza la hipótesis Nula

Si p_valor(sig)≤0.05, Se rechaza la hipótesis Nula

Tabla 2. Prueba de Análisis de varianzas para estabilidad.

ANOVA					
ESTABILIDAD(KG)					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1777193,625	7	253884,804	437,544	,00001
Dentro de grupos	9284,000	16	580,250		
Total	1786477,625	23			

Interpretación. De acuerdo a la tabla 2. Se muestran los resultados de prueba de análisis de varianza para estabilidad donde $p_valor (sig) = 0.0001 < 0.05$, esto indica que hay diferencias en los diferentes tratamientos (experimentos), por tanto, afirmamos que hay efecto en los tratamientos.

B. FLUENCIA.

PRUEBA DE NORMALIDAD

Hipótesis

H0: Los datos de los tratamientos **tienen** comportamiento normal

H1: Los datos de los tratamientos **No** tienen comportamiento normal

Regla de Decisión.

Si $p_valor (sig) > 0.05$, NO se rechaza la hipótesis Nula

Si $p_valor (sig) \leq 0.05$, Se rechaza la hipótesis Nula

Tabla 3. Normalidad para fluencia en los diferentes tratamientos

		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.
FLUENCIA	DISEÑO ASFALTO			
	PATRÓN	,750	3	,000
	DISEÑO_CAUCHO_0.5%	,980	3	,726
	DISEÑO_CAUCHO_1%	,750	3	,000
	DSIENÑO_CAUCHO_1.5%	,893	3	,363
	DISEÑO_CAUCHO_2%	1,000	3	1,000
	DISEÑO_CAUCHO_2.5%	,893	3	,363
	DISEÑO_CAUCHO_3%	1,000	3	1,000
	DISEÑO_CAUCHO_3.5%	,923	3	,463

Interpretación.

De acuerdo a la tabla 3. Se muestran los resultado de prueba de normalidad para datos de fluencias en sus diferentes diseños en la cual sus p_valor (sig)>0.05 para diseño caucho al 0.5%, 1.5%, 2%, 2.5, 3% y 3.5%, esto indica que los datos tienen comportamiento normal para los distintos diseños mencionados, en tanto p_valor (sig) = 0.0001 < 0.05 para patrón y diseño caucho al 1%, esto indica que dichos datos no tienen comportamiento normal, por lo expuesto utilizaremos el estadístico NO paramétrico de prueba de Kruskal Wallis para la prueba de hipótesis estadística ya que 2 de los tratamientos no cumple normalidad.

Contrastación de hipótesis para fluencia.

Hipótesis estadística.

H0: $u_1 = u_2 = u_3 = u_4 = u_5 = u_6 = u_7 = u_8$: las medias de los experimentos son iguales

H1: $u_1 \neq u_2 \neq u_3 \neq u_4 \neq u_5 \neq u_6 \neq u_7 \neq u_8$: al menos una media de un experimento es diferente.

Regla de Decisión.

Si p_valor (sig) >0.05, NO se rechaza la hipótesis Nula

Si p_valor(sig) ≤ 0.05, Se rechaza la hipótesis Nula

Tabla 4. Prueba de KRUSKAL-Wallis para Fluencia

Estadísticos de prueba ^{a,b}	
	FLUENCIA
H de Kruskal-Wallis	22,462
gl	7
Sig. asintótica	,002

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: DISEÑO ASFALTO

Interpretación.

De acuerdo a la tabla 4. Se muestran los resultados de prueba de kruskall-wallis para fluencia donde $p_valor (sig) = 0.000 < 0.05$, esto indica que hay diferencias en los diferentes tratamientos (experimentos), por tanto, afirmamos que hay efecto en los tratamientos.

C. % VACIOS EN EL AGREGADO MINERAL

PRUEBA DE NORMALIDAD

Hipótesis

H0: Los datos de los tratamientos **tienen** comportamiento normal

H1: Los datos de los tratamientos **No** tienen comportamiento normal

Regla de Decisión.

Si $p_valor (sig) > 0.05$, NO se rechaza la hipótesis Nula

Si $p_valor (sig) \leq 0.05$, Se rechaza la hipótesis Nula.

