



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCION**

**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO DE TITULACIÓN**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERIA
CIVIL**

TEMA

**DISEÑO DE PROTOTIPO UTILIZANDO CAUCHO GRANULADO
COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA ESTRUCTURAS DE
PAVIMENTOS EN VIAS DE MANABI SAN VICENTE**

TUTOR

Mgtr. LUIS DAVID AVILA OÑATE

AUTORES

VERONICA LILIBETH PALADINES UNUZUNGO

JORGE LUIS ZAVALA DEL ROSARIO

GUAYAQUIL

2024

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Diseño De Prototipo Utilizando Caucho Granulado Como Material Alternativo Para Estructuras De Pavimentos En Vías De Manabí San Vicente

AUTOR/ES:

Verónica Lilibeth Paladines
Unuzungo
Jorge Luis Zavala Del Rosario

TUTOR:

Mgtr. Luis David Avila Oñate

INSTITUCIÓN:

**Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil**

Grado obtenido:

Ingeniero Civil

FACULTAD:

Ingeniería, Industria Y
Construcción

CARRERA:

Ingeniería Civil

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2024

N. DE PÁGS:

114

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE: Mezcla asfáltica, Caucho Granulado, Diseño vial, Durabilidad, resistencia.

RESUMEN:

En la provincia de Manabí, específicamente en San Vicente, las vías enfrentan desafíos significativos relacionados con la durabilidad y resistencia de las mezclas asfálticas tradicionales, lo que resulta en un incremento de los costos de diseño y mantenimiento vial. Factores como la presencia de baches, la acción abrasiva de la arena salina y los tramos sin pavimentar son comunes en esta región, deteriorando rápidamente la infraestructura vial. Ante esta problemática, surge la necesidad de explorar alternativas en los materiales utilizados en la construcción de carreteras, con el objetivo de optimizar las mezclas asfálticas y mejorar su rendimiento a largo plazo.

Una solución propuesta es la incorporación de materiales alternativos, como el caucho granulado proveniente de neumáticos reciclados, en la mezcla asfáltica. Esta innovación no solo busca mejorar la resistencia y durabilidad del asfalto, sino que también ofrece beneficios económicos y ambientales. Al reutilizar materiales que de otro modo serían desechados, se reduce la necesidad de materias primas costosas y se promueve el reciclaje, contribuyendo a la sostenibilidad del proyecto.

Además, la implementación de estas mezclas asfálticas alternativas podría extender la vida útil de las carreteras, disminuyendo los costos asociados al mantenimiento y permitiendo el desarrollo de vías en áreas con menor presupuesto. Esto resultaría en un impacto positivo tanto para los habitantes de San Vicente como para el mercado local, al fomentar una infraestructura vial más resistente y económica. En resumen, el uso de materiales alternativos en la construcción de carreteras no solo ofrece una solución técnica, sino que también aporta beneficios significativos en términos de sostenibilidad y economía.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Zavala Del Rosario Jorge Luis Paladines Unuzungo Lilibeth Verónica	Teléfono: 0995348529 0991968661	E-mail: jzavalad@ulvr.edu.ec vpaladinesu@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Ph.D Marcial Calero Amores Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec Ing. Jorge Torres Rodríguez Teléfono: (04) 2596500 Ext. 242 E-mail: etorresr@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Plagio Zavala Y Paladines 10B.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

6% INDICE DE SIMILITUD	6% FUENTES DE INTERNET	0% PUBLICACIONES	3% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	www.guayaquil.gob.ec Fuente de Internet	1%
2	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	1%
3	1library.co Fuente de Internet	1%
4	revistas.ucrac.cr Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uni.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	http://65.173.59.50/documentos/ET.pdf2003031781722 Fuente de Internet	1%
7	www.fcme.com.ec Fuente de Internet	1%
8	docs.seace.gob.pe Fuente de Internet	1%
9	Submitted to University of the Andes Trabajo del estudiante	1%

10	www.cepa.gob.sv Fuente de Internet	1%
-----------	--	-----------

Excluir citas Apagado Excluir coincidencias < 1%
Excluir bibliografía Apagado

Firma: 

Luis David Ávila Oñate

C.C. 0926304676

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados Jorge Luis Zavala Del Rosario y Verónica Lilibeth Paladines Unuzungo declaramos bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, Diseño De Prototipo Utilizando Caucho Granulado Como Material Alternativo Para Estructuras De Pavimentos En Vías De Manabí San Vicente, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

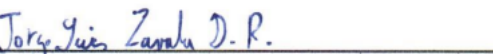
De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor(es)

Firma: 

VERONICA LILIBETH PALADINES UNUZUNGO

0958423287

Firma: 

JORGE LUIS ZAVALA DEL ROSARIO

0924171689

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación Diseño De Prototipo Utilizando Caucho Granulado Como Material Alternativo Para Estructuras De Pavimentos En Vías De Manabí San Vicente, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria Y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: Diseño De Prototipo Utilizando Caucho Granulado Como Material Alternativo Para Estructuras De Pavimentos En Vías De Manabí San Vicente, presentado por los estudiantes JORGE LUIS ZAVALA DEL ROSARIO Y VERONICA LILIBETH PALADINES UNUZUNGO como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



Luis David Ávila Oñate

C.C. 0926304676

AGRADECIMIENTO

Primero, quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis padres, quienes siempre me han brindado su apoyo incondicional, permitiéndome alcanzar mis objetivos personales y académicos. Su cariño ha sido el motor que me ha impulsado a perseguir mis metas y no abandonarlas frente a las adversidades. Además, su respaldo material y económico me ha permitido concentrarme plenamente en mis estudios, por lo cual estaré eternamente agradecido.

Verónica Lilibeth Paladines Unuzungo

En primera quiero agradecer a mi familia por estar allí, darme su apoyo y no dejarme rendir antes las adversidades. Agradezco a la universidad por los conocimientos impartidos, los compañeros y amigos que se ganan en el camino. También a mi hermano de corazón Eduardo Leonel Guadamud Velez quien ya no está con nosotros, pero me dejó siempre sus enseñanzas de que siga adelante y que me atreviera más a la vida.

Jorge Luis Zavala Del Rosario

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres y a mi hijo Dereck.

A mis padres, por su comprensión y apoyo en los momentos difíciles. Ellos me han enseñado a enfrentar las adversidades con humildad, y me han dado todo lo que soy como persona: mis valores, principios, perseverancia y empeño, siempre acompañados de una gran dosis de amor y sin esperar nada a cambio. A mi padre, por su paciencia, comprensión, fuerza, amor, y por ser exactamente como es... porque lo quiero. Él es quien más directamente ha sufrido las consecuencias del esfuerzo realizado, y quien realmente me ha ayudado a encontrar el equilibrio necesario para dar lo mejor de mí. Nunca podré estar lo suficientemente agradecido.

A mi hijo Dereck, cuyo nacimiento coincidió con el final de esta tesis. Él es lo mejor que me ha pasado y ha llegado a este mundo para darme el último impulso necesario para culminar este trabajo. Es, sin duda, mi referencia para el presente y el futuro. A todos ellos, muchas gracias de todo corazón.

Verónica Lilibeth Paladines Unuzungo

Se lo dedico a mis padres con los que siempre puedo contar, que para ellos esta titulación sería un triunfo ante el fracaso, también a mis familiares que me dieron su apoyo para seguir adelante y alcanzar a este logro, al igual que mi hermano de corazón que este logro es dedicado especialmente para el debido a que este tesis y titulación no es solo mía, es de los dos.

Jorge Luis Zavala Del Rosario

RESUMEN:

En la provincia de Manabí, específicamente en San Vicente, las vías enfrentan desafíos significativos relacionados con la durabilidad y resistencia de las mezclas asfálticas tradicionales, lo que resulta en un incremento de los costos de diseño y mantenimiento vial. Factores como la presencia de baches, la acción abrasiva de la arena salina y los tramos sin pavimentar son comunes en esta región, deteriorando rápidamente la infraestructura vial. Ante esta problemática, surge la necesidad de explorar alternativas en los materiales utilizados en la construcción de carreteras, con el objetivo de optimizar las mezclas asfálticas y mejorar su rendimiento a largo plazo.

Una solución propuesta es la incorporación de materiales alternativos, como el caucho granulado proveniente de neumáticos reciclados, en la mezcla asfáltica. Esta innovación no solo busca mejorar la resistencia y durabilidad del asfalto, sino que también ofrece beneficios económicos y ambientales. Al reutilizar materiales que de otro modo serían desechados, se reduce la necesidad de materias primas costosas y se promueve el reciclaje, contribuyendo a la sostenibilidad del proyecto.

Además, la implementación de estas mezclas asfálticas alternativas podría extender la vida útil de las carreteras, disminuyendo los costos asociados al mantenimiento y permitiendo el desarrollo de vías en áreas con menor presupuesto. Esto resultaría en un impacto positivo tanto para los habitantes de San Vicente como para el mercado local, al fomentar una infraestructura vial más resistente y económica. En resumen, el uso de materiales alternativos en la construcción de carreteras no solo ofrece una solución técnica, sino que también aporta beneficios significativos en términos de sostenibilidad y economía.

PALABRAS CLAVE: Mezcla asfáltica, Caucho Granulado, Diseño vial, Durabilidad, resistencia

ABSTRACT

In the province of Manabí, specifically in San Vicente, roads face significant challenges related to the durability and resistance of traditional asphalt mixtures, resulting in an increase in road design and maintenance costs. Factors such as the presence of potholes, the abrasive action of saline sand and unpaved sections are common in this region, rapidly deteriorating road infrastructure. Given this problem, the need arises to explore alternatives in the materials used in road construction, with the aim of optimizing asphalt mixtures and improving their long-term performance.

One proposed solution is the incorporation of alternative materials, such as crumb rubber from recycled tires, into the asphalt mix. This innovation not only seeks to improve the resistance and durability of asphalt, but also offers economic and environmental benefits. By reusing materials that would otherwise be discarded, the need for expensive raw materials is reduced and recycling is promoted, contributing to the sustainability of the project.

Furthermore, the implementation of these alternative asphalt mixtures could extend the useful life of roads, reducing costs associated with maintenance and allowing the development of roads in areas with a lower budget. This would result in a positive impact for both the residents of Saint Vincent and the local market, by promoting a more resilient and economical road infrastructure. In summary, the use of alternative materials in road construction not only offers a technical solution, but also brings significant benefits in terms of sustainability and economy.

(Palabras Claves - Keywords de TESAURO – UNESCO)

(Asphalt mixture, Granulated Rubber, Road design, Durability, resistance.)

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
ENFOQUE DE LA PROPUESTA	2
1.1 Tema:	2
1.2 Planteamiento Del Problema:.....	2
1.3 Formulación Del Problema.....	3
1.4 Objetivo General	3
CAPÍTULO II	4
MARCO REFERENCIAL.....	4
2.1.1 Antecedentes	4
2.1.2 Internacionales.....	4
2.1.3 Nacional	7
2.1.4 Mezcla Asfáltica	9
2.1.4.1 Tipos de Mezcla Asfáltica	9
2.1.4.2 Propiedades consideradas en el diseño de mezclas asfálticas.....	9
2.1.4.3 Tipos de Asfaltos.....	11
2.1.5 Comportamiento mecánico.....	11
2.1.6 Método Marshall.....	12
2.1.7 Modulo de resiliencia.....	13
2.1.8 Proceso Seco	15
2.1.9 Proceso Húmedo.....	15
2.1.10 Proceso en Húmedo – Alta Viscosidad	15
2.1.10.1 Proceso en Húmedo – Sin Agitación.....	16
2.1.11 Agregados para Mezcla en Planta	17
2.1.11.1 Parámetros volumétricos.....	18

2.1.12 Asfalto y sus exigencias	18
2.1.13 Parámetros resistencias y pruebas	18
2.1.13.1 Perdurabilidad y movimiento Marshall	18
2.1.14 Proceso de Trituración de Llantas Usadas para su Reciclaje	19
2.1.15 Usos Tras el Reciclado	20
2.1.16 Mezcla Asfáltica en Caliente Modificada con Polvo de Caucho	20
2.1.16.1 Contenido de asfalto optimo	20
2.1.17 Grano de caucho reciclado.....	21
2.1.17.1 Composición de los neumáticos.....	21
2.1.18 Consideraciones para la confección de briquetas con caucho.....	21
2.1.19 Adherencia de los Agregados	22
2.1.20 Vitalidad al envejecimiento.....	22
2.1.21 Granulometría combinada.....	23
2.1.22 Distribución de mezcla	24
2.1.23 RAP (Reclaimed Asphalt Pavement).....	24
CAPÍTULO III	26
MARCO METODOLÓGICO	26
3.1 Enfoque de la investigación: (cuantitativo, cualitativo o mixto).....	26
3.2 Alcance de la investigación: (Exploratorio, descriptivo o correlacional)	26
3.3 Técnica e Instrumentos Para Obtener Los Datos.....	26
3.3.1 Investigación Aplicada.....	27
3.3.2 Investigación De Laboratorio.....	27
3.3.3 Investigación Experimental	27
3.4 Población y muestra.....	27
3.5 Entrevistas	32
CAPÍTULO IV.....	36
PROPUESTA O INFORME	36

4.1 Generalidades	36
4.2 Presentación y análisis de resultados	36
4.2.1 Estudio granulométrico.....	36
4.2.2 Análisis De Trafico En San Vicente.....	41
4.2.3 Identificación de dificultades de circulación de la zona	45
4.2.4 CBR De Diseño	46
4.2.5 Ensayos De Asfalto Con Caucho Granulado.....	48
4.2.6 Calculo de Módulo Resiliente Del Terreno Natural.....	50
4.2.7 Capa de mejoramiento	50
4.2.8 Datos Para El Diseño Con Caucho Granulado Reciclado	51
4.2.9 Calculo Del Número Estructural	51
4.2.10 Parámetros para el cálculo de espesor de capas de la estructura de pavimento	52
4.2.11 Diseño de estructura del pavimento, con carpeta de rodadura de GCR asfáltico – flexible	53
4.2.12 Material de mejoramiento seleccionado	54
4.2.12.1 Material granular clasificado para área de vías.....	54
4.2.12.2 Arena fina para estabilización	55
4.2.13 Base Clase 1	55
4.2.14 Capa rodadura hormigón asfáltico mezclado en planta	55
4.2.15 Granulometría de los agregados de la mezcla (requisitos)	56
4.2.16 Requisitos para la mezcla asfáltica	56
4.2.16.1 Agregado mineral grueso	57
4.2.16.2 Agregado mineral fino	57
4.2.16.3 Relleno mineral	57
4.2.17 Temperatura de la mezcla.....	58
4.2.18 Cemento Asfáltico	58
4.2.19 Modulo Resiliente.....	58

4.2.20 Drenaje para el pavimento	58
4.2.21 Comparativa entre asfaltos con caucho y convencional.....	58
4.3 Propuesta	62
4.4 Resultados	62
4.5 Análisis De Precio Unitarios	64
CONCLUSIONES.....	78
RECOMENDACIONES	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Líneas de Investigación FIIC	3
Tabla 2. Requisitos de Graduación	17
Tabla 3. Clasificación del asfalto por viscosidad	18
Tabla 4. Resultados peso seco y húmedo	38
Tabla 5. Resultados del ensayo	38
Tabla 6. Ensayo Humedad Natural	39
Tabla 7. Ensayo De Granulometría Material Fino J6.....	39
Tabla 8. Ensayo De Granulometría Material Fino M2	40
Tabla 9. Ensayo De Granulometría Material Fino J2.....	40
Tabla 10. Resultados De Los Ensayos	41
Tabla 11. Análisis De Trafico En San Vicente.....	43
Tabla 12. Trafico horario en días observados en la semana, hacia San Vicente	44
Tabla 13. Porcentaje De Trafico Diario En La Hora Pico De San Vicente.....	45
Tabla 14. Trafico Promedio Diario Anual.....	45
Tabla 15. CBR De Diseño	46
Tabla 16. Ensayos De Asfalto Con Caucho Granulado.....	48

Tabla 17. Parámetros De Cada Capa Del Pavimento Flexible.....	52
Tabla 18. Espesores Mínimos de concreto asfáltico y base granular.....	54
Tabla 19. Material granular clasificado para área de vías	54
Tabla 20. Arena Fina Para Estabilización	55
Tabla 21. Granulometría de los agregados de la mezcla.....	56
Tabla 22. Metodo Marshall.....	56
Tabla 23. Relleno Mineral	57
Tabla 24. Rubros de Trazado y Replanteo.....	66
Tabla 25. Desbroce y Limpieza Con Máquina.....	67
Tabla 26. Excavación Sin Clasificar	68
Tabla 27. Desalojo De Material Hasta 10 KM	69
Tabla 28. Base Clase 1	70
Tabla 29. Sub-Base Clase 1	71
Tabla 30. Tendido y Compactación Del Material De Préstamo Local	72
Tabla 31. Material De Préstamo Importado.....	73
Tabla 32. Transporte De Material Importado, Base Clase 1 Y Sub-Base Clase 1 A 16 KM.....	74
Tabla 33. Imprimación Asfáltica	75
Tabla 34. Capa De Rodadura /H. Asfáltico/ Mezcla/Planta E= 7.5 CM (INC. Imprimación/Transporte Hasta 30KM).....	76
Tabla 35. Marcas Con Pintura Sobre Pavim.E=2.3MM. (15) CM De Color Amarilla Y Blanca	77

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Modulo Resiliente.....	14
Figura 2. Curva Granulométrica	23
Figura 3. Anexo de la Zona de San Vicente.....	28
Figura 4. Anexo de la zona de San Vicente	28
Figura 5. Anexo de la Zona de San Vicente.....	28
Figura 6. Anexos de la Zona De San Vicente	29
Figura 7. Anexos de la zona de San Vicente	29
Figura 8. Anexos de la zona San Vicente	30
Figura 9. Anexos de la zona San Vicente	30
Figura 10. Anexos de la zona San Vicente	31
Fig. 11 Anexos de la zona San Vicente.....	31
Figura 11. Materiales usados en el ensayo.....	37
Figura 12. Anexos de ensayos de laboratorio	37
Figura 13. Tamizado en laboratorio.....	38
Figura 14. Imagen Satelital De la zona	41
Figura 15. Composición del Trafico.....	42
Figura 16. Gráfico del Trafico Semanal Observado	43
Figura 17. Perfil Horario De Trafico en San Vicente.....	44
Figura 18. Medición de las calles	46
Figura 19. CBR De Diseño.....	47
Figura 20. CBR De Diseño.....	47
Figura 21. Ensayo en briquetas	49
Figura 22. Diseño de CBR	51
Figura 23. Datos Del Diseño en Dipav	51
Figura 24. Cálculo Del Número Estructural	51

Figura 26. Diseño de estructura del pavimento en Dipav.....	53
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Pesaje de las taras.....	86
Anexo 2. Pesaje de las taras.....	87
Anexo 3. Pesaje de las taras.....	88
Anexo 4. Cálculos	89
Anexo 5. Ficha de estudio granulométrico	90
Anexo 6. Entrevista a los moradores.....	91
Anexo 7. Entrevista a los moradores.....	92
Anexo 8. Entrevista de los moradores.....	93
Anexo 9. Entrevista a los moradores.....	94
Anexo 10. Cálculos en Dipav	95
Anexo 11. Cálculos en Dipav	96
Anexo 12. Cálculos en Dipav	97

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Manabí, específicamente en la localidad de San Vicente, las carreteras enfrentan desafíos recurrentes debido a la durabilidad limitada y la baja resistencia de las mezclas asfálticas tradicionales. Estos problemas se ven exacerbados por condiciones locales, como la abrasión causada por la arena salina y la presencia de baches, lo que genera altos costos de mantenimiento y afecta negativamente la infraestructura vial. Ante esta situación, se hace urgente explorar nuevas alternativas que permitan mejorar la calidad de las vías y reducir los costos asociados.

Una solución innovadora es el uso de materiales alternativos, como el caucho granulado proveniente de neumáticos reciclados, en la mezcla asfáltica. Esta propuesta no solo busca optimizar la resistencia y durabilidad del asfalto, sino también aprovechar recursos reciclables, promoviendo la sostenibilidad ambiental y económica. La implementación de estas mezclas asfálticas alternativas tiene el potencial de extender la vida útil de las carreteras, disminuir los costos de mantenimiento y facilitar la construcción de vías en áreas con menor presupuesto, generando un impacto positivo en el desarrollo regional y en la calidad de vida de los habitantes de San Vicente.

Este proyecto plantea una estrategia integral que no solo aborda los desafíos técnicos de la infraestructura vial, sino que también contribuye a la economía circular, brindando soluciones viables y sostenibles para mejorar el estado de las carreteras en Manabí.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

1.1 Tema:

“DISEÑO DE PROTOTIPO UTILIZANDO CAUCHO GRANULADO COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS EN VIAS DE MANABI SAN VICENTE”

1.2 Planteamiento del Problema:

En la provincia de Manabí, específicamente en el sector de "San Vicente", las vías enfrentan constantes desafíos relacionados con la durabilidad y resistencia de las mezclas asfálticas utilizadas, como método tradicional de la infraestructura vial.

Surge la necesidad de explorar alternativas en los materiales para reducción en el incremento en los costos de diseño y el mantenimiento de vías se ha prestado especial atención a estos aspectos críticos en la concepción de este proyecto. En las carreteras de Manabí, es común enfrentarse a problemas como baches, daños por la emisión arena salina lo que afecta el asfalto y tramos sin pavimentar. Es por ello, que se propone la implementación de un asfalto que empleando materiales alternativos.

Por lo cual la implementación de materiales alternativos a la mezcla para optimización de esta como reutilización de dichos materiales alternativos, dando un aporte fundamental a lo mencionado anteriormente generando un impacto económico en el mercado y en su uso para vías de menor presupuesto, teniendo como resultado una ampliación en el desarrollo de vías y mantenimiento.

Por lo tanto, extenderá la vida útil del asfalto, reduciendo así el costo de mantenimiento de las carreteras, ayudando así a los pobladores de San Vicente al promover el reciclaje a nivel nacional, generando beneficios económicos y ambientales, brindando así la oportunidad de diseñar carreteras a un precio más bajo costo. Los costos, los beneficios son mayores.

Se sugiere colocar datos estadísticos para fundamentar el problema y abordar dónde está ocurriendo el problema en tiempo y espacio, explicar por qué y para qué se hace el estudio, puntualizando su importancia.

1.3 Formulación del Problema

¿De qué manera la aplicación del prototipo de asfalto con caucho granulado reciclado generara un impacto ambiental y económico a la población de Manabí (San Vicente)?

1.4 Objetivo General

Realizar un diseño de pavimento en base al prototipo y análisis económicos sobre el uso de caucho granulado como material alternativo óptimo a utilizar para la mezcla asfáltica para vías de Manabí San Vicente.

1.5 Objetivos Específicos

- Realizar un diseño de pavimento en base al prototipo de caucho granulado reciclado
- Realizar un análisis económico en base costos para construcción y mantenimiento
- Identificar los principales desafíos en el pavimento de las carreteras de Manabí, específicamente en el área de "San Vicente".

1.6 Hipótesis

El uso de caucho granulado reciclado como material alternativo en la mezcla asfáltica para pavimentar las vías de San Vicente, Manabí, reducirá los costos de mantenimiento y mejorará la durabilidad y resistencia del pavimento, cumpliendo con los estándares de calidad establecidos en las normativas de construcción.

1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.

Tabla 1. Líneas de Investigación FIIC

Campo de Conocimiento	Línea de Investigación	Sub-Línea de Investigación
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.	Materiales de construcción.