Tabla 5 Normalidad para % VACIOS EN EL AGREGADO MINERAL

	DISEÑO ASFALTO	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
% VACIOS EN EL AGREGADO MINERAL	PATRÓN	1,000	3	1,000
	DISEÑO_CAUCHO_0.5%	,942	3	,537
	DISEÑO_CAUCHO_1%	,828	3	,183
	DISEÑO_CAUCHO_1.5%	,983	3	,752
	DISEÑO_CAUCHO_2%	,930	3	,490
	DISEÑO_CAUCHO_2.5%	,956	3	,598
	DISEÑO_CAUCHO_3%	,976	3	,702
	DISEÑO_CAUCHO_3.5%	,930	3	,490

Interpretación.

De acuerdo a la tabla 5. Se muestran los resultados de prueba de normalidad para datos de % Vacíos en agregados minerales en sus diferentes diseños en la cual sus $p_valor (sig) > 0.05$ para diseño caucho al 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5, 3% y 3.5%, esto indica que los datos tienen comportamiento normal para los distintos diseños mencionados, en tanto $p_valor (sig) = 0.0001 < 0.05$.

Contrastación de hipótesis para % VACIOS EN EL AGREGADO MINERAL.

Hipótesis estadística.

$H_0: u_1 = u_2 = u_3 = u_4 = u_5 = u_6 = u_7 = u_8$: las medias de los experimentos son iguales

$H_1: u_1 \neq u_2 \neq u_3 \neq u_4 \neq u_5 \neq u_6 \neq u_7 \neq u_8$: al menos una media de un experimento es diferente.

Regla de Decisión.

Si $p_valor (sig) > 0.05$, NO se rechaza la hipótesis Nula

Si $p_valor (sig) \leq 0.05$, Se rechaza la hipótesis Nula

Tabla 6.

ANOVA

% VACIOS EN EL AGREGADO MINERAL

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	108,195	7	15,456	431,644	,0001
Dentro de grupos	,573	16	,036		
Total	108,768	23			

Interpretación.

De acuerdo a la tabla 6. Se muestran los resultados de prueba de ANOVA para % de vacíos en el agregado mineral donde $p_valor (sig) = 0.000 < 0.05$, esto indica que hay diferencias en los diferentes tratamientos (experimentos), por tanto, afirmamos que hay efecto en los tratamientos.

D. % CON AIRE

PRUEBA DE NORMALIDAD

Hipótesis

H0: Los datos de los tratamientos **tienen** comportamiento normal

H1: Los datos de los tratamientos **No** tienen comportamiento normal

Regla de Decisión.

Si $p_valor (sig) > 0.05$, NO se rechaza la hipótesis Nula

Si $p_valor (sig) \leq 0.05$, Se rechaza la hipótesis Nula

Tabla 7. Normalidad para % CON AIRE en los diferentes tratamientos

	DISEÑO ASFALTO	Shapiro-Wilk		
		Estadísticos	gl	Sig.
% CON AIRE	PATRÓN	1,000	3	1,000
	DISEÑO_CAUCHO_0.5%	,942	3	,537
	DISEÑO_CAUCHO_1%	,815	3	,150
	DISEÑO_CAUCHO_1.5%	,989	3	,799
	DISEÑO_CAUCHO_2%	,926	3	,475
	DISEÑO_CAUCHO_2.5%	,957	3	,603
	DISEÑO_CAUCHO_3%	,750	3	,000
	DISEÑO_CAUCHO_3.5%	,936	3	,510

Interpretación.

De acuerdo a la tabla 3. Se muestran los resultados de prueba de normalidad para datos de frecuencias en sus diferentes diseños en la cual sus $p_valor (sig) > 0.05$ para la muestra patrón, diseño caucho al 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5 y 3.5%, esto indica que los datos tienen comportamiento normal para los distintos diseños mencionados, en tanto $p_valor (sig) = 0.0001 < 0.05$, para diseño caucho al 3%, esto indica que dichos datos no tienen comportamiento normal, por lo expuesto utilizaremos el estadístico NO paramétrico de prueba de Kruskal Wallis para la prueba de hipótesis estadística ya que 2 de los tratamientos no cumplen normalidad.

Contrastación de hipótesis para % CON AIRE

Hipótesis estadística.

H0: $u_1 = u_2 = u_3 = u_4 = u_5 = u_6 = u_7 = u_8$: las medias de los experimentos son iguales

H1: $u_1 \neq u_2 \neq u_3 \neq u_4 \neq u_5 \neq u_6 \neq u_7 \neq u_8$: al menos una media de un experimento es diferente.