Fuente: Universidad Laica Vicente Rocafuerte, (2023)

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Marco Teórico:

2.1.1 Antecedentes

A continuación, se presentan diferentes investigaciones desde el campo internacional y nacional relacionadas al tema de diseño asfáltico aplicando el caucho de llantas recicladas para el uso en vías de Manabí "San Vicente"

2.1.2 Internacionales

Avalos (2017), realizó la investigación la Influencia de la incorporación de porcentajes de caucho de llanta reciclado sobre los parámetros Marshall en las mezclas asfálticas en caliente en Trujillo a través de su estudio describe e Influye en la incorporación de porcentajes de caucho de llanta reciclado sobre los parámetros Marshall en las mezclas asfálticas en caliente con el objetivo de mejorar sus propiedades de las mezclas asfálticas, para que de tal manera se logre aumentar la vida útil. La metodología utilizada en esta investigación es un diseño investigativo y experimental. Lo resultados obtenidos para las mezclas asfálticas en caliente, se obtuvo un diseño de agregados de piedra chancada 3/4" (40%), arena chancada 3/8" (40%) y arena zarandeada 3/8" (20%) cumpliendo con la gradación tipo MAC-2, la cual fue diseñada para una granulometría densa. Con respecto al cemento asfáltico PEN 60-70, se estableció que el contenido óptimo de asfalto es de 5.8%, además se verificó que dicho material cumple con todos los requerimientos exigidos por el Manual de Carreteras del MTC.

Aplicación al Proyecto

Aporta una búsqueda de nuevos métodos que aporten al proyecto, la aplicación asfáltica en caliente en caucho resulta perjudicial debido que en parte resulta ser complicado la aplicación de ese método ya que quema las moléculas.

De igual manera Luz (2021), realizó la investigación de Uso del caucho granulado en mezclas asfálticas a través de su estudio describe el caucho granulado (CR) en el diseño de mezclas asfálticas, proporcionan propiedades

fundamentales en ello, como la durabilidad y la resistencia. La metodología utilizada en esta investigación es un diseño investigativo. Los resultados obtenidos se demuestran que en la actualidad se está usando el caucho granulado (CR) en el diseño de mezclas asfálticas, lo que aporta diferentes beneficios a la mezcla, tales como: resistencia a la tracción indirecta, a la susceptibilidad, a la humedad, a la formación de surcos, a la permeabilidad y al envejecimiento; aumenta la vida útil de las mezclas a la fatiga y disminuye el ruido.

Aplicación al Proyecto

Es un método que puede ser tomado en cuenta en nuestro diseño asfáltico seco o húmedo y la utilización de caucho granulado es otra alternativa para la aplicación en asfalto, aportándole durabilidad y resistencia.

Briceño (2017), realizó la investigación influencia de la incorporación de partículas de caucho reciclado como agregados en el diseño de mezcla asfáltica a través de su estudio. Describe consistió en un desarrollo de actividades experimentales en donde inicialmente se diseñará una dosificación analítica de materiales por medio de un tanteo indicado por la norma MTC, para luego elaborar una serie de muestras conocidas como briquetas, preparadas en caliente a temperaturas entre los 140° y 170° C. La metodología utilizada en esta investigación es un diseño investigativo y aplicativo. Los resultados obtenidos se pudo verificar que el GCR puede funcionar como agregado de las mezclas asfálticas, pero con porcentajes igual o menores al 1.5% del total de la mezcla, teniendo en cuenta que a medida que se incorpora GCR disminuyen los valores de estabilidad y aumenta su flujo.

Aplicación del proyecto

Es interesante ya que aportaría a nuestro proyecto con otro punto de vista de cómo la incorporación de partículas de caucho trituradas para el diseño asfáltico y como su aporte en resistencia y durabilidad.

De igual manera Maguiña (2019), realizó la investigación Caucho reciclado de llantas en la mezcla de Asfalto a Compresión para mejorar las Propiedades Mecánicas a través de su estudio describe la mezcla asfáltica con la incorporación del grano de caucho reciclado, para obtener los resultados de esta investigación se ha usado el método de Marshall vía húmeda, el objetivo

principal es obtener el porcentaje de incorporación del grano de caucho reciclado, a la mezcla asfáltica y comparar los resultados de una mezcla asfáltica convencional.

Aplicación del proyecto

Es un artículo que aporta como su comportamiento del asfalto y el caucho trabajado a compresión aplicando el método Marshall bajo vía húmeda.

De igual manera Claros (2017), realizó la investigación Implementación del grano de caucho reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá a través de su estudio describe la adición de GCR para la modificación de las mezclas asfálticas, se traduce en una gran cantidad de beneficios, debido a las investigaciones que se han avanzado en los últimos años, han demostrado que este tipo de modificaciones son más durables con respecto a las convencionales, económicas a largo plazo pues se disminuyen los mantenimientos y aumenta su durabilidad. La metodología utilizada en esta investigación es un diseño investigativo. Los resultados obtenidos se demuestran que la implementación del GCR en los pavimentos es una alternativa para solucionar problemas de tipo mecánico en los pavimentos y mitigar impactos ambientales que genera el mal manejo de las llantas deshechas.

Aplicación del proyecto

Aportaría a nuestro proyecto dándonos un nuevo planteamiento de como el GCR en la mezcla asfáltica puede garantizar un pavimento sostenible implementando un método innovador que contribuya al mantenimiento vial.

De igual manera Ipanaque (2023), realizó la investigación Uso de caucho de llantas recicladas en mezclas asfálticas en caliente como adición del cemento asfáltico a través de su estudio describe las propiedades de los asfaltos en caliente que son influenciadas por el caucho de llantas recicladas adecuadas al ámbito nacional (Normas), y su impacto en el desarrollo ingenieril del país. Las adiciones son 5%, 10% y 15%, están incluidas en proporción del peso de cemento asfáltico (CA) de la mezcla. Se usará un método de mezclado llamado, Vía Húmeda la cual corresponde a la combinación del cemento asfáltico y el caucho de llantas recicladas en caliente logrando una emulsión

que logre satisfacer las exigencias de tránsito del Perú. La metodología utilizada en esta investigación es de tipo experimental con soporte técnico, teórico y científico. Los resultados obtenidos podemos determinar que el óptimo de adición para el caucho bordea proporciones mínimas para elevar o mejorar las propiedades del asfalto convencional.

Aplicación al Proyecto

Nos aportaría otra alternativa a tomar en cuenta, la adición del cemento asfáltico y como su impacto se adecuado para la norma de construcción.

2.1.3 Nacional

Onofre (2023), realizaron la investigación Caucho granulado y su influencia en la estabilidad, flujo y vacío de una mezcla asfáltica a través de su estudio describe la experimentación con mezcla asfáltica y caucho reciclado fue motivada por la necesidad de generar un pavimento flexible resistente y duradero que mitigue el estrés urbano generado por la disminución de los niveles de servicio e incidencia de las lluvias en la durabilidad de las vías urbanas. La metodología utilizada en esta investigación es una investigación de tipo experimental con soporte técnico, teórico y científico. Los resultados obtenidos revela que, con la adición de uno por ciento de caucho reciclado, la mezcla presenta mejor estabilidad que la tradicional. Por otro lado, en cuanto a los parámetros flujo y vacío se distingue el no cumplimiento de rangos normados; sin embargo, el porcentaje de vacíos que se obtiene en la mezcla no tradicional atribuye características porosas que motivan a distinguirla con propiedades impermeabilizantes, mismas que son relevantes considerando la requerida durabilidad de los pavimentos flexibles urbanos.

Aplicación al Proyecto

Es punto por tomar en cuenta y gran aporte a nuestro proyecto ya que lo que en general se busca un aporte disminuyendo la contaminación y gastos en mantenimiento de asfalto.

De igual manera Gavica (2023), realizaron la investigación Análisis experimental de una mezcla asfáltica con adición de caucho de llanta reciclada. a través de su estudio describe el comportamiento físico y mecánico que llega a tener la mezcla asfáltica con diversos porcentajes de caucho de llanta

reciclada que es reemplazado por el agregado fino (arena) a la mezcla en su preparación y así poder hacer la comparación con la mezcla asfáltica tradicional. La metodología utilizada en esta investigación es una investigación de tipo experimental con soporte técnico, teórico y científico. Los resultados obtenidos. Luego de cada análisis se logró hacer la comparación de la estabilidad, del porcentaje de vacíos y el flujo.

Aplicación al Proyecto

Es gran artículo debido que es una comparación de los asfaltos y su funcionalidad, dando así un aporte al proyecto definiendo que beneficios obtendríamos al aplicar dicho caucho al asfalto.

La implantación de dichos asfaltos con agregados alternativos en la construcción ha avanzado en los últimos años dando así un aporte generacional al diseño vial, dando como respuesta positiva a condiciones adversas que se prolonga en el día a día en los proyectos de construcción dando así una opción al encontrar un óptimo desempeño que ayude a prolongar su duración a través de los años.

El objetivo de modificar es obtener rasgos geológicos inalcanzables con las técnicas de refinación convencionales. Una manera de hacerlo es incorporando polímeros, como los cauchos, que pueden ser fabricados especialmente o recuperados de piezas en desuso, como los neumáticos. Estos tienen estructuras complejas y estables y se han utilizado durante años en países desarrollados, con diversos procesos de pretratamiento y molienda. La elección del método de utilización depende de la competitividad entre la técnica de reciclado y el rendimiento final del producto. Los primeros estudios en los años cincuenta involucraron la adición de caucho natural para aprovechar su flexibilidad y lograr una superficie de pavimento eficiente y duradera. Sin embargo, no fue hasta los años sesenta que se encontró una formulación satisfactoria mediante estudios con caucho sintético.

Las materias primas principales en la fabricación de llantas incluyen cauchos naturales (o látex) y sintéticos como SBS y SBR, además de acero, textiles y aditivos como negro de humo, aceites, óxido de zinc activado con cadmio, dióxido de titanio, sulfuro, sílica, resinas fenólicas y ácidos grasos. La

quemada directa de llantas desechadas causa graves problemas ambientales debido a las emisiones de gases con partículas nocivas. Su almacenamiento también presenta problemas de estabilidad debido a la degradación química parcial, ocupan mucho espacio e impiden la compactación en vertederos. Además, las acumulaciones de llantas pueden convertirse en focos de proliferación de roedores, insectos y otros animales dañinos.

2.1.4 Mezcla Asfáltica

La mezcla asfáltica se puede definir como una combinación de agregados minerales, aglomerados mediante un ligante asfáltico y mezclados de tal manera que los agregados pétreos queden cubiertos por una película uniforme de asfalto. Las proporciones relativas de estos materiales determinan las propiedades físicas de la mezcla y, eventualmente, el comportamiento funcional de la misma como pavimento (Cepeda, 2002).

Aunque el asfalto es sólido o semisólido, se licua fácilmente cuando se calienta en condiciones normales de temperatura ambiente. El asfalto se considera como un cemento bituminoso, debido al hecho de que está constituido por hidrocarburos (Papacostas, 1993).

2.1.4.1 Tipos de Mezcla Asfáltica

Existen diversas clasificaciones de mezclas asfálticas que se basan en diferentes parámetros considerados. Por ejemplo, según el tipo de agregado utilizado en la preparación de la mezcla, se pueden distinguir entre masilla asfáltica, mortero asfáltico, grava y hormigón asfálticos. Además, si se toma en cuenta la temperatura, se pueden clasificar en mezclas frías y calientes, mientras que, si se considera el porcentaje de huecos de aire, pueden ser densas, semidensas, abiertas o porosas, dependiendo de si contienen menos del 6%, del 6% al 12%, del 12% al 18%, o más del 20% de vacíos. Si se considera la curva granulométrica, se clasifican en mezclas asfálticas continuas o mezclas discontinuas (Cepeda, 2002).

2.1.4.2 Propiedades consideradas en el diseño de mezclas asfálticas

El proceso de diseño de una mezcla asfáltica implica principalmente la elección precisa del tipo y tamaño de partícula de los agregados empleados, así como la determinación del tipo y cantidad de asfalto necesario, con el fin de alcanzar las

propiedades y características particulares deseadas de la mezcla, de acuerdo con las necesidades específicas del proyecto.

La selección apropiada de los materiales (con la calidad suficiente) que constituirán la mezcla y de sus proporciones correctas, requiere el conocimiento de las propiedades más significativas de las mezclas, y de su influencia en el comportamiento del pavimento (Cepeda, 2002).

Las mezclas asfálticas deben poseer las siguientes propiedades fundamentales:

Durabilidad: Las propiedades de la mezcla deben asegurar que el pavimento resista la degradación causada por el sobre explotación vial en base al peso no calculado y la degradación por el factor climático. El asfalto su capa superficial es particularmente vulnerable a diversos factores y elementos, lo que provoca pérdida de propiedades aglutinantes, oxidación, endurecimiento y envejecimiento.

Solidez: Esta propiedad es la suficiencia de la mezcla para soportar la magnitud del tráfico careciendo de deformaciones, y se condiciona de la uniformidad y rozamiento interno de la mezcla. El rozamiento interno proporcionada por medio de la piedra y se condiciona mediante el tamaño de dichos agregados y la fracturación de su superficie, las mezclas con elementos más voluminoso y superficies rugosas tienen mayor estabilidad. La cohesión, o fuerza de unión de la mezcla, está determinada por la idoneidad del asfalto para mantener unidas las partículas de árido y varía inversamente con la temperatura. La estabilidad amplifica el volumen del asfalto hasta generar un punto óptimo, más allá del cual el efecto lubricante disminuye la estabilidad, provocando roderas y deformaciones.

Flexibilidad: La idoneidad de dicha mezcla para acondicionarse a los asentamientos e imperfecciones de las cimentaciones y subcapas sin agrietarse que se generan en el pavimento.

Resistencia y fatiga: La capacidad del pavimento asfáltico para soportar cargas de tráfico repetidas.

Impermeabilidad: Su condición para obtener una mezcla competente es contar con impermeabilidad evitando que los líquidos retenidos penetren las capas inferiores y reduzca su capacidad portante.

Resistencia al escurrimiento: El pavimento debe proporcionar una entereza al deslizamiento, fundamentalmente en condiciones de humedad.

Trabajabilidad: La mezcla debe ser fácil de colocar y compactar.

2.1.4.3 Tipos de Asfaltos

Asfaltos Oxidados: Estos betunes han pasado por un proceso de deshidrogenación seguido de polimerización. A altas temperaturas, se hace circular aire a través de ellos para mejorar sus propiedades y adecuarlos para aplicaciones más especializadas.

Asfaltos Sólidos: La penetración de estos betunes a temperatura ambiente es inferior a 10°C. Además de ser adhesivos e impermeables, son flexibles, duraderos y altamente resistentes a la mayoría de los elementos que genere alteraciones al betún.

Asfaltos Acuosa: son mayormente conocidos como betunes reducidos o diluidos, son materiales bituminosos de consistencia blanda o líquida, por lo que no se someten a las pruebas de penetración habituales, con un límite máximo de 300.

Asfalto de Curado Rápido: Cuando el disolvente es del tipo queroseno o gasolina, se obtiene un betún reducido de curado rápido, designado por las letras RC (Rapid Cure) seguidas de un número que indica la viscosidad cinemática en centistokes.

Asfalto de Curado Medio: Si el disolvente es petróleo, se indica con las letras MC (Medium Cure), seguidas de un número que señala el grado de viscosidad cinemática, medida en centistokes.

Asfalto de Curado Lento: Su disolvente o diluyente es un aceite ligero de baja volatilidad, designado por las letras SC (Slow Cure), seguidas de un número que indica el grado de viscosidad cinemática, medida en centistokes.

Aceite para Carreteras: Es un fragmento pesado del carburante, generalmente es parte de los niveles del betún acuoso de conservado lento.

2.1.5 Comportamiento mecánico

Se pueden analizar prototipos de mezclas preparadas de ensayos laboratorista con el determinar su productividad potencial en su aplicación en diseño vial. La observación se centra en rasgos de la mezcla y el efecto a generar en el proceder de dicha mezcla. Estas se describen en cuatro rasgos que son:

Compacidad: La compacidad de una composición consistente se define por medio de su carga por unidad de masa. Es una propiedad crucial, ya que el revestimiento final debe tener una alta densidad para garantizar un rendimiento a largo plazo.

Cavidad de aire: Las cavidades que se generan son diminutos espacios de aire situados en medio de las composiciones recubiertas en dicho compuesto finalmente compactado. Aquellas combinaciones densamente clasificadas corresponden tener una fracción elemental de vacíos permitiendo un espesor adicional durante las condiciones de tránsito proporcionando espacios para la entrada de pavimento dando así consistencia adicional. La proporción de cavidad de aire aprobado (por medio de pruebas laboratoristas) mediante imprimaciones o mediante acabados suelen estar entre el 5% al 3%, dependiendo especificaciones del diseño.

Cavidades en el compuesto pétreo: Son cavidades de aire que se encuentran entre las moléculas compuesta en una mezcla de pavimento espesa, incluidas las áreas llenas y compuesta de pavimento. Las cavidades en el compuesto pétreo interpretan el espacio que puede adaptar la magnitud efectiva del pavimento (todo aquel pavimento con menor porción pérdida debido a la absorción de agregados) y la magnitud cóncava requerida en la composición. Cuan superior sea el VAM, mayor dimensión permanece utilizable en el tejido asfáltico.

Capacidad del pavimento: La proporción del betún en la composición es muy sustancial y se debe precisar mediante ensayos de laboratorio y posteriormente controlarse rigurosamente en el predio. La capacidad de betún en la composición se determina en función de los métodos definidos por los criterios seleccionados para el diseño. La capacidad optima de betún en la composición depende en gran magnitud a los rasgos de los elementos, como el tamaño de molécula y la capacidad de absorción.

2.1.6 Método Marshall

El estudio de diseño de mezcla asfáltica fue propuesto por ingeniero de pavimento Bruce Marshall en Misisipi, EE. UU. Este método se desarrolló a partir de un estudio iniciado en 1943 por el Ejecito del cuerpo de ingenieros EE. UU. Con el fin diseñar y controlar las pistas de las terminales de vuelo durante los hechos de la

Segunda Guerra Mundial. El ejército optó por el método Marshall en parte porque utiliza equipos fáciles de usar, portátiles y rápidamente implementables en el sitio.

La intención del criterio es concluir la dosificación óptima de betún para una mezcla de elementos. Por lo cual, se realizan ensayos mecánicos que consisten en pulverizar probetas cilíndricas de 102 milímetros x 63,5 milímetros, que se calientan a 60 °C y se trituran en una prensa Marshall mediante una carga rígida aplicada por medio de mordazas periféricas y una tasa de alteraciones persistente de 50,8 milímetros/minutos con el fin de determinar su estabilidad y deformación. Este método permite determinar la densidad óptima y el contenido de huecos necesario para el diseño de un pavimento.

Este estudio asegura que las proporciones dimensionales de los elementos del compuesto se mantenga en el rango adecuado para producir un compuesto asfáltico en caliente duradera. Otra virtud de dicho método es debido a que el equipo necesario es económico y también fácil de usar, lo que hace beneficioso y lo hace adecuado para el control de calidad en ubicaciones remotas.

Tradicionalmente, el método Marshall se utiliza para aplicaciones de mezcla asfáltica en caliente, donde dicho asfalto se clasifica por inserción o glutinosidad y contiene compuestos con un tamaño máximo de 25 milímetros (1 in o menor). Este criterio implica series de ensayos en prototipos estandarizados por 64 milímetros de grosor y 102 milímetros de grosor.

Se preparan varios ensayos utilizando procedimientos específicos para templar, agitar y espesar el compuesto de elementos asfálticos, dando así una misma composición de elementos, pero con diversos agregados asfálticos. Dos referencias muy importantes para el diseño del compuesto para el ensayo del método Marshall son:

- Estudio de correlación de concavidad-consistente
- Ensayo de consistencia-circulatorio de compuestos espesos

2.1.7 Modulo de resiliencia

Es la magnitud de amplitud de un elemento para acumular o asimilar energía exenta transigir deformaciones permanentes. Su determinación es mediante ensayos de cargas triaxiales repetidas y es crucial este parámetro en el diseño y análisis de

asfalto flexible. Sus valores permiten pronosticar la solución mecánica del asfalto, incluyendo tensiones, imperfección y deformación.

Se determina mediante un ensayo de respuesta dinámica basado en la deformación recuperable bajo cargas repetidas y se define como Huang (2004)

donde:

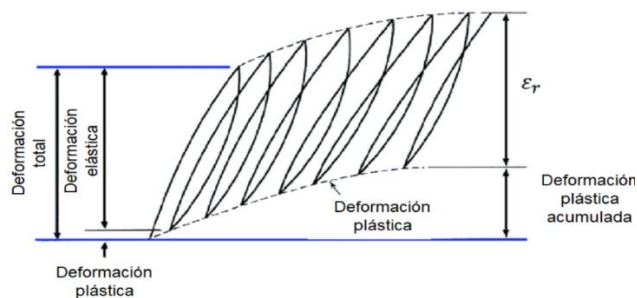
MR= módulo resiliente

σ_d = esfuerzo desviador

ϵ_r = deformación unitaria recuperable (resiliente)

Cuando un material se somete a un ensayo de carga repetida, al comienzo de la ejecución de carga, se da una deformación permanente y al mismo tiempo una deformación recuperable, conforme aumenta el número de repeticiones carga, la deformación plástica va disminuyendo y la deformación pasa a ser prácticamente toda recuperable (Huang, 2004).

Figura 1. Modulo Resiliente



Fuente: Huang (2004)

A continuación, se visualiza la deformación total de un ensayo de módulo de resiliencia y como su deformación plástica elástica el ensayo

Los módulos de elasticidad en materiales granulares viscosos se prueban utilizando cargas triaxiales repetidas que simulan los estados de tensión que el material experimenta debido al tráfico vehicular. La prueba consiste en aplicar pulsos de voltaje Haval de amplitud fija a una muestra cilíndrica (típicamente de 102 milímetros de diámetro y 203 milímetros de altura), con una duración del pulso de 100 ms y un ciclo de descanso de 900ms. Durante las pruebas, la muestra se somete a cargas dinámicas cíclicas y tensiones de confinamiento, las cuales son aplicadas estáticamente por una cámara de presión triaxial. La respuesta total de la deformación axial resiliente (recuperable) de la muestra se mide y se utiliza para calcular el módulo resiliente, según la norma de ensayo (AASHTO T 307 AASHTO, 2019).

Dado que dicho equipo es necesario para esta prueba es costoso, no todos los laboratorios de materiales tradicionales la realizan. Por esta razón, muchos diseñadores de pavimentos prefieren utilizar correlaciones o nomogramas para estimar el módulo de elasticidad.

2.1.8 Proceso Seco

Este proceso implica usar en seco la combinación del caucho reciclado (CR) directamente en el agregado precedentemente de adicionar un aglutinante en la mezcladora, utilizando el CR para formar parte del adherido en el pavimento asfáltico, generalmente como agregado fino, en una proporción del 1% al 3% del peso del material. En lugar de ser parte del aglutinante asfáltico, el CR se utiliza para formar un sustituto de una proporción del 1% al 3% añadido en el compuesto de pavimento de concreto asfáltico, actuando a modo de relleno de caucho en la mezcla de recubrimiento.

Dado que el CR se mezcla directamente con el agregado, no se requiere equipo de mezcla especial para este proceso. El proceso seco mejora las propiedades mecánicas del pavimento, haciéndolo más resistente al agrietamiento y la imperfección constante, dando un incremento en la adhesión del aglutinante y entre el árido.

En Estados Unidos, las dos técnicas más comunes para el uso en seco son la técnica CRLL y la técnica general. Otro método muy popular utiliza el tamaño de partículas convencional, desarrollado en España y actualmente en uso y desarrollo en muchos países.

2.1.9 Proceso Húmedo

El método originalmente fue ingeniado por Charles McDonald, este procedimiento conduce a una serie de beneficios que son básicamente todo relacionado con el aumento de elasticidad y viscosidad del asfalto a altas temperaturas que permite un mayor espesor de película en pavimento de mezclas sin drenaje excesivo o sangrado (Lo Presti, 2013).

2.1.10 Proceso en Húmedo – Alta Viscosidad

Coexisten dos métodos para modificar el caucho en las mezclas de cemento asfáltico: el método acuoso y el método árido. Los procesos húmedos pueden generar

diversos tipos de adhesivos modificados con caucho reciclado de llantas (CRM), desde aquellos de alta viscosidad (mezclados in situ) hasta aquellos sin mezcla (mezclas finales).

En el método húmedo, es esencial mezclar completamente el CRM en caliente el cemento asfáltico y mantener el compuesto resultante a una temperatura elevada durante un tiempo mínimo determinado para fomentar la interacción entre el CRM y el asfalto.

Este método es más comúnmente utilizado en California, Arizona, Florida y Texas, y típicamente implica un contenido de caucho granulado que oscila entre el 18% y el 22%.

2.1.10.1 Proceso en Húmedo – Sin Agitación

Una modalidad del proceso húmedo implica la mezcla del caucho reciclado (normalmente de tamaño menor a #30) en una refinera de almacenamiento y distribución en caliente de cemento asfáltico, y posteriormente se desplaza a una fábrica mezcladora de mezcla asfáltica caliente para su uso.

Este método suele contener entre un 5% y un 15% de caucho granulado, con un tamaño de partícula que varía entre #40 y #80 en el tamaño máximo de la malla. En los procesos húmedos, el caucho reciclado se añade al asfalto, y los porcentajes más comunes oscilan entre el 20% y el 14% en la carga total del compuesto caucho-pavimento, con un volumen de partícula aconsejado es de malla #60.

Para obtener los resultados deseados en la mezcla asfalto-caucho, el proceso húmedo requiere considerar varios factores críticos, el volumen, consistencia y cantidad de caucho reciclado, la categoría del cemento asfáltico, vida útil y la temperatura de este, así como la posible utilización de otros aditivos. Este proceso húmedo mejora las propiedades mecánicas contra el ahuellamiento.

Entre las tecnologías usadas en el proceso húmedo están: el mezclado por bacheadas o tecnología McDonald, mezclado continuo, y mezclado terminal. Universidad de los Andes - Instituto de Desarrollo Urbano (2005).

2.1.11 Agregados para Mezcla en Planta

Ecuador se rigen bajos las normativas MOP-001, F-2002 donde se usa para capas de rodadura se utiliza el porcentaje de tamices (12.7mm.).

Los áridos comprenden una variedad de materiales como grava, piedra triturada, piedra natural, arena y otras partículas que cumplen con los requisitos de clasificación mencionados en la Tabla 1. Estos materiales se categorizan en calidades "A", "B" y "C", las cuales se determinan de acuerdo con los criterios siguientes:

Tabla 2. Requisitos de Graduación

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	¾"	½"	3/8"	Nº4
1" (25.4 mm.)	100	--	--	--
¾" (19.0 mm.)	90 - 100	100	--	--
½" (12.7 mm.)	--	90 - 100	100	--
3/8" (9.50 mm.)	56 - 80	--	90 - 100	100
Nº 4 (4.75 mm.)	35 - 65	44 - 74	55 - 85	80 - 100
Nº 8 (2.36 mm.)	23 - 49	28 - 58	32 - 67	65 - 100
Nº 16 (1.18 mm.)	--	--	--	40 - 80
Nº 30 (0.60 mm.)	--	--	--	25 - 65
Nº 50 (0.30 mm.)	5 - 19	5 - 21	7 - 23	7 - 40
Nº 100 (0.15 mm.)	--	--	--	3 - 20
Nº 200 (0.075 mm.)	2 - 8	2 - 10	2 - 10	2 - 10

Fuente: Ministerio de Obras Publicas (2002)

Los agregados prototipo A son aquellas con la función de que todas las partículas que conforman a árido espeso obteniendo mediante pulverización. El árido fino puede ser arena natural o agregado de piedra triturada, y en caso necesario, se puede agregar material mineral para efectuar con los requisitos establecidos en la tabla 1.

Los agregados prototipo B son aquellos que al menos el 50% de las moléculas que conforman el árido espeso se obtienen mediante pulverización. Tanto los compuestos finos como pétreo suelen ser triturados o extraídos de recipiente nativos, dependiendo de su disponibilidad en el área del proyecto.

Los agregados prototipo C son aquellos derivados de sedimentos naturales o triturados, según la disponibilidad en la zona, mientras que siempre sea confirmada la consistencia proporcionada mediante ensayos Marshall y se encuentren entre los límites especificados.

La selección de la curva granulométrica que será empleada en el diseño de una mezcla asfáltica depende del tamaño máximo nominal del agregado (Alarcón et al, 2004).

2.1.11.1 Parámetros volumétricos

Dicho lo anterior en ministerio de transporte y obras públicas para estimar el proceder del compuesto del pavimento para ello se debe inspeccionar de primera mano las dimensiones volumétricas del compuesto asfáltico.

2.1.12 Asfalto y sus exigencias

En Ecuador el control de calidad del cemento asfáltico se rige por la normativa del Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización.

Tabla 3. Clasificación del asfalto por viscosidad

Ensayo	Unidad	AC-2.5		AC-5		AC-10		AC-20		AC-40		Norma de ensayo
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	
Viscosidad absoluta a 60 °C	Pa s ⁽⁴⁾	25 ± 5		50 ± 10		100 ± 20		200 ± 40		400 ± 80		ASTMD2171
Viscosidad cinemática a 135 °C	mm ² s ⁻¹⁽⁵⁾	80	--	110	--	150	--	210	--	300	--	ASTMD2170
Penetración a 25°C, 100 g, 5 s	dmm	200	--	120	--	70	--	40	--	20	--	NTE INEN917
Punto de inflamación	°C	163	--	177	--	219	--	232	--	232	--	NTE INEN808
w Solubilidad en tricloroetileno	%	99,0	--	99,0	--	99,0	--	99,0	--	99,0	--	NTE INEN915
Pruebas realizadas al residuo del ensayo de película delgada al horno												ASTMD1754
Viscosidad absoluta a 60°C	Pa s ⁽⁴⁾	--	125	--	250	--	500	--	1 000	--	2 000	ASTMD2171
Ductilidad a 25°C, 5 cm/min	cm	100 ⁽⁶⁾	--	100	--	50	--	20	--	10	--	NTE INEN916

⁽⁴⁾ 1 Pa s(Pascal segundo) = 10 P (Poise).

⁽⁵⁾ Ver NTE INEN 53

⁽⁶⁾ Si la ductilidad es menor a 100, el material debe ser aceptado, solo si la ductilidad a 15,5 °C es mínimo 100 a una velocidad de tiro de 5cm/min.

Fuente: Instituto Ecuatoriano De Normalización (2024)

Dicha normativa especifica la calidad que debe conservar el cemento asfáltico y viscosidad que debe mantener o conservar para mantener una optimizada en la mezcla.

2.1.13 Parámetros resistencias y pruebas

2.1.13.1 Perdurabilidad y movimiento Marshall

El ensayo de perdurabilidad y flujo se efectúa para tasar los valores de adherencia y rozamiento del compuesto asfáltico. Dicha estabilidad del ensayo de un prototipo es el aguante máximo en newton de un tipo muestra desarrollada a 60°C cuando dicho ensayo esté finalizado. Por otro lado, el valor de flujo es la deformación o variación del diámetro, en unidades de 0.25 mm (1/100") que ocurre en la briqueta entre la carga cero y la carga máxima de ruptura durante la prueba de estabilidad (Asphalt Institute, 2014).

Navarro (2013), dice que la estabilidad “Es la capacidad de una mezcla asfáltica compactada para resistir las cargas impuestas por el tránsito vehicular sin que se produzcan deformaciones permanentes”.

2.1.14 Proceso de Trituración de Llantas Usadas para su Reciclaje

Este proceso implica el uso de una trituradora para dividir el caucho de diversos elementos del neumático, tanto como acero y textiles, y luego triturarlo hasta convertirlo en partículas utilizables que pueden emplearse en la fabricación de nuevos productos.

La trituración mecánica es un proceso exclusivamente mecánico, que no involucra el uso de reactivos químicos ni la aplicación de calor adicional. Consiste en pasar el neumático por una serie de cortes sucesivos hasta reducir su volumen a un tamaño de salida muy pequeño, el cual dependerá del uso previsto del producto.

Por otro lado, la trituración criogénica requiere una instalación compleja y costosa, lo que la hace menos provechoso desde un punto de vista asequible. Además, la conservación de las maquinarias y en el desarrollo resulta complicado. La calidad del producto final es baja, y existen dificultades prácticas y económicas para limpiar y dividir los minerales del caucho, así como de los materiales textiles presentes en el neumático. Por estas razones, este sistema no se considera recomendable.

Existen diferentes técnicas de trituración, siendo las más comunes:

- Trituración mecánica: realizada a temperatura ambiente.
- Trituración criogénica: llevada a cabo a bajas temperaturas.

Estas técnicas se emplean en plantas de reciclaje especializadas, y la elección del método depende del costo y de la capacidad para garantizar que las partículas de caucho reciclado estén libres de acero, fibras y otras impurezas. El método de trituración afecta la forma, textura, granulometría y el contenido residual de contaminantes metálicos y textiles de las partículas de caucho, lo que a su vez influye en su interacción con el asfalto.

Las partículas obtenidas por trituración mecánica tienen formas y texturas irregulares y reaccionan rápidamente con el asfalto. En cambio, la trituración criogénica produce partículas con formas ovaladas y superficies planas, lo que disminuye la velocidad de reacción con el asfalto.

2.1.15 Usos Tras el Reciclado

Una aplicación muy interesante del caucho granulado es su incorporación en las capas asfálticas durante la construcción de carreteras, lo que disminuye la necesidad de extraer materiales minerales de las canteras. Las carreteras que utilizan este tipo de asfalto suelen presentar un mejor rendimiento y mayor seguridad.

Los neumáticos usados pueden aprovecharse como aglutinante o relleno (cemento asfáltico alterado con caucho) para el asfalto. En función del sistema utilizado, se estima que entre 1.000 y 7.000 kilómetros de neumáticos usados pueden reciclarse en una carretera de dos carriles. Estas cifras tan significativas hacen que el reciclaje de asfalto sea una de las soluciones más efectivas para la gestión de neumáticos usados.

2.1.16 Mezcla Asfáltica en Caliente Modificada con Polvo de Caucho

Se trata de una mezcla que comprende un aglutinante de hidrocarburos, un relleno que incluye polvo mineral, el caucho procedente de ruedas en desuso (NFU) y aditivos finales diseñados para recubrir todas las partículas de relleno con una película adhesiva uniforme.

La maduración o digestión es un proceso mediante el cual el caucho difunde desde la superficie de las partículas hacia su interior. Por lo tanto, cuan mayor sea el polvo de caucho fino, será menor la proporción del compuesto asfáltico, y a mayor temperatura, mayor será la velocidad de digestión. Durante la producción e instalación, la mezcla se mantiene a altas temperaturas y durante un período de tiempo prolongado.

2.1.16.1 Contenido de asfalto optimo

El volumen óptimo para dicha mezcla asfáltica mediante ensayos debe ser instaurados y luego verificado en obras. Para establecer dicho proceso deben ser fabricados 3 bloques de 5 tipos clases de pavimentos, donde cada uno de los porcentajes diferentes pertenecen a grupos de dicho asfalto. Por lo general en dichos grupos se debe obtener el porcentaje de parámetros volumétricos tales como: proporción de vacíos en el compuesto, proporción de vacíos en adherido, proporción de vacíos saturados en pavimentos, densidad relativa total de la mezcla y Característica de aguante como consistencia y circulación.

2.1.17 Grano de caucho reciclado

El empleo de gránulos de caucho reciclado o mezclas asfálticas modificadas con polvo puede incrementar la resistencia del pavimento y extender los periodos entre mantenimientos, lo que a su vez disminuye los gastos del proyecto.

2.1.17.1 Composición de los neumáticos

Los neumáticos están compuestos por más de doscientos elementos, siendo el caucho el componente más significativo, representando aproximadamente la mitad de su peso. Este caucho puede ser de tipo sintético o natural. El caucho sintético contribuye a mejorar la estabilidad térmica del neumático, mientras que el caucho natural mejora su flexibilidad.

El caucho natural se obtiene de un líquido blanco con consistencia lechosa, que puede extraerse de ciertas plantas como el árbol de la resina, conocido como savia. Por otro lado, el caucho sintético se produce mediante procesos químicos como la polimerización de ciertos hidrocarburos insaturados.

Ambos tipos de caucho son elastómeros poliméricos, lo que significa que poseen propiedades mecánicas que les permiten experimentar una mayor deformación elástica bajo tensión en comparación con otros materiales, pudiendo retornar a su estado original sin deformaciones permanentes.

2.1.18 Consideraciones para la confección de briquetas con caucho

Los tiempos y las temperaturas de mezcla fueron determinados basándose en la experiencia internacional, específicamente en la española. Una vez se haya calculado la cantidad de agregados y el contenido de gránulos de caucho reciclado (GCR), se pueden establecer las siguientes pautas para la elaboración del compuesto:

Agregados: Deben ser calentados en una bandeja en el horno a 160°C durante 2 horas.

Asfalto: Debe ser calentado en el horno a 155°C. En comparación con el procedimiento anterior en el que se calentaba el asfalto sin caucho a 150°C, la temperatura ha sido aumentada en 5°C.

Las temperaturas de calentamiento tanto de los agregados individuales como del asfalto se incrementaron antes de la mezcla debido a que el GCR no fue

precalentado, sino incorporado a temperatura ambiente. Una vez los materiales alcancen las temperaturas y tiempos de calentamiento especificados, los agregados deben ser mezclados con el asfalto en una bandeja de quemador eléctrico y luego incorporarse al GCR hasta que todos los agregados y partículas de caucho estén completamente recubiertos de asfalto.

Posteriormente, el compuesto tiene que ser introducido en el fogón a 150°C durante 1 hora y 30 minutos para garantizar una correcta digestión. No obstante, estos tiempos y temperaturas específicos pueden ser ajustados para optimizar la digestión.

Posteriormente, la mezcla debe ser vertida en moldes precalentados, prestando especial atención a la temperatura de compresión, que debe rondar los 140°C.

2.1.19 Adherencia de los Agregados

Es la extensión del pavimento para adherirse al compuesto de una mezcla asfáltica y a la magnitud de los esfuerzos imperiosos para descomponer los enlaces entre el aglomerante y la masilla asfáltica. Para que dicha condición ocurra debe elaborarse una correlación entre las partículas de ambos elementos.

Dicho lo anterior esta anomalía se puede determinar de diversas maneras prácticas mediante ensayos tal como el ensayo de tensiones en la fibra inferior de la capa asfáltica y con inmersión acuosa con la finalidad de evaluar un porcentaje de aguante a la tracción retenida.

2.1.20 Vitalidad al envejecimiento

La decadencia es dada a varios factores y reacciones químicas por lo general es producida por las altas temperaturas y O₂, lo que genera que el pavimento tienda a transfigurarse a un material sólido y pérdida de adherencia en el asfalto. El asfalto a lo largo de su vida útil puede experimentar dos tipos de envejecimiento (Navarro, 2013):

Decadencia primaria: este proceso se origina durante la fabricación del compuesto hasta su proceso de compactación debido a temperaturas altas que el elemento puede experimentar en el proceso. Por consiguiente, genera evaporación en los elementos livianos que constituyen al asfalto.

Decadencia Secundaria: este caso se da durante la vida útil del pavimento. Es posible que las fisuras reflejadas en la superficie de los pavimentos flexibles,

especialmente en las zonas del paso de las cargas, puedan tener como una de las causas al envejecimiento del asfalto (Universidad Politécnica de Cataluña, 2004).

También se puede calcular el envejecimiento de una mezcla asfáltica por medio de estos factores:

Características Fisicoquímica: es el método que analiza las propiedades del punto de ablandamiento y la viscosidad del pavimento es afectado antes y después de la oxidación del compuesto.

Intersecas alterable: es lo que comprenden las características, agregados, contenido, el espesor y vacíos del asfalto.

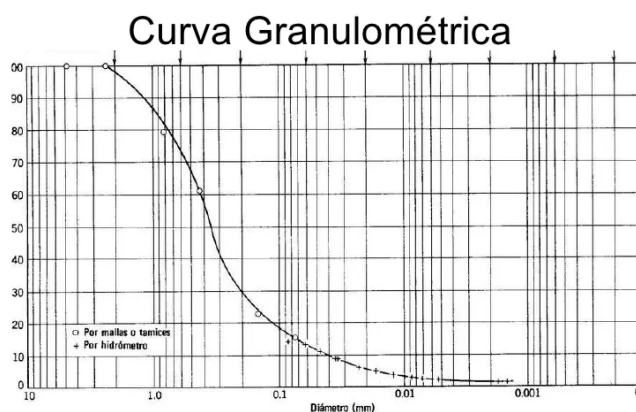
Extrínsecas alterable: es el proceso de envejecimiento a corto plazo y envejecimiento a largo plazo relacionado a los factores adversos debido a las condiciones ambientales.

Comportamiento de envejecimiento: la combinación de estos mecanismos afecta el envejecimiento que son la volatilización, oxidación y endurecimiento estérico dando así menor durabilidad y resistencia del compuesto.

2.1.21 Granulometría combinada

Es el repartimiento de los tamaños de partículas en un compuesto de adherido fino y grueso. Para tanteear se debe emplear filtros que retiran los átomos según su volumen.

Figura 2. Curva Granulométrica



Fuente: Wikipedia (s.f)

2.1.22 Distribución de mezcla

Es la combinación entre uno o más compuestos en distribuciones o porcentajes de medidas, con el fin de determinar la cantidad de cada elemento a utilizar en la combinación de la mezcla. En cuanto el alcance óptimo para los porcentajes de cada elemento usados en la composición de una mezcla no existe valor o porcentaje específico, sino el cálculo estimado considerando el tamaño de la molécula, el tipo de elemento y espesura del producto.

2.1.23 RAP (Reclaimed Asphalt Pavement)

Es conocida también como el asfalto reciclado utilizado como elemento en construcción vial. Este material se obtiene mediante la trituración del pavimento asfáltico, el fresado o excesos de producción.

Este material nos permite obtener beneficios reduciendo el impacto ambiental y residuos restantes aprovechando el pavimento antiguo. Además, sus beneficios en la extracción y transportación del material no son necesario evitando los costos de dichas acciones.

Su uso reduce en obras viales la intervención debido a que mejora la calidad, sostenibilidad y eficiencia reutilizando el pavimento triturado.

2.2 Marco Legal:

Norma Técnica Ecuatoriana 2680:2013, (INEN, 2013) esta norma establece los requisitos y métodos de ensayo permitidos para realizar mezclas asfalto- caucho, aplicable para la industria de la construcción.

Norma Técnica Ecuatoriana 2515:2011, (INEN, 2011) esta norma establece los requerimientos para la conformación de la mezcla.

Norma Técnica Ecuatoriana 0154:1987, (INEN, 1987) Esta norma establece las dimensiones nominales de las aberturas de las mallas de alambre y de las placas perforadas que se usan en los tamices de ensayo.

Norma Técnica Ecuatoriana 2061:1987, (INEN, 1987) Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los asfaltos diluidos obtenidos de la mezcla de productos derivados de la refinación del petróleo.

ASTM D 1559-89, (Test Method for Resistance of Plastic Flow of Bituminous Mixtures Using Marshall Apparatus), Diseño de Mezclas Método Marshall.

ASTM D2041-11, (Standard Test Method for Theoretical Maximum Specific Gravity and Density of Bituminous Paving Mixtures) o Clasificación de Suelos y Agregados para la construcción de vías.

ASTM D1188-07, (Standard Test Method for Bulk Specific Gravity and Density of Compacted Bituminous Mixtures Using Coated Samples) o (AASHTO T 275) Sirve para determinar valores de densidad bulk, que son utilizados en muchos métodos de selección de proporciones para mezclas de agregados

ASTM D6648-08, (Standard Test Method for Determining the Flexural Creep Stiffness of Asphalt Binder Using the Bending Beam Rheometer), Sirve para el análisis de la respuesta del pavimento ante la carga de tráfico.

AASHTO T 307-99, (Determining the resilient modulus of soils and aggregate materials); (2003), Determinación del módulo resiliente de suelos y materiales agregados.

AASHTO T-96 (2006), DESGASTE DE LOS ANGELES NORMAS ASTM C – 131
AASHTO T96

AASHTO T-104 (1999), (Standard Method of Test for Soundness of Aggregate by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate)

AASHTO TP-101 (2012), (Standard Method of Test for Estimating Fatigue Resistance of Asphalt Binders Using the Linear Amplitude Sweep)

AASHTO M-20 (1970), (Standard Specification for Penetration-Graded Asphalt Cement)

ASTM D4123-82 (1995), (Standard Test Method for Indirect Tension Test for Resilient Modulus of Bituminous Mixtures)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la investigación: (cuantitativo, cualitativo o mixto)

El proyecto propone una metodología mixta que combina enfoques cualitativos y cuantitativos. Se busca analizar los potenciales beneficios que se pueden obtener al cumplir con los estándares normativos, considerando tanto el impacto ambiental como el económico en el diseño vial.

3.2 Alcance de la investigación: (Exploratorio, descriptivo o correlacional)

El objetivo de la investigación es de naturaleza exploratoria y descriptiva, con el propósito de recopilar información mediante métodos visuales, investigativos y descriptivos, con el fin de determinar la viabilidad ambiental de aplicar normativas relacionadas con el uso de caucho reciclado en la fabricación de asfalto. Se busca verificar si el asfalto elaborado con caucho reciclado de neumáticos presenta la misma resistencia que el asfalto convencional.

Además, se busca demostrar que el uso de asfalto con caucho de neumáticos reciclados representa una alternativa eficaz para reducir los costos de mantenimiento futuro de las carreteras. Una vez completado el diseño de la investigación, se llevaron a cabo diversos tipos de pruebas con cada material para el diseño del asfalto, manteniendo las características óptimas del diseño, y posteriormente se realizaron las comparaciones correspondientes entre los resultados obtenidos.

3.3 Técnica e Instrumentos Para Obtener Los Datos

Para llevar a cabo la investigación, se utilizarán diversas técnicas e instrumentos, entre los que se incluyen entrevistas, observación y ensayos de laboratorio.

Las entrevistas serán dirigidas a las personas del sector afectados con el fin de nos expliquen los daños y a que se deben estos daños y en donde se presentan con el fin de obtener una muestra para el estudio.

La observación implicará realizar un análisis visual de los sectores relevantes sin pavimentar y con deterioros en San Vicente, y así desvelar las adversidades que presenta y obtener una comprensión más profunda del tema. Esta etapa ayudará a

contextualizar los hallazgos obtenidos a través de las entrevistas y a identificar posibles áreas de mejora en la infraestructura vial.

Por último, se llevarán a cabo ensayos y pruebas de laboratorio utilizando el método Marshall. Este método permitirá determinar el contenido óptimo de asfalto necesario para cumplir con las especificaciones de las normativas vigentes, manteniendo la calidad y durabilidad del pavimento. Los resultados de estos ensayos proporcionarán una base sólida para evaluar la eficacia del asfalto reciclado en comparación con el asfalto convencional, contribuyendo así a la toma de decisiones informadas en materia de diseño vial.

3.3.1 Investigación Aplicada

Una vez completada la investigación y comprensión del uso de caucho reciclado de neumáticos como agregado en el asfalto, se procederá a examinar los posibles resultados. En consecuencia, se llevará a cabo un proceso para identificar las propiedades que respalden la superioridad en calidad del asfalto al emplear el caucho como agregado.