Regla de Decisión.

Si $p_valor (sig) > 0.05$, **NO** se rechaza la hipótesis Nula

Si $p_valor (sig) \leq 0.05$, Se rechaza la hipótesis Nula

Tabla 8.

Estadísticos de prueba ^{a,b}	
	% CON AIRE
H de Kruskal-Wallis	22,583
gl	7
Sig. asintótica	,002

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: DISEÑO ASFALTO

Interpretación.

De acuerdo a la tabla 8. Se muestran los resultados de prueba de kruskall-wallis para % con aire donde $p_valor (sig) = 0.002 < 0.05$, esto indica que hay diferencias en los diferentes tratamientos (experimentos), por tanto, afirmamos que hay efecto en los tratamientos.

E. % LLENADOS CON C.A

PRUEBA DE NORMALIDAD

Hipótesis

H0: Los datos de los tratamientos **tienen** comportamiento normal

H1: Los datos de los tratamientos **No** tienen comportamiento normal

Regla de Decisión.

Si $p_valor (sig) > 0.05$, NO se rechaza la hipótesis Nula

Si $p_valor (sig) \leq 0.05$, Se rechaza la hipótesis Nula

Tabla 9. Normalidad para % LLENADOS CON C.A en los diferentes tratamientos.

	DISEÑO ASFALTO	Shapiro-Wilk		
		Estadísticos	gl	Sig.
% LLENADOS CON C. A	PATRÓN	1,000	3	,993
	DISEÑO_CAUCHO_0.5%	,964	3	,637
	DISEÑO_CAUCHO_1%	,824	3	,174
	DSIENÑO_CAUCHO_1.5%	,985	3	,763
	DISEÑO_CAUCHO_2%	,931	3	,492
	DISEÑO_CAUCHO_2.5%	,953	3	,582
	DISEÑO_CAUCHO_3%	,980	3	,726
	DISEÑO_CAUCHO_3.5%	,933	3	,500

Interpretación.

De acuerdo a la tabla 9. Se muestran los resultados de prueba de normalidad para datos de % Vacíos en agregados minerales en sus diferentes diseños en la cual sus $p_valor (sig) > 0.05$ para diseño caucho al 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5, 3% y 3.5%, esto indica que los datos tienen comportamiento normal para los distintos diseños mencionados, en tanto $p_valor (sig) = 0.0001 < 0.05$.

1. Contrastación de hipótesis para % LLENADOS CON C.A

Hipótesis estadística.

$H_0: u_1 = u_2 = u_3 = u_4 = u_5 = u_6 = u_7 = u_8$: las medias de los experimentos son iguales

$H_1: u_1 \neq u_2 \neq u_3 \neq u_4 \neq u_5 \neq u_6 \neq u_7 \neq u_8$: al menos una media de un experimento es diferente.

Regla de Decisión.

Si $p_valor (sig) > 0.05$, NO se rechaza la hipótesis Nula

Si $p_valor (sig) \leq 0.05$, Se rechaza la hipótesis Nula

Tabla 10.

ANOVA

% LLENADOS CON C.A

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2954,401	7	422,057	647,096	,000
Dentro de grupos	10,436	16	,652		
Total	2964,837	23			

Interpretación.

De acuerdo a la tabla 10. Se muestran los resultados de prueba de ANOVA para % de llenados con C.A donde $p_valor (sig) = 0.000 < 0.05$, esto indica que hay diferencias en los diferentes tratamientos (experimentos), por tanto, afirmamos que hay efecto en los tratamientos.

ANEXO 09: PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 01: Entrada a planta trituradora



Fuente: Elaboración propia.

Figura 02: Protocolo de seguridad.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 03: Explicación con encargado de puerta principal.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 04: Traslado del material



Fuente: Elaboración propia.

Figura 05: Resultado del caucho triturado



Fuente: Elaboración propia.

Figura 06: Cantera de donde se sustrajo el material para ensayo Marshall.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 07: Ensayo Marshall.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 08: Ensayo Marshal, muestra 01.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 09: Ensayo Marshal, muestra 02.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10: Ensayo de compactación.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 11: Ensayo de compactación.



Fuente: Elaboración propia.