3.3.2 Investigación De Laboratorio

Se utilizará tanto para la fabricación estándar de carbón asfáltico como para la producción de carbón asfáltico con una adición de caucho del 1% y 2% como relleno, sustituyendo parcialmente al agregado fino. Se suministrará el equipo necesario para este proceso con el fin de asegurar una dosificación precisa.

3.3.3 Investigación Experimental

La realización de estudios experimentales es esencial para llevar a cabo pruebas de compresión utilizando briquetas preparadas, con el fin de comparar y establecer el porcentaje óptimo de caucho como agregado, que resulte en una mayor resistencia en comparación con el asfalto convencional. Estos estudios buscan impulsar la mejora de las estructuras de ingeniería y, simultáneamente, contribuir a la preservación del medio ambiente.

3.4 Población y muestra

La población de San Vicente de Manabí es una zona costera, pero con una población de 53,213 habitantes, donde siempre ha presentado adversidades en el ámbito vial, Debido que esa zona su tráfico no es de mayor afluencia, pero sí de

tránsito autos muy pesados tanto como mulas, reinas del camino, volquetas y tanqueros, y ciertas zonas no cuentan canaletas y también partes llenas de tierras lo que afectan a las vías Manabí.

Como se muestran en las imágenes estas son las adversidades que presentan San Vicente:

Figura 3. Anexo de la Zona de San Vicente



Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

En esta se puede observar cómo el tránsito de vehículos, maquinarias y equipos pesados en la zona y ciertas zonas se observan partes de tierra en medio en la carretera cosa que también afectar al asfaltado.

Figura 4. Anexo de la zona de San Vicente



Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

Como se observa en la imagen tienen muchos baches en la zona lo que afecta la circulación automovilística en el sector, causando daños a los automotores de los moradores.

Figura 5. Anexo de la Zona de San Vicente



Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

En la imagen se observa como aplicando hormigón al asfalto para rellenar los baches que se generan en la zona, no dan solución al problema que afecta al igual que el asfalto se genera dichos baches con el hormigón pasa lo mismo como se visualiza en las imágenes.

Figura 6. Anexos de la Zona De San Vicente



Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

Como se pueden observar en cada una de las imágenes estas son algunos de los daños presentados en San Vicente que afectan a sus pobladores, sus pobladores buscan la manera de darle su propia solución poniéndole cemento para tapar los huecos, pero igual no es la solución óptima por dicho transito autos pesados.

Figura 7. Anexos de la zona de San Vicente



Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

Hablando con los pobladores más cercanos a los hechos comentan que siempre ha existido este problema que por más que rehabiliten el problema no se soluciona, afectando los automóviles de los moradores y en algunas sus casas y sus negocios.

Figura 8. Anexos de la zona San Vicente



Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

Bajo estas muestras obtenidas en San Vicente de manera visual y de muestra de suelo para estudio de laboratorio para obtener una razón de lo que afecta a este sector y encontrar una solución aplicando el asfalto con caucho granulado, buscando una mezcla que aporte un mantenimiento a menor costo que ayude a solucionar lo que aqueja al sector.

Figura 9. Anexos de la zona San Vicente



Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

Como se visualiza a continuación en ciertas zonas de San Vicente no tiene implementación de asfaltado lo que genera lodo en época de lluvia, baches por el tránsito e inundación, la vía tiene una medida 12mts en los tres carriles que son residenciales.

Figura 10. Anexos de la zona San Vicente



Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

Como se observa en la fig.9 la falta de un buen sistema de drenaje y bordillos que se tapan con arena y tierra, debido a que es una zona costera dicho el anterior punto en la época de lluvia esta zona se llena de baches y lodo lo que afecta a una buena circulación.

Fig. 11 Anexos de la zona San Vicente



Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

Por ello visualizando algunos de los daños viales y la falta de uno en algunas zonas, como también las carreteras pasando desde la Cadena hay partes donde también tienen daños de baches y falta de iluminación lo que genera accidentes y convierte en peligro los viajes en horas de la noche.

Por lo cual la proposición del proyecto es buscar un beneficio en accesibilidad a un mantenimiento como también un diseño efectivo y a menor costo.

3.5 Entrevistas

La calidad de la infraestructura vial es un factor crucial para el desarrollo socioeconómico de cualquier región. En la provincia de San Vicente, Manabí, la situación de las vías ha sido motivo de preocupación constante para los residentes locales. A lo largo de los últimos años, las condiciones de las carreteras han mostrado un deterioro significativo, afectando no solo la movilidad de las personas, sino también el comercio y la seguridad vial.

En un esfuerzo por comprender mejor las necesidades y expectativas de la comunidad, se llevaron a cabo entrevistas con varios moradores de la provincia. Estas entrevistas revelaron un consenso generalizado sobre la necesidad urgente de mejorar la infraestructura vial. Los moradores expresaron su frustración ante las dificultades diarias que enfrentan debido a las vías en mal estado, destacando cómo estas afectan negativamente su calidad de vida.

Para ello se realizaron dichas entrevistas con las siguientes preguntas:

Pregunta 1: Usted mencionó que las vías se deterioran rápidamente después de ser arregladas.

Pregunta 2: ¿Podría describir con más detalle cuánto tiempo suele durar el arreglo antes de que las vías se deterioren nuevamente?

Pregunta 3: ¿Qué tipo de inconformidades han presentado ustedes al municipio y cómo han canalizado estas quejas?

Pregunta 4: ¿Cree que esto ha afectado la calidad de vida en su comunidad?

Pregunta 5: ¿Considera que la comunidad está dispuesta a colaborar en alguna iniciativa para mejorar las vías, como, por ejemplo, contribuir con mano de obra o recursos?

Pregunta 6: ¿Qué tipo de apoyo espera recibir de las autoridades municipales para solucionar estos problemas?

Pregunta 7: ¿Qué medidas temporales han adoptado los habitantes para lidiar con los lodazales y baches en la zona?

Pregunta 8: ¿Qué alternativas han considerado para mejorar el acceso de vehículos a la zona, especialmente durante la temporada de lluvias?

Pregunta 9: ¿Podría especificar cuáles son las vías más afectadas y cuál ha sido el impacto en la economía local?

Pregunta 10: ¿Cómo ha afectado esto la movilidad y el acceso a servicios de transporte en su comunidad?

Evelyn Mera: Evelyn Mera de 45 años expresó su frustración con la situación de las vías en San Vicente, destacando que, aunque se realizan reparaciones, estas no son duraderas. Según Evelyn, las vías se deterioran en un corto plazo tras los arreglos, volviendo a las mismas condiciones deplorables. La comunidad ha manifestado su inconformidad en múltiples ocasiones, presentando quejas formales al municipio. Sin embargo, estas quejas no han sido atendidas, lo que ha generado una creciente sensación de abandono entre los residentes.

Antony Panta: Antony Panta de 33 años compartió que la comunidad ha enfrentado problemas con las vías durante muchos años. La falta de respuestas y soluciones ha llevado a una resignación entre los habitantes, quienes, con el tiempo, han aprendido a vivir con estas condiciones adversas. Antony lamenta que, pese a la persistencia del problema, las autoridades no han tomado medidas efectivas para resolverlo, lo que ha normalizado una situación inaceptable.

Danny García: Danny García 50 años enfatizó los riesgos que las vías en mal estado representan para la seguridad vial. Explicó que ha presentado solicitudes formales solicitando la reparación de las vías, argumentando que el mal estado de estas ha provocado varios accidentes automovilísticos en los que él mismo ha sido perjudicado. Danny hace un llamado urgente a las autoridades para que tomen en serio estas solicitudes y actúen antes de que ocurran más tragedias.

Gustavo Merchán: Gustavo Merchán 36 años describió cómo las malas condiciones de las vías se agravan durante la temporada de lluvias. Mencionó que él y otros miembros de la comunidad han acudido al municipio para discutir la gravedad de la situación, especialmente durante las lluvias, cuando las vías se convierten en charcos de lodo, dificultando el tránsito y la movilidad peatonal. Gustavo expresó su preocupación por la falta de una respuesta concreta y la ausencia de un plan de acción para enfrentar estos problemas recurrentes.

Diana Morán: Diana Morán de 26 años vive en una de las calles principales de San Vicente, donde el estado de la vía es particularmente preocupante. Señaló

que la acumulación de lodo durante la temporada de lluvias ha creado un ambiente propicio para la proliferación de mosquitos, lo que ha causado enfermedades en su hijo de 7 años. Diana relató cómo su hijo ha sufrido de dengue y otras enfermedades transmitidas por mosquitos debido a las condiciones insalubres de la calle. Pide a las autoridades que consideren el impacto en la salud pública y tomen medidas urgentes para mejorar las vías.

Luis Andrade: Luis Andrade ingeniero civil de 49 años, proporcionó una perspectiva técnica sobre el problema. Explicó que la baja calidad de los materiales utilizados en la pavimentación es la principal causa del rápido deterioro de las vías. Según Luis, las mezclas asfálticas utilizadas no cumplen con los estándares necesarios para soportar el tráfico y las condiciones climáticas de la región, lo que resulta en una durabilidad limitada. Sugiere que se realicen estudios técnicos exhaustivos para determinar los materiales más adecuados y que se implementen procesos de supervisión más rigurosos durante la construcción y reparación de las vías.

Camila Correa: Camila Correa de 29 años expresó el agotamiento de la comunidad ante la situación. Comentó que, a pesar de las reparaciones ocasionales, las vías vuelven a deteriorarse rápidamente debido a la falta de un mantenimiento adecuado y constante. Camila señaló que los habitantes están cansados de la situación y se sienten ignorados por las autoridades locales. Afirmó que la comunidad está considerando nuevas formas de expresar su descontento y exigir una solución duradera.

José Beltrán: José Beltrán de 33 años destacó la falta de respuesta por parte del municipio ante las denuncias presentadas por los residentes. Indicó que, a pesar de los repetidos intentos de comunicación, las autoridades no han brindado ninguna solución o siquiera una respuesta a las quejas sobre las vías en mal estado. José sugirió que la comunidad explore otras vías de acción, como acudir a instancias superiores o buscar apoyo de organizaciones externas que puedan ayudar a mediar en la situación.

Carla Paredes: Carla Paredes de 42 años describió las condiciones de las vías durante la temporada de lluvias, señalando que los baches se convierten en un lodazal que dificulta enormemente la entrada y salida de los habitantes. Esta situación ha afectado gravemente la movilidad en la zona, haciendo que el transporte público y

privado sea casi imposible en ciertas épocas del año. Carla mencionó que los habitantes han tenido que adoptar soluciones temporales, como rellenar los baches con materiales improvisados, pero estas medidas no son suficientes para resolver el problema.

Darío Carrión: Darío Carrión de 62 años recordó que hace aproximadamente un año, la alcaldía de San Vicente realizó trabajos de mantenimiento en su calle, aplicando asfalto para solucionar el problema. Sin embargo, explicó que, debido a las fuertes lluvias y al ingreso de vehículos pesados, la calle se ha deteriorado nuevamente. Darío sugirió que el mantenimiento realizado fue insuficiente y que se necesita una solución más robusta y sostenible para evitar que el problema se repita en el futuro.

Elba Ramírez: Elba Ramírez de 32 años señaló que el mal estado de las vías ha provocado que los conductores, especialmente los taxistas, eviten ingresar a la zona por temor a quedarse atascados en el barro. Explicó que esto ha afectado gravemente la disponibilidad de transporte público en la comunidad, obligando a los residentes a caminar largas distancias o a pagar tarifas más altas por servicios de transporte que se arriesguen a entrar en la zona. Elba enfatizó la necesidad de mejorar las vías para garantizar el acceso y la movilidad de los habitantes.

Diego Jara: Diego Jara de 28 años concluyó mencionando que la mayoría de las vías están en muy mal estado debido a la falta de mantenimiento y al descuido por parte de la alcaldía. Describió cómo esta situación ha afectado no solo la movilidad, sino también la economía local, ya que los negocios y servicios se ven afectados por la dificultad de acceso. Diego sugirió que la comunidad debería organizarse para realizar algún tipo de mantenimiento básico mientras se espera una respuesta oficial del municipio, y llamó a las autoridades a asumir su responsabilidad en el mantenimiento de las infraestructuras públicas.

Los comentarios recopilados subrayan la importancia de implementar soluciones efectivas para rehabilitar y mejorar las vías de San Vicente. En este contexto, surge la propuesta de utilizar materiales alternativos como el caucho granulado en la construcción y mantenimiento de las carreteras, con el objetivo de ofrecer una solución duradera y sostenible que responda a las necesidades de la comunidad.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA O INFORME

4.1 Generalidades

El desarrollo de infraestructuras viales sostenibles y duraderas es un desafío crucial en la ingeniería civil. La búsqueda de materiales alternativos que mejoren las propiedades mecánicas y medioambientales de las mezclas asfálticas ha llevado a la incorporación de caucho granulado, proveniente de neumáticos reciclados, como un componente viable en el diseño de pavimentos. Este enfoque no solo promueve la reutilización de residuos, sino que también ofrece beneficios técnicos significativos, como una mayor resistencia al desgaste y una mejor absorción de ruido.

El proceso de diseño y evaluación de una mezcla asfáltica que incluye caucho granulado involucra una serie de ensayos rigurosos y procedimientos específicos para asegurar que el material resultante cumpla con los estándares de calidad requeridos para las carreteras. Los ensayos incluyen la caracterización del caucho granulado y del asfalto, así como pruebas de laboratorio de la mezcla asfáltica para determinar su estabilidad, resistencia y durabilidad.

El diseño del prototipo de mezcla asfáltica con caucho granulado implica la selección cuidadosa de materiales, el establecimiento de proporciones óptimas y la realización de ensayos de laboratorio que validen su desempeño. Una vez desarrollado el prototipo, se procede al diseño vial, el cual considera aspectos geotécnicos, estructurales y ambientales para asegurar una implementación exitosa y sostenible del pavimento.

4.2 Presentación y análisis de resultados

4.2.1 Estudio granulométrico

Se empezó haciendo un estudio granulométrico en la zona de San Vicente donde se sacó una muestra de tierra para hacer ensayos en laboratorio, donde se usó las taras J2, M2, J6 y #46, #43, #97 donde las tres primeras se puso una muestra 200g en cada una y las tres últimas taras 61.77, 61.69, 66.54 para definir la humedad de la muestra en donde se usó la pesa.

Figura 11. Materiales usados en el ensayo



Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

Como se puede observar en la figura 13 se dispone con los instrumentos que se usaron para este ensayo, se procedió a poner en cada una de las taras dichas anteriormente para luego proceder a tamizar la muestra y definir su contenido como se muestra en la figura 11.

Figura 12. Anexos de ensayos de laboratorio



Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

Los tamices utilizados para la experimentación fueron #10, #40, #200 se procedió a remover los finos en la muestra, para luego proceder a poner lo retenido otra vez en las taras como se observa en la figura 13 y luego se procedió a poner las taras

#46, #43, #97 poner las muestras tomadas en San Vicente húmedas sin tamizar para proseguir al final ponerlas al horno 24 horas.

Figura 13. Tamizado en laboratorio



Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

En la tabla 3 se especifica lo realizado después de 24 horas en el horno donde los taras mencionado anteriormente se procedió a pesar las taras, la humedad +tara con la muestra y el seco después de 24 en el horno.

Tabla 4. Resultados peso seco y húmedo

Numeración	Unidad	Peso de la Tara	Humedad + Tara	Seco
#46	g	17.83	61.77	57.30
#43	g	17.89	61.69	57.78
#97	g	18.13	66.54	66.54

Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

Luego se procedió sacar las muestras después 24 horas en el horno J1, M2, J6 para volver a tamizarlos pesar lo retenido en cada tamiz como se observa en la tabla 4, para luego proceder hacer los cálculos respetivos para la obtención y definición del uso que posee San Vicente.

Tabla 5. Resultados del ensayo

Taras	Unidad	Tamiz 10	Tamiz 40	Tamiz 200
J6	G	6.07	1.96	130.49
M2	G	2.84	1.52	155.95
J2	G	12.59	2.29	121.72

Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

Luego de obtener esos pesos se procedió a realizar los siguientes cálculos, el primer calculo que se procede a realizar es el ensayo de humedad natural que se detalla en la tabla 5 para obtener el promedio de humedad de la muestra.

Tabla 6. Ensayo Humedad Natural

Descripción		Ecuación	Unidad	1	2	3
A	ID DE LA TARA	-	g	46	43	97
B	MASA DE LA TARA	-	g	17.83	17.89	18.13
C	MASA SUELO HUMEDO+TARA	-	g	61.77	61.69	66.54
D	MASA SUELO SECO+TARA	-	g	57.30	57.78	63.22
E	MASA DEL AGUA	(C-D)	G	4.47	3.91	3.32
F	MASA SUELO SECO	(D-B)	G	39.47	39.89	45.09
G	% DE HUMEDAD DEL SUELO	(E/F) *100	G	11.33	9.80	7.36
H	% PROMEDIO	(G1+G2+G3) /3	G	9.50		

Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

Por consiguiente, se continua con el siguiente calculo que es el ensayo de granulometría material fino detallado en la tabla 6 donde se observa el % del pasante y el % retenido de la muestra de 200g.

Tabla 7. Ensayo De Granulometría Material Fino J6

Descripción		Ecuación	Unidad	Tamiz N10	Tamiz N40	Tamiz N200	TOTAL, PASANTE TZ 200
A	PESO TOTAL DE LA MUESTRA	-	G	200			
B	PESO RETENIDO PARCIAL	A/(1+(HN/100))	G	182.66			G PASANTE 200
C	MASA SUELO HUMEDO+TARA	-	G	6.07	1.96	130.47	44.16
D	MASA SUELO SECO+TARA	-	G	6.07	8.03	138.50	G/B*100
E	% RETENIDO	(D/B) *100	G	3.32	4.40	75.82	24.18
F	% PASANTE	(100-E)	G	96.68	95.60	24.18	

Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

Como se visualiza en la tabla 6 de la tara de J6 se refleja % del pasante del tamiz 200 es menor debido que el suelo de San Vicente es suelo muy fino cuenta con poca grava y contiene más arena

Tabla 8. Ensayo De Granulometría Material Fino M2

Descripción		Ecuación	Unidad	Tamiz N10	Tamiz N40	Tamiz N200	TOTAL, PASANTE TZ 200
A	PESO TOTAL DE LA MUESTRA	-	G	200			
B	PESO RETENIDO PARCIAL	$A/(1+(HN/100))$	G	182.66			G PASANTE 200
C	MASA SUELO HUMEDO+TARA	-	G	2.84	1.52	155.95	22.35
D	MASA SUELO SECO+TARA	-	G	2.84	4.36	160.31	$G/B*100$
E	% RETENIDO	$(D/B) *100$	G	1.55	2.39	87.76	12.24
F	% PASANTE	$(100-E)$	G	98.45	97.61	12.24	

Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

En el tamiz M2 representado en la Tabla 7 se verifica que la muestra obtenida contiene mayor arena y fino lo que indica si se quiere hacer un diseño vial, se debería que hacer un cambio de suelo para evitar daños en la vía.

Tabla 9. Ensayo De Granulometría Material Fino J2

Descripción		Ecuación	Unidad	Tamiz N10	Tamiz N40	Tamiz N200	TOTAL, PASANTE TZ 200
A	PESO TOTAL DE LA MUESTRA	-	G	200			
B	PESO RETENIDO PARCIAL	$A/(1+(HN/100))$	G	182.66			G PASANTE 200
C	MASA SUELO HUMEDO+TARA	-	G	12,59	2.29	121.72	46.06
D	MASA SUELO SECO+TARA	-	G	12.59	14.88	136.60	$G/B*100$
E	% RETENIDO	$(D/B) *100$	G	6.89	8.15	74.78	25.22
F	% PASANTE	$(100-E)$	G	93.11	91.85	25.22	

Elaborador por: Paladines & Zavala (2024)

Resultados de los ensayos de la muestra obtenida en San Vicente presenta que el suelo es 95% de humedad como demuestra la tabla 9, Lo que demuestra porque las carreteras sufren daños constantes debido que en época de lluvia y la humedad constante hace que sus vías se vean afectadas y es sea necesario un cambio de suelo.

Tabla 10. Resultados De Los Ensayos

Resultados De Los Ensayos Granulométricos			
Humedad	95%		
Tara	Grava	Arena	Finos
J6	3.82	80.12	16.56
M2	1.55	90.14	8.31
J2	6.94	82.92	10.14
Promedio	4.10	84.39	11.67

Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

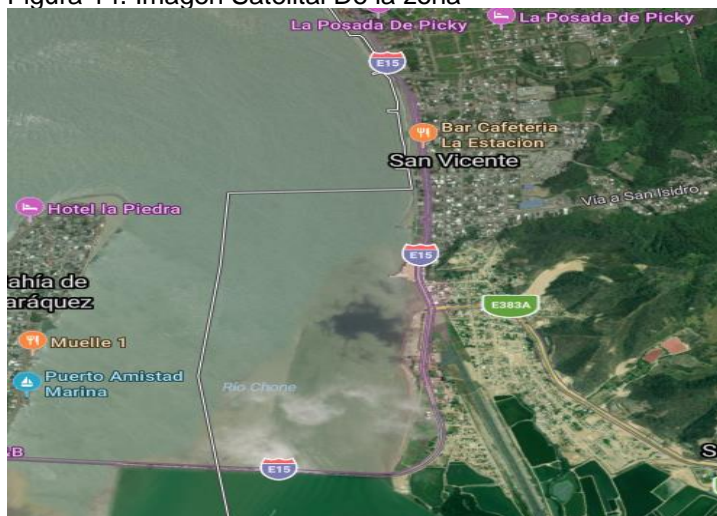
En conclusión, como se muestran en las figuras del 2 al 10. Anexos de la zona San Vicente las vías están constante contacto con la arena y zonas que están abiertas a dicho suelo, donde se procede ingresar el agua que genera humedad y lodo por lo cual degasta y crea bache al pavimento afectando con el tiempo la vida útil de la vía por el volumen tránsito en la zona.

4.2.2 Análisis De Trafico En San Vicente

En base a los ensayos también se realizó un análisis de tráfico en la zona con el fin de realizar un diseño vial en base al pavimento propuesto, donde se estudió el tráfico actual en la zona de San Vicente.

Una vez analizada y digitalizada en la Tabla 10 con la información de los conteos vehiculares en la zona de afectación, se puede conocer las horas y volúmenes de máxima demanda, y volúmenes de tránsito diario alrededor de San Vicente.

Figura 14. Imagen Satelital De la zona



Fuente: Google Map (2024)

Con la finalidad de prevenir cualquier incremento futuro, utilizando el procedimiento del método de los mínimos cuadrados se calcularon las respectivas tasas de crecimiento vehicular para la proyección del tráfico a 20 años.

Para la determinación del tráfico proyectado se utiliza la siguiente expresión:
 $TP = TA (1 + i)^n$

Para el tráfico proyectado se consideró una tasa de crecimiento determinada en función del desarrollo comercial

El tráfico por desarrollo se basa exclusivamente en la ampliación y crecimiento por las actividades económicas.











$$TD = TA (1 + i)^{n-3} - TA$$

El tráfico generado se origina exclusivamente a la facilidad y comodidad de brindará el área de tráfico:

$$TG = 0.20 (TP + TD).$$

La composición del tráfico para el presente diseño se ha considerado como tráfico pesado, el originado por los camiones de transporte, buses y el camión de la basura, cuyos pesos se presentan en la siguiente Figura 15.

Figura 15. Composición del Tráfico

Tipo de Vehículos y Número de Ejes		Descripción	Ejes	Condiciones de Cargo					
				W _{Wac}	W _{Warg}	Largo	Ancho	Alto	
Autos	2 Ejes		Auto, Camioneta, Pick Up, Camper	1	1	1.8	5.5	1.8	2.0
				2	2	3			
				3					
				Σ	3.0	4.5			
Buses	2 Ejes		Busera, Bus	1	3.5	6.8	9.2	2.5	3.0
				2	6	10			
				3					
				Σ	9.5	15.5			
COP 4.20A	2 Ejes		Camión Mediano	1	2	3.8	7.5	2.6	3.5
				2	5	7.8			
				3					
				Σ	7.0	10.0			
COP 4.20B	2 Ejes		Camión Grande	1	1.7	8.8	12	2.6	4.1
				2	3	12			
				3					
				Σ	4.7	17.5			
C3 3.3A	3 Ejes		Camión de 3 Ejes (Tándem Posterior)	1	1.7	8.8	12.2	2.6	4.1
				2	5	20			
				3					
				Σ	6.7	29.5			
C3-S1	4 Ejes		Tracto Camión de 3 Ejes y Semirremolque de 1 Eje	1	2.7	8.8	18.5	2.6	4.1
				2	4.5	18			
				3	3.5	12			
				Σ	10.7	35.5			
C3-S1	3 Ejes		Tracto Camión de 2 Ejes y Semirremolque de 1 Eje	1	2.7	8.8	18.5	2.6	4.1
				2	3.8	12			
				3	3.5	12			
				Σ	10.0	29.5			
C3-S2	4 Ejes		Tracto Camión de 2 Ejes y Semirremolque de 2 Ejes	1	4	6	18.5	2.6	4.1
				2	4.7	12			
				3	4.5	18			
				Σ	13.2	36.0			
C3-S2	6 Ejes		Tracto Camión de 2 Ejes y Semirremolque de 2 Ejes	1	3.5	6	18.5	2.6	4.1
				2	5.5	18			
				3	5	20			
				Σ	14.0	44.0			
C3-S3	6 Ejes		Tracto Camión de 3 Ejes y Semirremolque de 3 Ejes	1	4.2	6	18.5	2.6	4.1
				2	6.5	18			
				3	6.2	24			
				Σ	16.9	48.0			

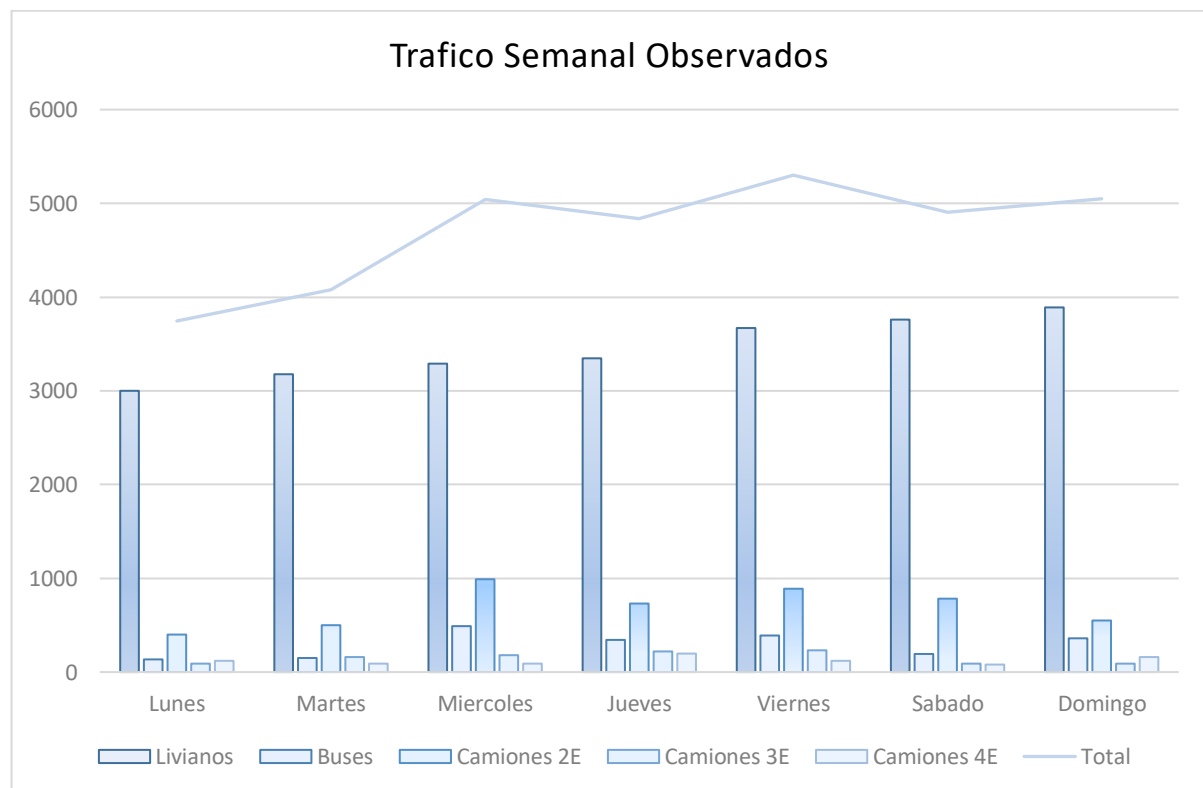
Fuente: Ministerio de Obras Públicas (2016)

Tabla 11. Análisis De Trafico En San Vicente

Análisis De Trafico En San Vicente							
Periodo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Livianos	3000	3177	3290	3347	3670	3760	3890
Buses	135	150	490	343	390	193	360
Camiones 2E	400	500	990	731	889	783	550
Camiones 3E	90	160	180	220	232	90	90
Camiones 4E	120	90	90	197	120	80	160
Total	3745	4077	5040	4838	5301	4906	5050

Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

Figura 16. Gráfico del Trafico Semanal Observado



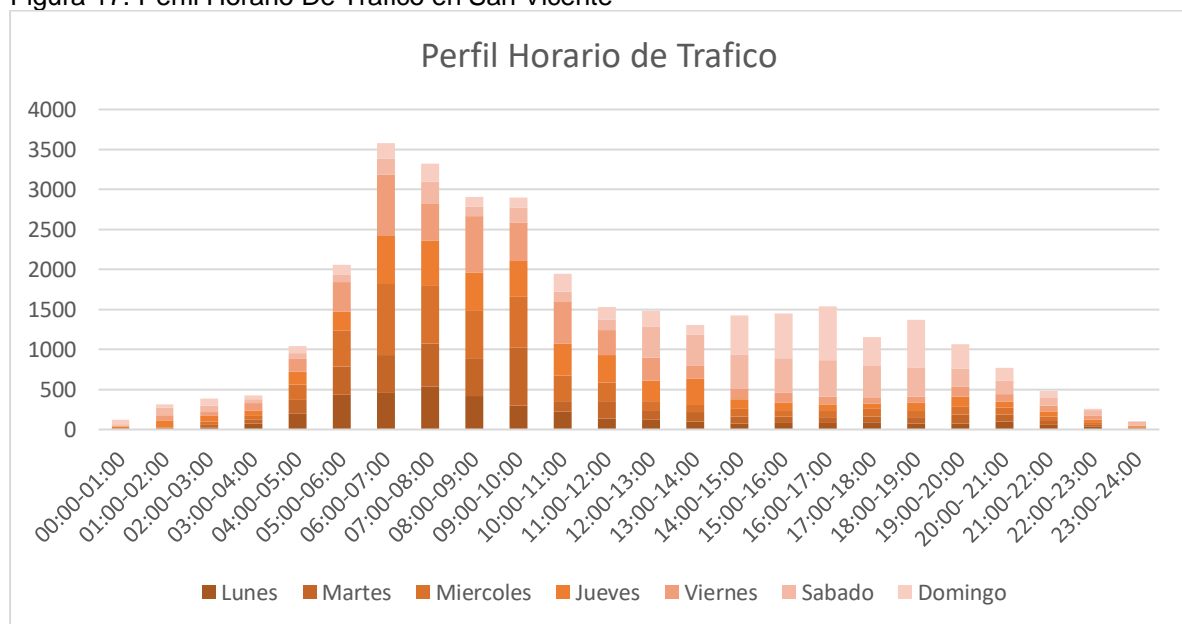
Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

Tabla 12. Trafico horario en días observados en la semana, hacia San Vicente

Análisis De Trafico En San Vicente							
Periodo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
00:00-01:00	5	5	9	15	20	12	56
01:00-02:00	8	7	15	86	65	90	40
02:00-03:00	27	30	38	74	50	79	90
03:00-04:00	75	50	45	67	90	50	47
04:00-05:00	200	174	190	160	160	72	88
05:00-06:00	435	350	450	240	370	96	120
06:00-07:00	470	460	890	600	770	200	188
07:00-08:00	535	540	720	570	450	280	230
08:00-09:00	420	460	600	480	710	120	120
09:00-10:00	300	728	630	450	480	180	130
10:00-11:00	226	132	315	400	530	120	220
11:00-12:00	140	217	226	350	310	130	160
12:00-13:00	120	120	118	250	290	381	200
13:00-14:00	100	115	90	328	160	396	120
14:00-15:00	75	90	90	120	140	427	482
15:00-16:00	80	85	80	95	120	433	560
16:00-17:00	80	75	89	74	90	458	673
17:00-18:00	90	75	90	65	80	396	355
18:00-19:00	75	80	89	95	75	360	596
19:00-20:00	78	112	100	120	130	226	302
20:00- 21:00	96	89	90	75	90	170	163
21:00-22:00	61	48	50	69	70	105	81
22:00-23:00	38	29	18	40	42	74	21
23:00-24:00	11	6	8	15	9	51	8
Total	3745	4077	5040	4838	5301	4906	5050

Elaborador por: Paladines & Zavala (2024)

Figura 17. Perfil Horario De Trafico en San Vicente



Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

Tabla 13. Porcentaje De Trafico Diario En La Hora Pico De San Vicente

Concepto	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
% Hora Pico	0.10	0.12	0.09	0.08	0-09	0.08	0.09
Total	0.90						

Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

Al contar con aforos de 24 horas con el fin de obtener una estimación del tráfico promedio en San Vicente, en base a lo calculado se realizó el TPDA con un factor de ajuste diario de 4.15 promedio, con un factor de ajuste mensual igual a 8.25%.

Tabla 14. Trafico Promedio Diario Anual

Trafico promedio diario anual	
Tipo De Vehículo	Vía
Livianos	970
Buses	400
Camiones	850
Total	2220

Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

4.2.3 Identificación de dificultades de circulación de la zona

El proyecto será un generador de tráfico medio alto con la implantación total del mismo, actualmente en la zona que se implementará no se cuenta con mayor desarrollo por lo que cuentan con patrones de movilidad diferentes que implican menor cantidad de viajes. Como producto del estudio desarrollado se identifican y describen los conflictos que se encuentran en la zona de implantación del proyecto.

- En San Vicente cuenta con flujos elevados de tráfico en época de feriados, siendo variables especialmente en temporadas por la conexión hacia los centros turísticos en la playa de Napo y Canoa.

- Determinada señalización vertical y horizontal de la zona se encuentra en deterioro demostrado en las figuras 8, 9 y 10.

Figura 18. Medición de las calles



Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

4.2.4 CBR De Diseño

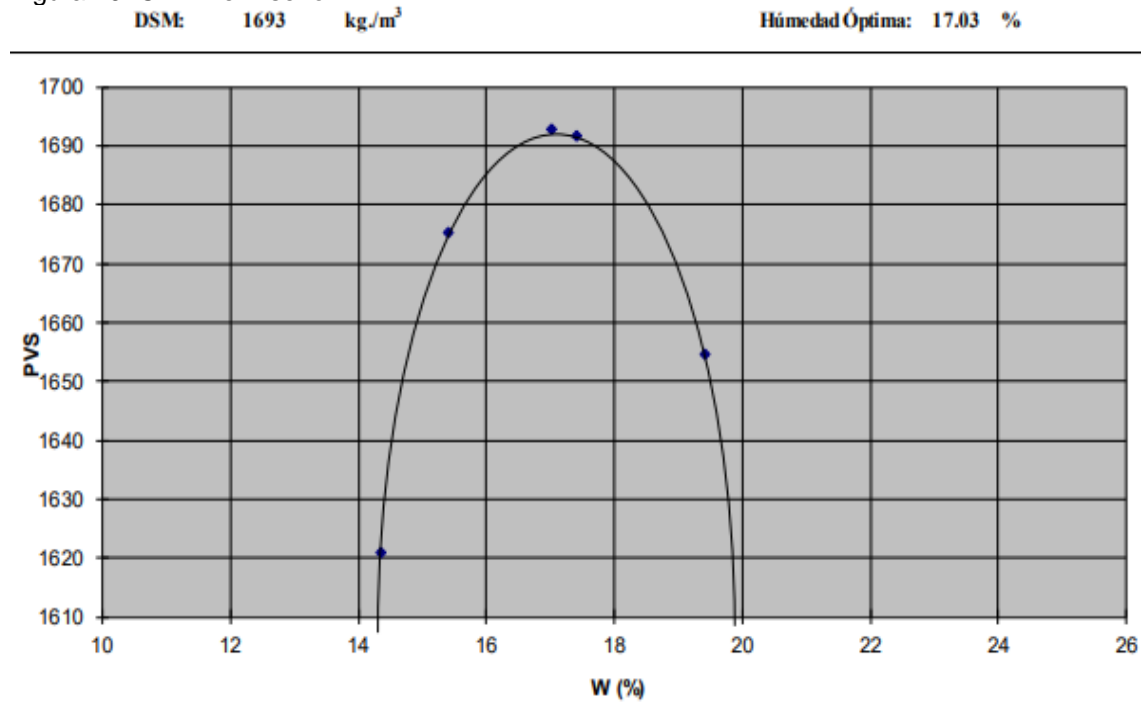
La estructura de pavimento deberá tener la capacidad suficiente para impedir que los esfuerzos transmitidos por el tráfico esperado afecten al estrato más desfavorable detectado en el suelo donde se debería hacer cimentación para la implementación estructural de pavimento. De acuerdo con el análisis, el estrato de relleno con exceso de arenas detectado en la tabla 9, tiene una capacidad portante o CBR del 15.63%. Con dicho valor y con los coeficientes estructurales y de drenaje de cada capa, se procede al cálculo de los espesores mínimos necesarios de cada capa de cada uno de los diseños, asumiendo un periodo de diseño de 20 años.

Tabla 15. CBR De Diseño

CBR DE DISEÑO											
E. No	Cap. No	Peso Húmedo +Cap.	Peso Seco + Cap.	Peso De La Cap.	Peso Húmedo +Cilin.	Peso Seco	W	Peso Húmedo	1 + W/100	Peso Seco	Peso Vol. Seco
-	-	grs.	grs.	grs.	grs.	grs.	%	grs.	-	grs.	kg.m ³
1		109.28	98,75	25.39	5875	10.53	14.36	1750	1,1436	1530	1621
2		116.11	104.03	25.67	5950	12.08	15.41	1825	1,1541	1581	1675
3		113.63	100.66	26.14	6000	12.97	17.41	1875	1,1741	1597	1692
4		113.29	99.10	25.97	5990	14.19	19.41	1865	1,1941	1562	1654

Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

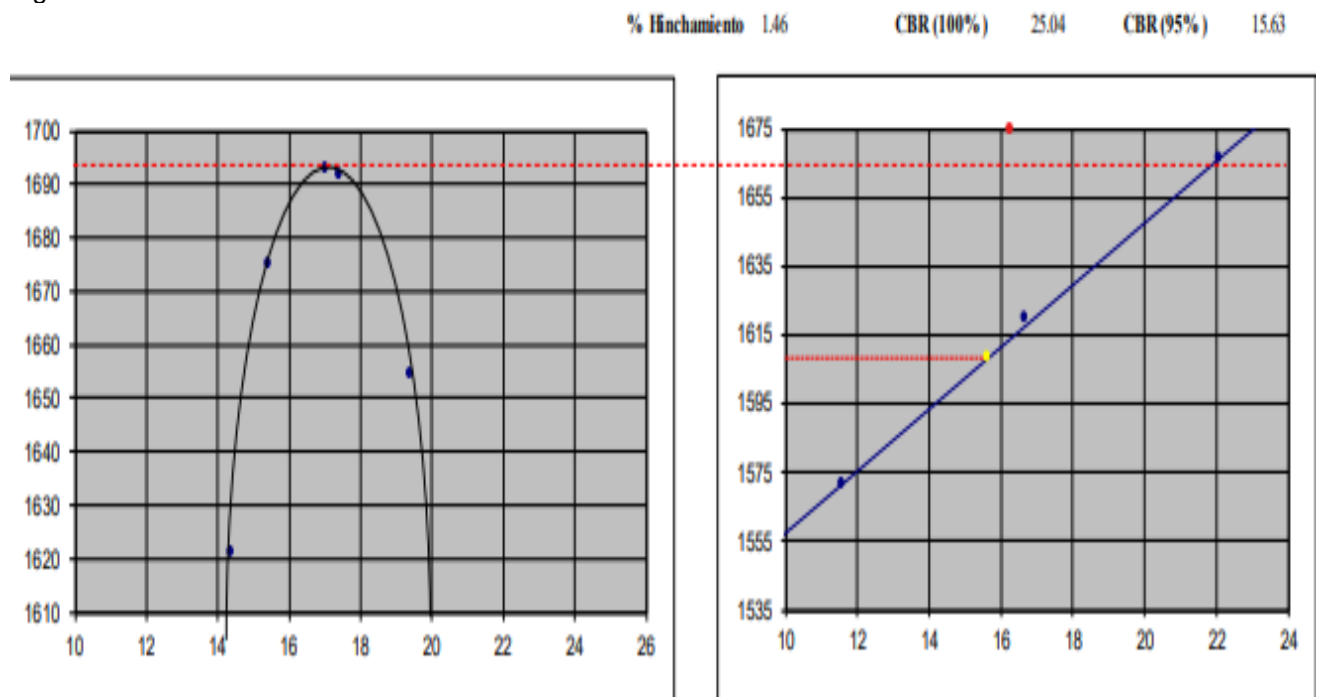
Figura 19. CBR De Diseño



CLASIFICACION AASHTO A-6 (8)

Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

Figura 20. CBR De Diseño



Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

4.2.5 Ensayos De Asfalto Con Caucho Granulado

Tabla 16. Ensayos De Asfalto Con Caucho Granulado

Ensayos de Asfalto		
Ensayos	85 – 100	
Betún Original	Mínimo	Máximo
Penetración (25°C, 100gr, 5s), mm/10.	85	100
Punto de ablandamiento A y B, °C	45	53
Índice de penetración (*).		1,5
Ductilidad (25°C, 5 cm/minuto), cm.	100	---
Contenido de agua (en volumen), %.	---	0,2
Solubilidad en Tricloroetileno, %.	99	---
Punto de inflamación, Copa Cleveland, °C.	232	---
Densidad relativa, 25 °C/ 25 °C	1	---
Ensayo de la mancha (**)	1	---
Contenido de parafinas, %.	---	2,2
Ensayos al residuo del TFOT:		
Variación de masa, %.	---	1
Penetración, % de penetración original.	50	---
Ductilidad, cm	75	---
Resistencia al endurecimiento (***)	---	5

Fuente: AASHTO (1993)

TFOT (Thin Film Oven Test)- Ensayo en horno sobre película delgada.

El índice de penetración (IP) se determina a partir del valor de la penetración en mm/10, a 25 °C, 100 gramos y 5 segundos (Pen) y del punto de ablandamiento, °C, por el método de anillo y bola (Tab), según las expresiones siguientes:

$$A = 50. \left[\frac{\log 800 - \log Pen}{Tab - 25} \right]$$

$$IP = \frac{20 - 10.A}{A + 1}$$

Figura 21. Ensayo en briquetas



Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

Según la norma ASTM D4867/D4867M-09, para llevar a cabo el ensayo, se preparan seis briquetas con una densidad relativa del 97%, lo que implica alrededor del $7\pm 1\%$ de vacíos. Estas briquetas se dividen en dos grupos de tres, asegurando que el porcentaje de vacíos promedio en ambos grupos sea muy similar.

El primer grupo de briquetas, que no se somete a inmersión, se coloca en un recipiente con agua a 25°C durante 20 minutos antes de ser sometido a la prueba en el equipo Marshall. El segundo grupo de briquetas, que sí se somete a inmersión, se satura en un rango de 55%-80% utilizando un picnómetro y una bomba de vacío, y luego se mantiene en un baño María a 60°C durante 24 horas.

Para calcular la resistencia a tracción indirecta de ambos grupos de briquetas, primero se deben registrar las cargas de rotura. Posteriormente, se utilizan los valores obtenidos en la siguiente fórmula:

$$\text{Resistencia a tracción indirecta} = \frac{2 \cdot P}{\pi \cdot D \cdot t}$$

donde:

- P es la carga máxima registrada durante la prueba de rotura,
- D es el diámetro de la briqueta,
- t es el espesor de la briqueta.

Esta fórmula permite obtener la resistencia a tracción indirecta a partir de las cargas de rotura medidas en el ensayo.

Para calcular el porcentaje de resistencia retenida (TSR), se utiliza la siguiente fórmula:

$$TSR = 100 * \frac{St \text{ con inmersión}}{St \text{ sin inmersión}}$$

donde:

- St con inmersión: es la resistencia a tracción indirecta de las briquetas que fueron sometidas a inmersión.

- St sin inmersión: es la resistencia a tracción indirecta de las briquetas que no fueron sometidas a inmersión.

Este cálculo proporciona una medida de la resistencia de la mezcla asfáltica después de la saturación y es útil para evaluar la durabilidad y la resistencia a la deformación por agua.

Las especificaciones generales del MTOP 001-F-2002, Sección 811, establecen que el porcentaje de resistencia retenida de una mezcla asfáltica frente a la acción del agua debe superar el 80%. Esto significa que, para cumplir con los requisitos, la mezcla asfáltica debe mantener al menos el 80% de su resistencia original después de haber sido expuesta a condiciones de saturación y envejecimiento.

4.2.6 Calculo de Módulo Resiliente Del Terreno Natural

Fórmula matemática para determinar el módulo resiliente de la subrasante:

$$CBR * 3000^{0.65} * 6.89(Kpa)$$

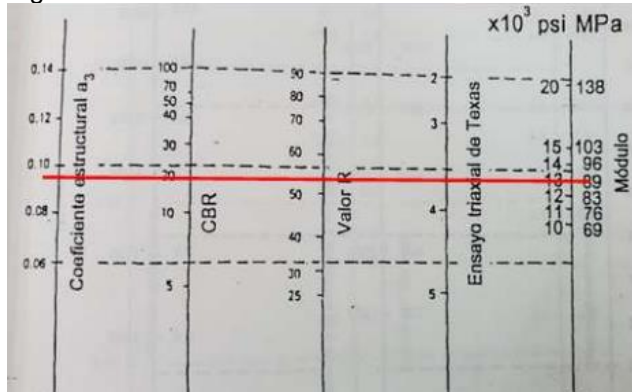
$$15.63 * 3000^{0.65} * 6.89 = 123428.03Kpa$$

4.2.7 Capa de mejoramiento

En función de las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes del Ministerio de Obras Públicas del Ecuador (MOP), todo material a ser utilizado como mejoramiento de la subrasante, debe ser material seleccionado, de préstamo local o importado, deberá ser granular, material rocoso o combinación de ambas, cuyo CBR será igual o mayor al 20% y deberá cumplir con las demás especificaciones determinadas por dicha entidad y que se transcriben más adelante.

El CBR del 20%, implica un coeficiente estructural de 0.09 y un módulo elástico de 89.000 Kpa de acuerdo con los monogramas de la AASTHO.

Figura 22. Diseño de CBR



Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

4.2.8 Datos Para El Diseño Con Caucho Granulado Reciclado

Figura 23. Datos Del Diseño en Dipav

Serviciabilidad Inicial (P_o)	<input type="text" value="4.2"/>	
Serviciabilidad Final (Pt)	<input type="text" value="2"/>	
Módulo Resiliente de la Subrasante (M_r)(KPa) - (psi)	<input type="text" value="123,428.03"/> KPa	<input type="text" value="17,901.72"/> psi <input type="button" value="Calcular"/>
Confiabilidad (R)(%)	<input type="text" value="85"/>	
Desviación Estándar (S_o)	<input type="text" value="0.49"/>	
Número de Ejes Equivalentes ESALs	<input type="text"/>	<input type="button" value="Calcular ESALs"/>
Número de Etapas de Construcción	<input type="text" value="2"/>	

Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

Los valores definidos en el presente cálculo garantizaran la vida útil de la estructura de pavimento diseñada, esto es, todas las capas que la conforman

4.2.9 Calculo Del Número Estructural

Figura 24. Cálculo Del Número Estructural

Serviciabilidad Inicial (P_o)	<input type="text" value="4.2"/>	
Serviciabilidad Final (Pt)	<input type="text" value="2"/>	
Módulo Resiliente de la Subrasante (M_r)(KPa) - (psi)	<input type="text" value="123,428.03"/> KPa	<input type="text" value="17,901.72"/> psi <input type="button" value="Calcular"/>
Confiabilidad (R)(%)	<input type="text" value="85"/>	
Desviación Estándar (S_o)	<input type="text" value="0.49"/>	
Número de Ejes Equivalentes ESALs	<input type="text" value="3,313.970"/>	<input type="button" value="Calcular ESALs"/>
Número de Etapas de Construcción	<input type="text" value="2"/>	
Número Estructural (mm) - (pulg)	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="3.07"/>

Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

El número estructural, es el parámetro que mide la resistencia que debe tener la estructura de pavimento para soportar el tráfico esperado, este número, es la sumatoria de las resistencias de cada una de las capas que la conforman y nos permite definir el espesor y calidad de cada una de estas capas.

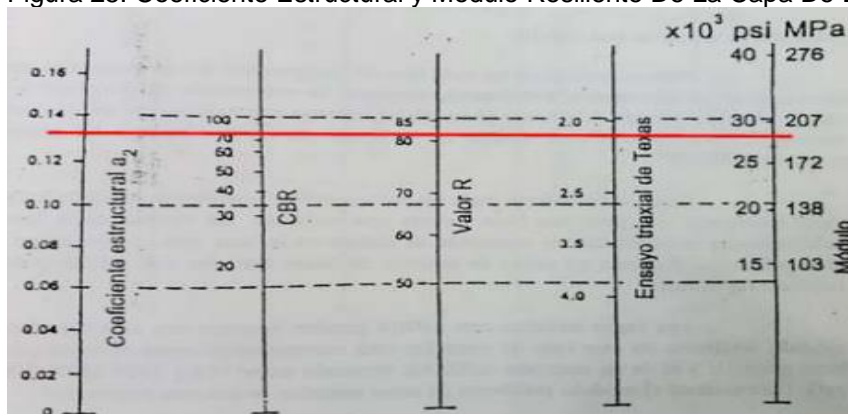
Para el presente caso, el número estructural requerido por el tráfico esperado es de 78 mm o 3.07", más adelante, se deberá determinar en función del tipo de

material y de las normativas pertinentes, el espesor y las capas requeridas para equiparar dicho número estructural.

4.2.10 Parámetros para el cálculo de espesor de capas de la estructura de pavimento

Una vez determinados los datos del tráfico y el total de ejes equivalentes, con el valor de módulo resiliente, coeficiente de drenaje y módulo de elasticidad de las diferentes capas que conformaran la estructura de pavimento, se realiza una correlación en las tablas pertinentes de la AASHTO para poder determinar los espesores mínimos de las capas que conformaran las estructuras de pavimento y que estarán en capacidad de soportar el tráfico esperado.

Figura 25. Coeficiente Estructural y Modulo Resiliente De La Capa De Base Clase 1



Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

Tabla 17. Parámetros De Cada Capa Del Pavimento Flexible

PARAMETROS DE CADA CAPA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE			
Nombre de Capa	Coeficiente Estructural (a ₁)	Coeficiente de Drenaje (m _i)	Módulo de elasticidad (Kpa)
GCR Asfáltico	0,41	0.85	2,756,000
Base Clase 1	0,13	0,9	196,500
Mejoramiento	0,09	0,9	89

Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

Para el presente caso, debido a la alta resistencia del terreno natural, se determina que las capas necesarias para alcanzar el número estructural requerido por el tráfico esperado serán: carpeta asfáltica, capa de base (deberá encuadrarse dentro de parámetros de clase 1) y capa de mejoramiento de la subrasante.

El recarpeteo recomendado en numeral 4.1.4, estará compuesto por una capa de 1" de espesor de hormigón asfáltico, que cumpla con las especificaciones descritas

más adelante, esto garantizará la vida útil de toda la estructura de pavimento en el periodo de diseño asumido.

4.2.11 Diseño de estructura del pavimento, con carpeta de rodadura de GCR asfáltico – flexible

Una vez determinados los parámetros de diseño, procedemos a asignar espesores a las capas de la estructura del pavimento, de conformidad a los coeficientes estructurales de cada capa, con lo cual se debe obtener un valor tal, que la sumatoria del producto del espesor por el coeficiente estructural de cada capa, sea un valor igual o mayor al número estructural requerido.

En el presente caso, el número estructural obtenido con los espesores determinados por la normativa, esto es, capa de rodadura de 90 mm y capa de case clase 1, de 250 mm, nos estipulan, una capa de mejoramiento de 300 mm, con lo que se consigue, un número estructural de 85 mm, el mismo, que es mayor a 78 mm requerido por el tráfico proyectado, con lo que se concluye que la estructura recomendada estará en la capacidad de soportar el tráfico esperado en el tiempo estipulado. Cabe recalcar que el espesor de la capa de relleno a construir será mayor al cálculo, lo cual incrementa el factor de seguridad.

Figura 26. Diseño de estructura del pavimento en Dipav

Nombre de Capa	Coefficiente Estructural (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	Módulo de Elasticidad (kPa)	Espesor Calculado (mm)	Número Estructural (mm)	Espesor Asumido (mm)
Concreto Asfáltico	0.41	0.85	2,756,000	90	31	90
Base Clase 1	0.13	0.9	196,500	250	29	250
Mejoramiento	0.09	0.9	89,000	211	17	300

Número Estructural Alcanzado:

Número Estructural Requerido:

Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

Cabe indicar, que, para determinar el espesor de carpeta de rodadura, se hicieron las siguientes consideraciones:

Tabla 18. Espesores Mínimos de concreto asfáltico y base granular

Espesores Mínimos de concreto asfáltico y base granular		
Número de ESALs	Concreto asfáltico	Base granular
Menos de 50000	2,5 cm	10 cm
50000-150000	5,0 cm	10 cm
150000-500000	6,5 cm	10 cm
500000-2000000	7,5 cm	15 cm
2000000-7000000	9,0 cm	15 cm
Más de 7000000	10,0 cm	15 cm

Fuente: AASHTO (1993)

El método AASHTO en función de costo de la capa más onerosa, permite un recalcu de los espesores de capa, de tal forma que la suma de los números estructuras de cada capa, sea mayor o igual al número estructural requerido por la subrasante.

En nuestro medio, la capa más onerosa es la carpeta de rodadura con hormigón asfáltico, por lo que, por experiencia se diseña con los espesores mínimos recomendados por la AASHTO.

4.2.12 Material de mejoramiento seleccionado

Los materiales empleados como relleno deberán cumplir con las especificaciones descritas a continuación:

4.2.12.1 Material granular clasificado para área de vías

Tabla 19. Material granular clasificado para área de vías

Tamaño Máximo	15 cm
Pasante Tamiz No. 40	30 - 70%
Pasante Tamiz No. 200	0 - 20%
Limite Liquido	35% Máximo
Índice Plástico	12% Máximo
CBR	25% Mínimo

Fuente: AASHTO (1993)

4.2.12.2 Arena fina para estabilización

Tabla 20. Arena Fina Para Estabilización

Pasante Tamiz No. 40	95.0 % Mínimo
Pasante Tamiz No. 200	5.0% Mínimo

Fuente: AASHTO (1993)

4.2.13 Base Clase 1

Compuesta por agregados obtenidos por trituración de grava o roca en un 100%, para producir fragmentos limpios, resistentes y durables, que no presenten partículas alargadas o planas en exceso. Estarán exentos de material vegetal, grumos de arcilla u otro material objetable.

Deberán graduarse uniformemente de grueso a fino y cumplirán las exigencias de granulometría que se indican en la tabla 1 de estas especificaciones lo cual será comprobado mediante ensayos granulométricos.

El agregado grueso deberá tener un desgaste, según la Prueba de "Los Ángeles" del 40 % como máximo, ni arrojarán una pérdida de peso mayor al 12% en el ensayo de durabilidad en la prueba con el sulfato de sodio.

La fracción que pase el Tamiz No. 40 deberá tener un límite líquido no mayor de 25% y un índice plástico no mayor del 6%.

C.B.R. Mínimo: 80 %

En general las especificaciones que deberá cumplir este material de Base, será la indicada en las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes del MOP 001-F-2002.

4.2.14 Capa rodadura hormigón asfáltico mezclado en planta

Será de hormigón asfáltico con caucho granulado que se prepararía en planta y tendrá el espesor que requiera este tipo de estructura.

De acuerdo con el diseño, el espesor de la carpeta asfáltica será de 9.0 cm (3.5"), la misma que será compactada en dos capas.

Se recomienda que la carpeta asfáltica en función del control de calidad al que sea sometido en el proceso de construcción sea sometida a un proceso de recarpeteo en un periodo de tiempo de 8 a 10 años como máximo, con la finalidad de garantizar su vida útil de diseño de 20 años a menor costo.

El recarpeteo sería de 1" como mínimo, antes de construirlo, se deberá eliminar todo el polvo existente a nivel superficial y posteriormente se deberá realizarse un riego de liga, utilizando asfalto tipo RS-2 con caucho granulado.

4.2.15 Granulometría de los agregados de la mezcla (requisitos)

Los distintos constituyentes minerales de la mezcla tendrán un tamaño y graduación, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 21. Granulometría de los agregados de la mezcla

TAMIZ	% QUE PASA AL PESO
3/4"	100
1/2"	90 – 100
No. 4	44 – 74
No. 8	28 – 58
No. 50	5 a 21
No.200	2 a 10

Fuente: AASHTO (1993)

4.2.16 Requisitos para la mezcla asfáltica

Tabla 22. Metodo Marshall

ENSAYOS DE ACUERDO CON EL METODO MARSHALL	MIN.	MAX.
Estabilidad (libras)	1800	--
Flujo (centésimo de pulgada)	10	18
% de Vacíos (Mezcla total)	3	5
% de Vacíos llenados con asfalto	75	85

Fuente: AASHTO (1993)

4.2.16.1 Agregado mineral grueso

La porción de los agregados, retenida en el Tamiz # 8, se designará como Agregado Grueso; se compondrá de caucho granulado reciclado y son triturados limpios, carentes de suciedad u otras materias inconvenientes y deberá tener un porcentaje de desgaste no mayor de 40 % a 500 revoluciones al ser ensayada por el Método AASHTO T-96.

El caucho granulado reciclado al ser sometidas a cinco ensayos alternativos de resistencia, mediante Sulfato de Sodio, empleando el Método AASHTO T-104, no podrán tener una pérdida de peso mayor de un 12 %.

4.2.16.2 Agregado mineral fino

La porción de agregados que pasen el Tamiz No. 8 se designará como agregados finos y se compondrá de arena natural o cerniduras de piedra. Solamente se podrá usar cerniduras de piedras calcáreas cuando se emplee una cantidad igual de arena natural, a menos que el uso anterior de ese material haya permitido comprobar en el camino que no se desgasta bajo los efectos del tráfico. Los Agregados Finos se compondrán de granos limpios, compactos de superficie rugosa y angulares, carentes de terrones de arcilla, o de arcilla arenosa, y otras sustancias inconvenientes.

4.2.16.3 Relleno mineral

El material de relleno de origen mineral que sea necesario emplear, se compondrá de polvo calcáreo, roca dolomítica, cemento Portland u otros elementos no plásticos, provenientes de fuentes aprobadas por el Ingeniero Fiscalizador. Estos materiales deberán carecer de materias extrañas y objetables, serán secos y libres de terrones, debiendo llevar las siguientes exigencias granulométricas:

Tabla 23. Relleno Mineral

TAMIZ	% PASANTE EN PESO
30	100
80	95 – 100
200	65 – 100

Fuente: AASHTO (1993)

Todos estos materiales no deberán tener un hinchamiento mayor de 1.5 %, determinado por el Método AASHTO T-101.

4.2.17 Temperatura de la mezcla

La mezcla deberá entregarse en la obra a una temperatura entre 121 y 163°C.

4.2.18 Cemento Asfáltico

Cumplirá las especificaciones: AASHTO M-20. Su proporción será de 3.5 al 7% de la mezcla.

En general las especificaciones que deberá cumplir esta capa de Hormigón Asfáltico mezclado en planta serán las indicadas en las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes del MOP 001-F- 2002, en las Secciones 405 y 810 especificado en la tabla 2.

4.2.19 Modulo Resiliente

En el caso de que se requiera determinar el comportamiento elástico de la mezcla bituminosa utilizada como carpeta asfáltica, se deberán ensayar núcleos fabricados en laboratorio o recuperados en el campo de las mezclas bituminosas para determinar los valores de módulo resiliente, utilizando el ensayo de tracción indirecta de carga repetida, siguiendo la norma ASTM D4123-82.

4.2.20 Drenaje para el pavimento

Se deberá considerar la dotación de un buen sistema de drenaje, que permita el desalojo inmediato de aguas lluvias de la superficie del pavimento, a través de pendientes transversales del 2.5% en el pavimento flexible y longitudinales a través de las cunetas, a fin de reducir los tiempos de retención de las aguas lluvias sobre el pavimento.

4.2.21 Comparativa entre asfaltos con caucho y convencional

Diseño de mezcla asfáltica tradicional

El asfalto, que actúa como ligante, debe envolver todas las partículas y minerales del árido, lo que da como resultado las mezclas asfálticas. Las propiedades

físicas y el comportamiento de las mezclas están determinadas por las dosificaciones de los agregados.

El método Marshall es el empleado en el presente trabajo de titulación para determinar las dosificaciones de los agregados y el contenido ideal de asfalto. El propósito de las mezclas bituminosas es brindar una superficie de rodadura cómoda, además de su contribución estructural. Se utilizan para construir pavimentos, ya sea como capas de rodadura o capas inferiores: intermedias o base.

Método Marshall

Para determinar el diseño de las mezclas asfálticas en caliente en el laboratorio y para su control en el campo, el método Marshall es el más utilizado. El Instituto del Asfalto de los Estados Unidos publicó la edición MS-2.7 de "Asphalt Mix Design Methods", en la que se detalla el proceso. La edición más reciente fue lanzada en 2014. Los moldes estandarizados se utilizarán para compactar los especímenes o briquetas, los cuales se preparan calentando y mezclando asfalto y agregado.

Las briquetas tienen un diámetro de 102 mm (4") y una altura de 64 mm (2 1/2") (ASTM D1559). En este método de diseño se examinan elementos clave como la densidad, el porcentaje de vacíos en la mezcla, los vacíos en el agregado (4.00%) y los vacíos rellenos con asfalto (16.60%), así como pruebas de estabilidad (2,500 lbs) y flujo de los especímenes compactados previamente (10,700). El contenido óptimo de asfalto aplicado es de 5.90% y la relación de betún es de 0.847%.

Elaboración de briquetas sin caucho

El método de diseño Marshall se empleó para fabricar briquetas; este método permite calcular el porcentaje ideal de asfalto para una mezcla. Los moldes Marshall se utilizaron para fabricar briquetas con un peso total de 1200 g. Se empleó un martillo automático Marshall con 75 golpes por cara para compactar cada briketa.

Pasos para la elaboración de briquetas

1. Para que los agregados estén lo más secos posible, caliéntelos a 110°C durante 24 horas. Después de dosificarlos en bandejas, deberán entrar al horno a una temperatura de 150°C durante otras dos horas.
2. La temperatura del asfalto a utilizar debe ser de 150°C.

3. Mezcle manualmente con las herramientas apropiadas; a 150°C, el asfalto y los agregados. El asfalto debe cubrir todos los agregados involucrados, y la mezcla debe ser uniforme.
4. Coloque la mezcla en un horno a 135°C durante 2 horas para igualar el envejecimiento que pueda experimentar debido al transporte e instalación. Además, se debe incorporar la arcilla a la piedra.
5. Simultáneamente, caliente los moldes Marshall durante dos horas; deben estar a la misma temperatura que la mezcla al momento de compactar. Los moldes deben tener una ligera capa de aceite para facilitar la extracción de las briquetas.
6. Coloque la mezcla en los moldes después de 2 horas, cuidando que sea con cuidado para no perder demasiada temperatura. Proceda inmediatamente a la compactación con un martillo Marshall a 135°C, teniendo en cuenta el número adecuado de golpes en cada briketa, es decir, 75 golpes para una densidad relativa del 100%. Ajuste con interpolación para obtener una densidad del 97% en el caso de la prueba de daños por agua.
7. Identifique cada briketa en el proceso para recopilar correctamente los datos, espere a que las briquetas se enfríen para su liberación correspondiente y analice cada una.

Mezcla asfáltica con caucho

Es esencial establecer una combinación adecuada entre los agregados y el asfalto durante el proceso de diseño de una mezcla asfáltica, de tal manera que la mezcla resultante contenga la cantidad adecuada de asfalto para crear un pavimento duradero, brinde la estabilidad adecuada para satisfacer las demandas de tránsito sin causar desplazamientos o deformaciones y, por último, proporcione una trabajabilidad adecuada.

Método de Marshall

Para determinar el diseño de las mezclas asfálticas en caliente en el laboratorio y para su control en el campo, el método Marshall es el más utilizado. El Instituto del Asfalto de los Estados Unidos publicó la edición MS-2.7 de "Asphalt Mix Design Methods", en la que se detalla el proceso. La edición más reciente fue lanzada en

2014. Los moldes estandarizados se utilizarán para compactar los especímenes o briquetas, los cuales se preparan calentando y mezclando asfalto y agregado.

Las briquetas tienen un diámetro de 102 mm (4") y una altura de 64 mm (2 1/2") (ASTM D1559). En este método de diseño, se examinan elementos clave como la densidad, el porcentaje de vacíos en la mezcla, los vacíos en el agregado y los vacíos rellenos con asfalto, así como pruebas de estabilidad y flujo de los especímenes que han sido compactados previamente.

Elaboración de briquetas con caucho

Dado que en este proceso se utiliza el mismo tipo de caucho en proporciones de 0.75% y 1.5%, ambos métodos son similares:

1. Caliente los agregados a 110°C durante 24 horas. Luego, mida el peso del agregado en la bandeja. Aumente la temperatura a 160°C durante otras 2 horas.
2. En esta ocasión, el asfalto a utilizar debe calentarse a una temperatura de 155°C.
3. Mezcle manualmente con herramientas adecuadas a 155°C para el asfalto y a 160°C para el agregado.
4. Coloque la mezcla en el horno a una temperatura de 150°C durante 1.5 horas para permitir la adecuada integración del caucho en la mezcla. La arcilla también simula un proceso de envejecimiento en la mezcla.
5. Caliente los moldes Marshall y los especímenes a una temperatura de 150°C al igual que la mezcla de asfalto. Los moldes deben tener una ligera capa de aceite para facilitar la extracción de las briquetas.
6. Coloque la mezcla en los moldes después de 1.5 horas, cuidando que se realice con cuidado para no perder demasiada temperatura. Continúe con la compactación utilizando un martillo Marshall a 135°C y aplique el número necesario de golpes para cada biqueta, es decir, 75 golpes para una densidad relativa del 100%. Ajuste la densidad al 97% para la prueba de daños por agua.
7. Identifique cada biqueta con el porcentaje de caucho correspondiente, espere a que se enfríen para su desmolde y analice cada una.

4.3 Propuesta

El estudio realizado en San Vicente sobre el uso de caucho granulado en mezclas asfálticas muestra un enfoque integral para mejorar la sostenibilidad y durabilidad de las infraestructuras viales. Los ensayos granulométricos y de humedad indican que el suelo en esta región es fino, con una alta presencia de arena y humedad, lo que contribuye al deterioro de las vías en épocas de lluvia. Esto sugiere que se necesita una mejora del suelo o el uso de materiales alternativos para evitar daños a largo plazo en el pavimento.

El análisis de tráfico también revela que San Vicente experimenta variaciones significativas en el flujo vehicular, especialmente durante los feriados, lo que debe considerarse en el diseño del pavimento. La mezcla asfáltica con caucho granulado no solo busca reutilizar residuos, sino que también se adapta bien a las condiciones locales, proporcionando una mayor resistencia y durabilidad.

El ensayo de asfalto con caucho granulado demuestra que este material cumple con los estándares de penetración, punto de ablandamiento y ductilidad, lo que lo hace adecuado para su uso en carreteras con altos volúmenes de tráfico. Además, el cálculo del CBR (California Bearing Ratio) muestra que se pueden diseñar capas estructurales adecuadas para soportar el tráfico proyectado durante un período de 20 años.

4.4 Resultados

En la búsqueda de alternativas sostenibles y duraderas para la mejora de la infraestructura vial, el asfalto modificado con caucho granulado ha emergido como una opción prometedora. Esta investigación se ha centrado en evaluar el desempeño de este material innovador en comparación con los métodos tradicionales de pavimentación, especialmente en contextos donde las condiciones climáticas y de tráfico imponen grandes desafíos, como es el caso de las vías de San Vicente, Manabí.

Los resultados obtenidos revelan que el uso de caucho granulado en la mezcla asfáltica no solo mejora la resistencia y durabilidad del pavimento, sino que también contribuye a una mayor flexibilidad y absorción de impactos, lo que reduce la formación de grietas y otros tipos de deterioro superficial. Además, se observó una

notable mejora en la adherencia y estabilidad de las capas asfálticas, lo que se traduce en una mayor vida útil de las carreteras y una reducción en los costos de mantenimiento a largo plazo.

Estos hallazgos refuerzan la viabilidad del caucho granulado como un componente clave en la modernización de la infraestructura vial de la provincia, ofreciendo una solución que no solo atiende a las demandas técnicas, sino que también promueve la sostenibilidad al reciclar materiales que de otro modo serían desechados.

Los ensayos granulométricos realizados sobre las muestras de suelo de San Vicente revelaron una predominancia de arenas finas, con un contenido significativamente bajo de gravas. Esto se evidenció en las tablas 4 y 6, donde el porcentaje de material retenido en los tamices #10, #40, y #200 indicó una alta proporción de partículas finas.

- **Promedio de humedad del suelo:** Los resultados obtenidos en la tabla 5 mostraron que el suelo de la región presenta un promedio de humedad del 9.50%, lo que sugiere un alto contenido de agua en el suelo, especialmente en épocas de lluvia. Este factor podría estar contribuyendo al deterioro acelerado de las vías en la zona.
- **Distribución granulométrica:** Las muestras presentaron un alto porcentaje de finos, con valores que indican que el suelo de San Vicente es predominantemente arenoso y presenta un bajo contenido de grava. Esto puede ser problemático para la construcción de pavimentos duraderos, ya que un suelo con estas características es más susceptible a la erosión y deformaciones bajo carga.

También el análisis de tráfico realizado, como se detalla en la tabla 10, muestra que San Vicente experimenta un tráfico significativo, especialmente durante los fines de semana y en periodos festivos. El tráfico pesado, compuesto por camiones y autobuses, representa una carga considerable sobre la infraestructura vial.

- **Proyección del tráfico:** Con base en el método de los mínimos cuadrados, se proyectó el crecimiento del tráfico en los próximos 20 años. Se identificó que el crecimiento comercial en la región aumentará el volumen de tránsito, lo que

requerirá un pavimento con capacidad suficiente para soportar este incremento.

- **Composición del tráfico:** La tabla 12 destaca la variabilidad en la carga de tráfico, con una proporción significativa de vehículos pesados que pueden acelerar el deterioro del pavimento si no se diseña adecuadamente.

El ensayo CBR realizado en el suelo de San Vicente arrojó un valor de 15.63%, lo que indica una capacidad portante moderada del suelo. Este resultado sugiere que, si bien el suelo puede soportar cargas, sería recomendable mejorar su capacidad portante mediante estabilización o sustitución parcial del suelo en las capas superficiales del pavimento.

- **Implicaciones estructurales:** Dado el CBR obtenido, los espesores de las capas de pavimento deberán ser diseñados con cuidado para evitar fallas prematuras. Es posible que se necesiten capas de refuerzo adicionales o el uso de materiales alternativos como el caucho granulado para mejorar la durabilidad del pavimento.

Los ensayos de asfalto con caucho granulado mostraron resultados prometedores en términos de penetración, punto de ablandamiento, y resistencia al endurecimiento, como se resume en la tabla 14.

- **Penetración y ductilidad:** Los valores obtenidos para la penetración y ductilidad del asfalto modificado indican que el caucho granulado contribuye a mejorar la flexibilidad del pavimento, lo que puede ser beneficioso para reducir el agrietamiento y el desgaste por fatiga.
- **Resistencia al endurecimiento:** La resistencia al endurecimiento del asfalto modificado fue superior al asfalto convencional, lo que sugiere que el caucho granulado puede prolongar la vida útil del pavimento al reducir la oxidación y el endurecimiento con el tiempo.

4.5 Análisis De Precio Unitarios

El análisis de precios unitarios (APU) es una herramienta fundamental en la planificación y ejecución de proyectos de construcción, permitiendo desglosar de manera detallada los costos asociados a cada actividad específica dentro de un

proyecto. Este análisis no solo facilita la estimación precisa del presupuesto total, sino que también asegura la eficiencia en la utilización de recursos, el control de los costos, y la viabilidad económica del proyecto.

Este análisis desglosará cada uno de los componentes esenciales, incluyendo los materiales, la mano de obra, los equipos necesarios, y los costos indirectos, para proporcionar una visión integral del costo total por unidad de medida.

El objetivo principal de este APU es proporcionar una base sólida para la toma de decisiones financieras y operativas, asegurando que el proyecto se ejecute dentro de los márgenes presupuestarios establecidos, sin comprometer la calidad y la durabilidad de la obra. Asimismo, se busca identificar posibles áreas de optimización que puedan contribuir a la reducción de costos sin afectar el cumplimiento de los estándares técnicos requeridos.

A lo largo de este análisis, se utilizarán datos actualizados del mercado local, con el fin de reflejar con precisión los precios vigentes de los materiales y servicios involucrados. De esta manera, se espera que el APU no solo sirva como una guía económica, sino también como una herramienta estratégica para la gestión eficiente del proyecto en todas sus etapas.

Tabla 24. Rubros de Trazado y Replanteo

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO

RUBRO		UNIDAD:				m2				
DETALLE:		TRAZADO Y REPLANTEO								
EQUIPOS										
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R					
Herramienta Menor 5% De M.O.	0.05	0.39	0.02	1.00000	0.02	2.564%	4292100117	EP	100.00%	2.564%
Equipo Topográfico estacion total	1.00	1.50	1.50	0.02379	0.04	5.128%	482120041	NP	0.00%	0.000%
				-						
				-						
				-						
				-						
SUBTOTAL M					0.06					2.564%
MANO DE OBRA										
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R					
Topógrafo	1.00	6.92	6.92	0.023794	0.16	20.513%	851230012	EP	100.00%	20.513%
Maestro Mayor En Ejecución De Obra Civiles (ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2)	0.50	6.92	3.46	0.023794	0.08	10.256%	851230012	EP	100.00%	10.256%
Cadenero (ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2)	1.00	6.24	6.24	0.023794	0.15	19.231%	851230012	EP	100.00%	19.231%
				-						
				-						
				-						
				-						
SUBTOTAL N					0.39					50.000%
MATERIALES										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
Piola	mazo	0.01	2.01	0.02	2.564%	482810111	ND	40.00%	1.026%	
Pintura Esmalte	gl	0.01	18.01	0.18	23.077%	351100212	ND	40.00%	9.231%	
Cuartrón Semiduro 2"X 4"	u	0.02	2.26	0.05	6.410%	316000311	EP	100.00%	6.410%	
Clavos 2"	kg	0.02	2.26	0.05	6.410%	429993125	ND	40.00%	2.564%	
Cal	saco	0.01	3.01	0.03	3.846%	342401417	ND	40.00%	1.538%	
SUBTOTAL O					0.33					20.769%
TRANSPORTE										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
SUBTOTAL P					-					0.000%
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.78					
INDIRECTOS					0.10					
UTILIDAD					0.04					
IMPREVOSTOS					0.02					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.94					
VALOR OFERTADO					0.94					
ESTOS RUBROS NO INCLUYEN I.V.A.						100.00%				73.33%

Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

Tabla 25. Desbroce y Limpieza Con Máquina

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO

RUBRO		2		UNIDAD:		m2					
DETALLE:		DESBRUCE Y LIMPIEZA CON MÁQUINA									
EQUIPOS											
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R						
Herramienta Menor 5% De M.O.	0.05	-	-	1.00000	-	0.000%	4292100117	EP	100.00%	0.000%	
Tractor De Oruga	1.00	25.00	25.00	0.00040	0.01	100.000%	444500011	NP	0.00%	0.000%	
Sierra Mecanica	1.00	1.50	1.50	0.00040	-	0.000%	442320112	NP	0.00%	0.000%	
				-							
				-							
				-							
				-							
SUBTOTAL M					0.01					0.000%	
MANO DE OBRA											
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R						
Peón (ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2)	1.00	6.16	6.16	0.000400	-	0.000%	851230012	EP	100.00%	0.000%	
Operador De Maquina (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2 (GRUPO II))	1.00	6.92	6.92	0.000400	-	0.000%	851230012	EP	100.00%	0.000%	
Maestro Mayor En Ejecución De Obra Civiles (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C3)	0.50	6.92	3.46	0.000400	-	0.000%	851230012	EP	100.00%	0.000%	
Engrasador O Abastecedor (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C3)	1.00	6.24	6.24	0.000400	-	0.000%	851230012	EP	100.00%	0.000%	
				-							
				-							
				-							
				-							
SUBTOTAL N					-					0.000%	
MATERIALES											
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO		
		A	B	C=A*B							
SUBTOTAL O					-					0.000%	
TRANSPORTE											
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO		
		A	B	C=A*B							
SUBTOTAL P					-					0.000%	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.01						
INDIRECTOS					-						
UTILIDAD					13.00%						
IMPREVOSTOS					5.00%						
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.00%						
VALOR OFERTADO					0.01	100.00%				0.00%	
ESTOS RUBROS NO INCLUYEN I.V.A.					0.01						

Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

Tabla 26. Excavación Sin Clasificar

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO

RUBRO		UNIDAD: m3								
DETALLE: 3 EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR										
EQUIPOS										
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R					
Herramienta Menor 5% De M.O.	0.05	1.04	0.05	1.00000	0.05	2.632%	4292100117	EP	100.00%	2.632%
Excavadora oruga	1.00	25.00	25.00	0.03235	0.81	42.632%	444271014	NP	0.00%	0.000%
				-						
				-						
				-						
				-						
				-						
SUBTOTAL M					0.86					2.632%
MANO DE OBRA										
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R					
Peón (ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2)	2.00	6.16	12.32	0.032347	0.40	21.053%	851230012	EP	100.00%	21.053%
Operador De Maquina (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2 (GRUPO II))	1.00	6.92	6.92	0.032347	0.22	11.579%	851230012	EP	100.00%	11.579%
Maestro Mayor En Ejecución De Obra Civiles (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C3)	1.00	6.92	6.92	0.032347	0.22	11.579%	851230012	EP	100.00%	11.579%
Engrasador O Abastecedor (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C3)	1.00	6.24	6.24	0.032347	0.20	10.526%	851230012	EP	100.00%	10.526%
				-						
				-						
				-						
				-						
SUBTOTAL N					1.04					54.737%
MATERIALES										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
SUBTOTAL O					-					0.000%
TRANSPORTE										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
SUBTOTAL P					-					0.000%
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.90					
INDIRECTOS					0.25					
UTILIDAD					0.10					
IMPREVOSTOS					0.04					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.29	100.00%				57.37%
VALOR OFERTADO					2.29					

ESTOS RUBROS NO INCLUYEN I.V.A.

Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

Tabla 27. Desalojo De Material Hasta 10 KM

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO

RUBRO		UNIDAD:									
DETALLE:		m3-km									
4											
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO
EQUIPOS		A	B	C=A*B	R	D=C*R					
Herramienta Menor 5% De M.O.		0.05	0.07	0.00	1.00000	-	0.000%	4292100117	EP	100.00%	0.000%
Volqueta		1.00	20.00	20.00	0.00792	0.16	69.565%	491140017	ND	40.00%	27.826%
SUBTOTAL M						0.16					
MANO DE OBRA											
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO
EQUIPOS		A	B	C=A*B	R	D=C*R					
Chofer Profesional (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1)		1.00	9.05	9.05	0.007919	0.07	30.435%	851230014	EP	100.00%	30.435%
SUBTOTAL N						0.07					
MATERIALES											
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO	
EQUIPOS			A	B	C=A*B						
SUBTOTAL O						-					
TRANSPORTE											
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO	
EQUIPOS			A	B	C=A*B						
SUBTOTAL P						-					
ESTOS RUBROS NO INCLUYEN I.V.A.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				0.23					
		INDIRECTOS				13.00%					
		UTILIDAD				5.00%					
		IMPREVOSTOS				2.00%					
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				0.27					
		VALOR OFERTADO				0.27	100.00%				58.26%

Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

Tabla 28. Base Clase 1

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO

RUBRO		5		UNIDAD:		m3							
DETALLE:		BASE CLASE 1											
EQUIPOS													
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO			
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	ELEMENTO (%)							
Herramienta Menor 5% De M.O.	0.05	1.41	0.07	1.00000	0.07	0.367%	4292100117	EP	100.00%	0.367%			
Tanquero de agua	0.50	20.00	10.00	0.04218	0.42	2.202%	491190111	ND	40.00%	0.881%			
Rodillo Liso Vibratorio	1.00	20.00	20.00	0.04218	0.84	4.405%	4443004234	NP	0.00%	0.000%			
Motoniveladora	1.00	30.00	30.00	0.04218	1.27	6.660%	444220013	NP	0.00%	0.000%			
				-	-								
				-	-								
				-	-								
SUBTOTAL M					2.60					1.248%			
MANO DE OBRA													
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO			
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	ELEMENTO (%)							
Peón (ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2)	2.00	6.16	12.32	0.042175	0.52	2.727%	851230012	EP	100.00%	2.727%			
Operador De Rodillo (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2 (GRUPO II))	1.00	6.59	6.59	0.042175	0.28	1.468%	851230012	EP	100.00%	1.468%			
Operador De Maquina (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2 (GRUPO II))	1.00	6.92	6.92	0.042175	0.29	1.521%	851230012	EP	100.00%	1.521%			
Engrasador O Abastecedor (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C3)	0.50	6.24	3.12	0.042175	0.13	0.682%	851230012	EP	100.00%	0.682%			
Chofer Profesional (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1)	0.50	9.05	4.52	0.042175	0.19	0.996%	851230014	EP	100.00%	0.996%			
				-	-								
				-	-								
				-	-								
SUBTOTAL N					1.41					7.394%			
MATERIALES													
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PESO RELATIVO	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO				
		A	B	C=A*B	ELEMENTO (%)								
Base Clase 1	m3	1.25	11.81	14.76	77.399%	15320001	EP	100.00%	77.399%				
Agua	m3	0.20	1.51	0.30	1.573%	180000111	EP	100.00%	1.573%				
SUBTOTAL O				15.06					78.972%				
TRANSPORTE													
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PESO RELATIVO	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO				
		A	B	C=A*B	ELEMENTO (%)								
SUBTOTAL P									0.000%				
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					19.07								
INDIRECTOS					2.48								
UTILIDAD					0.95								
IMPREVOSTOS					0.38	100.00%			87.61%				
COSTO TOTAL DEL RUBRO					22.88								
VALOR OFERTADO					22.88								

ESTOS RUBROS NO INCLUYEN I.V.A.

Tabla 29. Sub-Base Clase 1

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO

RUBRO						DETALLE:				
SUB-BASE CLASE 1						UNIDAD: m3				
EQUIPOS										
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R					
Herramienta Menor 5% De M.O.	0.05	0.79	0.04	1.00000	0.04	0.242%	4292100117	EP	100.00%	0.242%
Tanquero de agua	0.50	20.00	10.00	0.02358	0.24	1.450%	491190111	ND	40.00%	0.580%
Rodillo Liso Vibratorio	1.00	20.00	20.00	0.02358	0.47	2.840%	4443004234	NP	0.00%	0.000%
Motoniveladora	1.00	30.00	30.00	0.02358	0.71	4.290%	444220013	NP	0.00%	0.000%
				-	-					
				-	-					
				-	-					
SUBTOTAL M					1.46					0.822%
MANO DE OBRA										
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R					
Peón (ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2)	2.00	6.16	12.32	0.023578	0.29	1.752%	851230012	EP	100.00%	1.752%
Operador De Rodillo (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2 (GRUPO II))	1.00	6.59	6.59	0.023578	0.16	0.967%	851230012	EP	100.00%	0.967%
Operador De Maquina (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2 (GRUPO II))	1.00	6.92	6.92	0.023578	0.16	0.967%	851230012	EP	100.00%	0.967%
Engrasador O Abastecedor (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C3)	0.50	6.24	3.12	0.023578	0.07	0.423%	851230012	EP	100.00%	0.423%
Chofer Profesional (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1)	0.50	9.05	4.52	0.023578	0.11	0.665%	851230014	EP	100.00%	0.665%
				-	-					
				-	-					
				-	-					
SUBTOTAL N					0.79					4.773%
MATERIALES										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
Sub-Base Clase 1	m3	1.25	11.20	14.00	84.592%	153200015	EP	100.00%	84.592%	
Agua	m3	0.20	1.51	0.30	1.813%	180000111	EP	100.00%	1.813%	
SUBTOTAL O				14.30					86.405%	
TRANSPORTE										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
SUBTOTAL P				-					0.000%	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					16.55					
INDIRECTOS					2.15					
UTILIDAD					0.83					
IMPREVOSTOS					0.33	100.00%				92.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					19.86					
VALOR OFERTADO					19.86					

ESTOS RUBROS NO INCLUYEN I.V.A.

Tabla 30. Tendido y Compactación Del Material De Préstamo Local

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO				
RUBRO 7						UNIDAD: m3				
DETALLE: TENDIDO Y COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE PRÉSTAMO LOCAL										
EQUIPOS										
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R					
Herramienta Menor 5% De M.O.	0.05	0.28	0.01	1.00000	0.01	0.763%	4292100117	EP	100.00%	0.763%
Tractor De Oruga	1.00	25.00	25.00	0.00666	0.17	12.977%	444500011	NP	0.00%	0.000%
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.00666	0.13	9.924%	491190111	ND	40.00%	3.969%
Rodillo Liso Vibratorio	1.00	20.00	20.00	0.00666	0.13	9.924%	4443004234	NP	0.00%	0.000%
Motoniveladora	1.00	30.00	30.00	0.00666	0.20	15.267%	444220013	NP	0.00%	0.000%
Excavadora oruga	1.00	25.00	25.00	0.00666	0.17	12.977%	444271014	NP	0.00%	0.000%
				-						
				-						
SUBTOTAL M					0.81					4.733%
MANO DE OBRA										
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R					
Operador De Rodillo (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2 (GRUPO II))	1.00	6.59	6.59	0.006661	0.04	3.053%	851230012	EP	100.00%	3.053%
Operador De Maquina (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2 (GRUPO II))	3.00	6.92	20.76	0.006661	0.14	10.687%	851230012	EP	100.00%	10.687%
Engrasador O Abastecedor (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C3)	1.00	6.24	6.24	0.006661	0.04	3.053%	851230012	EP	100.00%	3.053%
Chofer Profesional (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1)	1.00	9.05	9.05	0.006661	0.06	4.580%	851230014	EP	100.00%	4.580%
				-						
				-						
				-						
				-						
SUBTOTAL N					0.28					21.374%
MATERIALES										
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
Agua	m3	0.15	1.51	0.22	16.794%	180000111	EP	100.00%	16.794%	
SUBTOTAL O					0.22					16.794%
TRANSPORTE										
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
SUBTOTAL P					-					0.000%
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.31					
INDIRECTOS					0.17					
UTILIDAD					0.07					
IMPREVOSTOS					0.03	100.00%				42.90%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.58					
VALOR OFERTADO					1.58					

ESTOS RUBROS NO INCLUYEN I.V.A.

Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

Tabla 31. Material De Préstamo Importado

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO

RUBRO		8		UNIDAD:		m3					
DETALLE:		MATERIAL DE PRÉSTAMO IMPORTADO									
EQUIPOS											
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R						
Herramienta Menor 5% De M.O.	0.05	0.98	0.05	1.00000	0.05	0.740%	4292100117	EP	100.00%	0.740%	
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.02349	0.47	6.953%	491190111	ND	40.00%	2.781%	
Rodillo Liso Vibratorio	1.00	20.00	20.00	0.02349	0.47	6.953%	4443004234	NP	0.00%	0.000%	
Motoniveladora	1.00	30.00	30.00	0.02349	0.70	10.355%	4443004234	NP	0.00%	0.000%	
Excavadora oruga	1.00	25.00	25.00	0.02349	0.59	8.728%	444220013	NP	0.00%	0.000%	
				-	-		444271014	NP	0.00%		
				-	-						
				-	-						
SUBTOTAL M					2.28						3.521%
MANO DE OBRA											
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R						
Peón (ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2)	1.00	6.16	6.16	0.023489	0.14	2.071%	851230012	EP	100.00%	2.071%	
Operador De Rodillo (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2 (GRUPO II))	1.00	6.59	6.59	0.023489	0.15	2.219%	851230012	EP	100.00%	2.219%	
Operador De Maquina (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2 (GRUPO II))	2.00	6.92	13.84	0.023489	0.33	4.882%	851230012	EP	100.00%	4.882%	
Engrasador O Abastecedor (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C3)	1.00	6.24	6.24	0.023489	0.15	2.219%	851230012	EP	100.00%	2.219%	
Chofer Profesional (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1)	1.00	9.05	9.05	0.023489	0.21	3.107%	851230014	EP	100.00%	3.107%	
				-	-						
				-	-						
				-	-						
SUBTOTAL N					0.98						14.497%
MATERIALES											
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO		
		A	B	C=A*B							
Material De Mejoramiento	m3	1.25	2.61	3.26	48.225%	153200015	EP	100.00%	48.225%		
Agua	m3	0.16	1.51	0.24	3.550%	180000111	EP	100.00%	3.550%		
SUBTOTAL O				3.50							51.775%
TRANSPORTE											
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO		
		A	B	C=A*B							
				-							0.000%
SUBTOTAL P				-							0.000%
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6.76						
INDIRECTOS					0.88						
UTILIDAD					0.34						
IMPREVOSTOS					0.14	100.00%					69.79%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					8.12						
VALOR OFERTADO					8.12						

ESTOS RUBROS NO INCLUYEN I.V.A.

Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

Tabla 32. Transporte De Material Importado, Base Clase 1 Y Sub-Base Clase 1 A 16 KM

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO

RUBRO		9		UNIDAD:		m3-km					
DETALLE:		TRANSPORTE DE MATERIAL IMPORTADO, BASE CLASE 1 Y SUB BASE CLASE 1 A 16 KM									
EQUIPOS											
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R						
Herramienta Menor 5% De M.O.	0.05	0.07	0.00	1.00000	-	0.000%	4292100117	EP	100.00%	0.000%	
Volqueta	1.00	20.00	20.00	0.00792	0.16	69.565%	491140017	ND	40.00%	27.826%	
				-							
				-							
				-							
				-							
SUBTOTAL M					0.16					27.826%	
MANO DE OBRA											
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R						
Chofer Profesional (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1)	1.00	9.05	9.05	0.007919	0.07	30.435%	851230014	EP	100.00%	30.435%	
				-							
				-							
				-							
				-							
				-							
SUBTOTAL N					0.07					30.435%	
MATERIALES											
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO		
		A	B	C=A*B							
				-							
SUBTOTAL O					-					0.000%	
TRANSPORTE											
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO		
		A	B	C=A*B							
				-							
SUBTOTAL P					-					0.000%	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.23						
INDIRECTOS					13.00%						
UTILIDAD					5.00%						
IMPREVOSTOS					2.00%						
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.27	100.00%				58.26%	
VALOR OFERTADO					0.27						

ESTOS RUBROS NO INCLUYEN I.V.A.

Elaborado por: Paladines & Zavala (2024)

Tabla 33. Imprimación Asfáltica

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO

RUBRO		10		UNIDAD:		m2							
DETALLE:		IMPRIMACION ASFALTICA											
EQUIPOS													
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO			
	A	B	C=A*B	R	D=C*R								
Herramienta Menor 5% De M.O.	0.05	0.31	0.02	1.00000	0.02	2.326%	4292100117	EP	100.00%	2.326%			
Escoba Mecanica Autopropulsada	1.00	8.00	8.00	0.00444	0.04	4.651%	444300411	NP	0.00%	0.000%			
Camion Distribuidor de Asfalto	1.00	25.00	25.00	0.00444	0.11	12.791%	444280021	NP	0.00%	0.000%			
				-									
				-									
				-									
				-									
				-									
SUBTOTAL M					0.17						2.326%		
MANO DE OBRA													
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO			
	A	B	C=A*B	R	D=C*R								
Peón (ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2)	7.00	6.16	43.12	0.00444	0.19	22.093%	851230012	EP	100.00%	22.093%			
Operador De Escoba Mecanica Autopropulsada (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2)	1.00	6.59	6.59	0.00444	0.03	3.488%	851230014	EP	100.00%	3.488%			
Operador De Distribuidor De Asfalto (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C3)	1.00	6.59	6.59	0.00444	0.03	3.488%	851230014	EP	100.00%	3.488%			
Engrasador O Abastecedor (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C3)	2.00	6.24	12.47	0.00444	0.06	6.977%	851230012	EP	100.00%	6.977%			
				-									
				-									
				-									
				-									
SUBTOTAL N					0.31						36.047%		
MATERIALES													
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO				
		A	B	C=A*B									
Diesel	lt	0.04	0.41	0.02	2.326%	333400011	EP	100.00%	2.326%				
Asfalto Rc-250	lt	1.00	0.36	0.36	41.860%	153300018	EP	100.00%	41.860%				
SUBTOTAL O					0.38						44.186%		
TRANSPORTE													
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO				
		A	B	C=A*B									
SUBTOTAL P					-						0.000%		
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.86								
INDIRECTOS					0.11								
UTILIDAD					0.04								
IMPREVOSTOS					0.02								
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.03								
VALOR OFERTADO					1.03								
						100.00%					82.56%		

ESTOS RUBROS NO INCLUYEN I.V.A.

Tabla 34. Capa De Rodadura /H. Asfáltico/ Mezcla/Planta E= 7.5 CM (INC. Imprimación/Transporte Hasta 30KM)

RUBRO		11		UNIDAD:		m2				
DETALLE:		CAPA DE RODADURA /H.ASFALTICO/ MEZCLA/PLANTA E= 7.5 CM (INC. IMPRIMACIÓN/TRANSPORTE HASTA 30KM)								
EQUIPOS										
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R					
Herramienta Menor 5% De M.O.	0.05	1.04	0.05	1.00000	0.05	0.446%	4292100117	EP	100.00%	0.446%
Rodillo Neumatico	1.00	20.00	20.00	0.01257	0.25	2.230%	444240012	NP	0.00%	0.000%
Rodillo De Tandem	1.00	20.00	20.00	0.01257	0.25	2.230%	4443004234	NP	0.00%	0.000%
Finisher	1.00	25.00	25.00	0.01257	0.31	2.765%	444300417	NP	0.00%	0.000%
				-	-					
				-	-					
				-	-					
SUBTOTAL M					0.86					0.446%
MANO DE OBRA										
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R					
Peón (ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2)	8.00	6.16	49.28	0.012569	0.62	5.531%	851230012	EP	100.00%	5.531%
Operador De Rodillo (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2 (GRUPO II))	2.00	6.59	13.17	0.012569	0.17	1.517%	851230012	EP	100.00%	1.517%
Operador De Finisher (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2 (GRUPO II))	1.00	6.59	6.59	0.012569	0.08	0.714%	851230014	EP	100.00%	0.714%
Maestro Mayor En Ejecución De Obra Civiles (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C3)	1.00	6.92	6.92	0.012569	0.09	0.803%	851230012	EP	100.00%	0.803%
Engrasador O Abastecedor (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C3)	1.00	6.24	6.24	0.012569	0.08	0.714%	851230012	EP	100.00%	0.714%
				-	-					
				-	-					
				-	-					
SUBTOTAL N					1.04					9.277%
MATERIALES										
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
Hormigon Asfáltico	m3	0.10	88.41	8.841	76.896%	1533000110	EP	100.00%	76.896%	
				-	-					
SUBTOTAL O				8.62						76.896%
TRANSPORTE										
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
TRANSPORTE MEZCLA ASFALTICA	M3 / KM	2.50	0.28	0.69	6.155%	643390017	EP	100.00%	6.155%	
SUBTOTAL P				0.69						6.155%
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					11.21					
INDIRECTOS					1.46					
UTILIDAD					0.56					
IMPREVOSTOS					0.22					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					13.45	100.00%				92.77%
VALOR OFERTADO					13.45					

ESTOS RUBROS NO INCLUYEN I.V.A.

Tabla 35. Marcas Con Pintura Sobre Pavim.E=2.3MM. (15) CM De Color Amarilla Y Blanca

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO

RUBRO		12		UNIDAD:		m					
DETALLE:		MARCAS CON PINTURA SOBRE PAVIM.E=2.3MM.(15)CM DE COLOR AMARILLA Y BLANCA									
EQUIPOS											
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R						
Herramienta Menor 5% De M.O.	0.05	1.12	0.06	1.00000	0.06	2.632%	4292100117	EP	100.00%	2.632%	
Franjeadora	1.00	2.00	2.00	0.03445	0.07	3.070%	432110111	NP	0.00%	0.000%	
Escoba Mecanica Autopropulsada	1.00	8.00	8.00	0.03445	0.28	12.281%	444300411	NP	0.00%	0.000%	
				-							
				-							
				-							
				-							
SUBTOTAL M					0.41					2.632%	
MANO DE OBRA											
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R						
Peón (ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2)	2.00	6.16	12.32	0.034454	0.42	18.421%	851230012	EP	100.00%	18.421%	
Operador De Franjeadora (ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2 (GRUPO	1.00	6.59	6.59	0.034454	0.23	10.088%	851230014	EP	100.00%	10.088%	
Operador De Escoba Mecanica Autopropulsada (ESTRUCTURA OCUP	1.00	6.59	6.59	0.034454	0.23	10.088%	851230014	EP	100.00%	10.088%	
Maestro Mayor En Ejecución De Obra Civiles (ESTRUCTURA OCUPACI	1.00	6.92	6.92	0.034454	0.24	10.526%	851230012	EP	100.00%	10.526%	
				-							
				-							
				-							
				-							
SUBTOTAL N					1.12					49.123%	
MATERIALES											
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO		
		A	B	C=A*B							
Pintura Reflectiva (Sin Perlas)	gl	0.02	22.50	0.52	22.807%	351100212	ND	40.00%	9.123%		
Microesferas De Vidrio	kg	0.06	2.70	0.16	7.018%	371110011	ND	40.00%	2.807%		
Diluyente	gl	0.01	6.73	0.07	3.070%	3529010778	ND	40.00%	1.228%		
SUBTOTAL O					0.75					13.158%	
TRANSPORTE											
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PESO RELATIVO ELEMENTO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO		
		A	B	C=A*B							
SUBTOTAL P					-					0.000%	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.28						
INDIRECTOS					0.30						
UTILIDAD					0.11						
IMPREVOSTOS					0.05	100.00%				64.91%	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.74						
VALOR OFERTADO					2.74						

ESTOS RUBROS NO INCLUYEN I.V.A.

CONCLUSIONES

En la búsqueda de alternativas sostenibles y duraderas para la mejora de la infraestructura vial, el asfalto modificado con caucho granulado ha emergido como una opción prometedora. Esta investigación se ha centrado en evaluar el desempeño de este material innovador en comparación con los métodos tradicionales de pavimentación, especialmente en contextos donde las condiciones climáticas y de tráfico imponen grandes desafíos, como es el caso de las vías de San Vicente, Manabí.

En base a los resultados obtenidos, se concluye que el uso de caucho granulado como aditivo en el asfalto ofrece ventajas significativas en términos de durabilidad y resistencia del pavimento. Sin embargo, el diseño estructural del pavimento debe considerar la baja capacidad portante del suelo en San Vicente, así como el alto nivel de tráfico pesado proyectado para la región.

Este análisis sugiere la necesidad de mejorar o estabilizar el suelo base y considerar el uso de materiales alternativos como el caucho granulado para mejorar el desempeño general del pavimento.

Estos hallazgos refuerzan la viabilidad del caucho granulado como un componente clave en la modernización de la infraestructura vial de la provincia, ofreciendo una solución que no solo atiende a las demandas técnicas, sino que también promueve la sostenibilidad al reciclar materiales que de otro modo serían desechados.

RECOMENDACIONES

1. **Estabilización del Suelo:** Debido al bajo valor de CBR obtenido (15.63%), se recomienda implementar técnicas de estabilización del suelo, como la adición de cal, cemento, o geotextiles, para mejorar la capacidad portante y asegurar una base más resistente para la estructura del pavimento.
2. **Reemplazo Parcial del Suelo:** Considerar el reemplazo parcial del suelo natural en las capas superficiales por un material de mejor calidad, como una mezcla de agregados que cumplan con las especificaciones necesarias para soportar el tráfico proyectado.
3. **Incremento en el Espesor del Pavimento:** A la luz del tráfico pesado proyectado y la capacidad portante del suelo, es recomendable incrementar el espesor de las capas de base y subbase del pavimento para distribuir mejor las cargas y reducir el riesgo de deformaciones.
4. **Uso de Caucho Granulado:** Integrar caucho granulado en la mezcla asfáltica es altamente recomendable para mejorar la durabilidad y flexibilidad del pavimento. Este material puede reducir el agrietamiento por fatiga y aumentar la vida útil del pavimento, especialmente en zonas con alta variabilidad térmica.
5. **Programa de Mantenimiento Regular:** Establecer un programa de mantenimiento regular para el pavimento, incluyendo sellado de fisuras y reparación de baches, es crucial para prolongar su vida útil. El monitoreo continuo permitirá identificar y corregir problemas antes de que se conviertan en fallas mayores.
6. **Monitoreo del Tráfico:** Implementar sistemas de monitoreo de tráfico para ajustar las estrategias de mantenimiento y operación del pavimento según las variaciones en el volumen y tipo de tráfico, asegurando así que las condiciones del pavimento se mantengan óptimas.
7. **Gestión del Caucho Granulado:** Establecer un sistema eficiente para la recolección y reciclaje de neumáticos fuera de uso, de manera que el caucho granulado utilizado en las mezclas asfálticas provenga de fuentes sostenibles y no cause problemas ambientales.
8. **Minimización de Impactos Ambientales:** Durante la construcción y mantenimiento del pavimento, aplicar buenas prácticas ambientales para minimizar la emisión de contaminantes y el impacto en la biodiversidad local.

Esto incluye el control de polvo, la gestión adecuada de desechos, y la protección de los cuerpos de agua cercanos.

9. **Capacitación Técnica:** Proveer capacitación especializada a los ingenieros y operarios encargados de la construcción y mantenimiento de las carreteras en el uso de mezclas asfálticas modificadas con caucho granulado. Esto asegurará que se apliquen correctamente las técnicas y se maximicen los beneficios de este material.
10. **Actualización Continua:** Fomentar la actualización continua en técnicas avanzadas de construcción y mantenimiento de pavimentos, así como en el uso de nuevos materiales, para asegurar que el personal esté siempre al tanto de las mejores prácticas y tecnologías disponibles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO. (1970). AASHTO M-20. Standard Specification for Penetration-Graded Asphalt Cement. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

[https://search.worldcat.org/es/title/Standard-method-of-test-for-determining-the-resilient-modulus-of-soils-and-aggregate-materials--AASHTO-designation-T-307-99-\(2003\)/oclc/781683808](https://search.worldcat.org/es/title/Standard-method-of-test-for-determining-the-resilient-modulus-of-soils-and-aggregate-materials--AASHTO-designation-T-307-99-(2003)/oclc/781683808)

AASHTO. (1999). AASHTO T-104. Standard Method of Test for Soundness of Aggregate by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

[https://search.worldcat.org/es/title/Standard-method-of-test-for-determining-the-resilient-modulus-of-soils-and-aggregate-materials--AASHTO-designation-T-307-99-\(2003\)/oclc/781683808](https://search.worldcat.org/es/title/Standard-method-of-test-for-determining-the-resilient-modulus-of-soils-and-aggregate-materials--AASHTO-designation-T-307-99-(2003)/oclc/781683808)

AASHTO. (2003). AASHTO T 307–99. Determining the resilient modulus of soils and aggregate materials. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

[https://search.worldcat.org/es/title/Standard-method-of-test-for-determining-the-resilient-modulus-of-soils-and-aggregate-materials--AASHTO-designation-T-307-99-\(2003\)/oclc/781683808](https://search.worldcat.org/es/title/Standard-method-of-test-for-determining-the-resilient-modulus-of-soils-and-aggregate-materials--AASHTO-designation-T-307-99-(2003)/oclc/781683808)
https://store accuristech.com/standards/aashto-t-307-99-2021?product_id=1321084

AASHTO. (2006). AASHTO T-96. Desgaste de Los Ángeles. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

<https://store.transportation.org/Common/DownloadContentFiles?id=2265>

AASHTO. (2012). AASHTO TP-101. Standard Method of Test for Estimating Fatigue Resistance of Asphalt Binders Using the Linear Amplitude Sweep. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

<https://uwmarc.wisc.edu/files/linearamplitudesweep/AASHTO-TP101-LAS-May-2013-v2.pdf>

Alarcón, A., et al. (2004). Aspectos del diseño volumétrico de mezclas asfálticas. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

<https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt246.pdf>

Asphalt Institute. (2014). Asphalt mix design Methods (7 ma ed.). Volumetric Properties of compacted Paving Mixtures.

<https://dot.ca.gov//meda/dotmedia/programs/engineering/documents/californiatestmethods-ctm/ctm-309apr2002-a11y.pdf>

ASTM. (1989). ASTM D 1559-89. Test Method for Resistance of Plastic Flow of Bituminous Mixtures Using Marshall Apparatus. American Society for Testing and Materials (ASTM).

<https://dot.ca.gov//meda/dotmedia/programs/engineering/documents/californiatestmethods-ctm/ctm-309apr2002-a11y.pdf>

ASTM. (1995). ASTM D4123-82. Standard Test Method for Indirect Tension Test for Resilient Modulus of Bituminous Mixtures. American Society for Testing and Materials (ASTM).

<https://dot.ca.gov//meda/dotmedia/programs/engineering/documents/californiatestmethods-ctm/ctm-309apr2002-a11y.pdf>

ASTM. (2007). ASTM D1188-07. Standard Test Method for Bulk Specific Gravity and Density of Compacted Bituminous Mixtures Using Coated Samples. American Society for Testing and Materials (ASTM).

<https://dot.ca.gov//meda/dotmedia/programs/engineering/documents/californiatestmethods-ctm/ctm-309apr2002-a11y.pdf>

ASTM. (2008). ASTM D6648-08. Standard Test Method for Determining the Flexural Creep Stiffness of Asphalt Binder Using the Bending Beam Rheometer. American Society for Testing and Materials (ASTM).

<https://dot.ca.gov//meda/dotmedia/programs/engineering/documents/californiatestmethods-ctm/ctm-309apr2002-a11y.pdf>

ASTM. (2011). ASTM D2041-11. Standard Test Method for Theoretical Maximum Specific Gravity and Density of Bituminous Paving Mixtures. American Society for Testing and Materials (ASTM).

Briceño, A. (2017). Influencia de la incorporación de partículas de caucho reciclado como agregados en el diseño de mezcla asfáltica. Peru.

<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/3595>

Cepeda, A., & Jorge, B. (2002). Análisis del comportamiento de mezclas asfálticas a fisuración por fatiga mediante la aplicación de un nuevo ensayo dinámico a tracción directa. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=237522>

Díaz Claros, C. M. (2017). Implementación del grano de caucho reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá. Bogotá: Universidad Santo Tomás.

<http://bibliotecavirtualoducal.uc.cl/vufind/Record/oai:localhost:11634-2633>

Espinosa, J. (15 de junio de 2022). ULVR. (Ponguillo, Editor). Recuperado el 09 de mayo de 2023, de Unidad de Titulación:

<https://www.ulvr.edu.ec/academico/unidad-de-titulacion/proyecto-de-investigacion>

Huang, Y. (2004). Pavement analysis and design. New Jersey: Pearson Education, Inc.

<https://pdfcoffee.com/pavement-analysis-and-design-by-yang-h-huang-4-pdf-free.html>

INEN. (1987). Norma Técnica Ecuatoriana 0154:1987. Dimensiones nominales de las aberturas de las mallas de alambre y de las placas perforadas usadas en tamices de ensayo. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).

https://www.idu.gov.co/web/content/7461/mejoras_mecanicas_mezclas_asfalticas_desechos_llantas_segunda.pdf

INEN. (1987). Norma Técnica Ecuatoriana 2061:1987. Requisitos para asfaltos diluidos obtenidos de la mezcla de productos derivados de la refinación del petróleo. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).

https://www.idu.gov.co/web/content/7461/mejoras_mecanicas_mezclas_asfalticas_desechos_llantas_segunda.pdf

- INEN. (2011). Norma Técnica Ecuatoriana 2515:2011. Requerimientos para la conformación de la mezcla. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).
https://www.idu.gov.co/web/content/7461/mejoras_mecanicas_mezclas_asfalticas_desechos_llantas_segunda.pdf
- INEN. (2013). Norma Técnica Ecuatoriana 2680:2013. Requisitos y métodos de ensayo para mezclas asfalto-caucho. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).
https://www.idu.gov.co/web/content/7461/mejoras_mecanicas_mezclas_asfalticas_desechos_llantas_segunda.pdf
- Luz, M. (2021). Uso del caucho granulado en mezclas asfálticas: una revisión. Peru.
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215370520210001000011
- Maguiña, S. (2019). Caucho reciclado de llantas en la mezcla de asfalto a compresión para mejorar las propiedades mecánicas. Peru.
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2919>
- Ministerio de Obras Públicas. (2002). Especificaciones técnicas para la construcción de carreteras y puentes. Quito: MOP-001-F2002.
https://www.obraspublicas.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2021/01/MPR_Chimborazo_Cumanda_Especificaciones-Tecnicas-MOP-001-F-2002.pdf
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2002). Especificaciones técnicas para la construcción de carreteras y puentes. Quito: MOP-001-F2002.
https://www.obraspublicas.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2021/01/MPR_Chimborazo_Cumanda_Especificaciones-Tecnicas-MOP-001-F-2002.pdf
- Mora Onofre, K. J. (2023). Caucho granulado y su influencia en la estabilidad, flujo y vacío de una mezcla asfáltica. Guayaquil: ULVR.
<http://revistas.ulvr.edu.ec/index.php/yachana/article/view/880>

- Navarro, N. (2013). Confección y seguimiento de tramos de prueba de mezclas asfálticas con incorporación de polvo de caucho nacional de neumáticos fuera de uso (NFU) mediante vía seca. Tesis de grado. Universidad de Chile, Santiago de Chile.
https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/115523/cfnavarro_nd.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Navarrete Gavica, M. A. (2023). Análisis experimental de una mezcla asfáltica con adición de caucho de llanta reciclada. Guayaquil: ULVR.
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/6149>
- N-CMT-4-05-001, N. (2016). Materiales Asfálticos, Aditivos y Mezclas. México.
- Papacostas, C. S., & Prevedouros, P. D. (1993). Transportation Engineering and Planning. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
<https://normas.imt.mx/normativa/N-CMT-4-05-001-05.pdf>
- Pongillo, J. P. (2023). Formulación de proyectos. ULVR, Guayaquil. Recuperado el 09 de mayo de 2023.
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/6589/1/T-ULVR-5223.pdf>
- Soto Avalos, E. Y. (2017). Influencia de la incorporación de porcentajes de caucho de llanta reciclado sobre los parámetros Marshall en las mezclas asfálticas en caliente. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13751?show=full>
- Soto Ipanaque, E. E. (2023). Uso de caucho de llantas recicladas en mezclas asfálticas en caliente como adición del cemento asfáltico. Lima.
<https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/7400>
- Universidad de Los Andes. (2005). Segunda fase del estudio de las mejoras mecánicas de mezclas asfálticas con desechos de llantas – pista de prueba. Obtenido
https://www.idu.gov.co/web/content/7461/mejoras_mecanicas_mezclas_asfalticas_desechos_llantas_segunda.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Pesaje de las taras



Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

Anexo 2. Pesaje de las taras



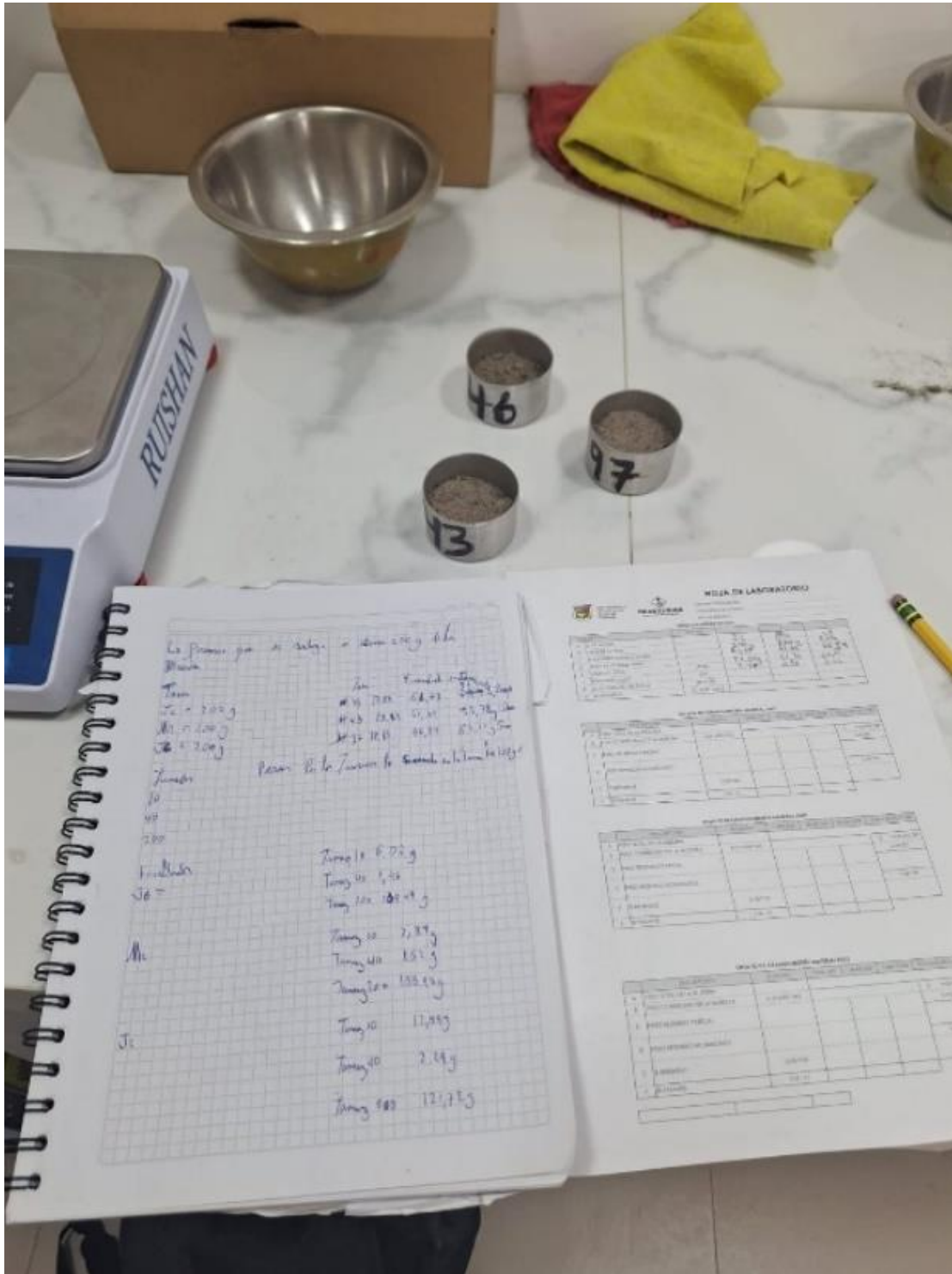
Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

Anexo 3. Pesaje de las taras



Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

Anexo 4. Cálculos



Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

Anexo 5. Ficha de estudio granulométrico



HOJA DE LABORATORIO

NOMBRE DE MUESTRA: _____

PROFUNDIDAD DE MUESTRA: _____

FECHA ENSAYO: _____

ENSAYO HUMEDAD NATURAL

DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN	1	2	3
A ID DE LA TARA	-	46	45	97
B MASA DE LA TARA	-	12,25	13,89	12,84
C MASA SUELO HUMEDO + TARA	-	61,37	61,69	66,34
D MASA SUELO SECO +TARA	-	57,30	57,78	62,22
E MASA DEL AGUA	(C-D)	4,47	3,91	3,32
F MASA SUELO SECO	(D-B)	31,47	39,89	45,07
G % DE HUMEDAD DEL SUELO	(E/F)*100	11,32	9,80	7,36
H % PROMEDIO	(G1+G2+G3)/3	9,49		

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA MATERIAL FINO J6

DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN	TAMIZ N10	TAMIZ N40	TAMIZ N200	TOTAL PASANTE 12 200
A PESO TOTAL DE LA MUESTRA	-	200g			
B PESO CORREGIDO DE LA MUESTRA	A/(1+(H/100))	182,66			G PASANTE 200
C PESO RETENIDO PARCIAL	-	6,07	1,96	130,47	G-B-ΣC
D PESO RETENIDO ACUMULADO	-	6,07	8,03	138,72	G/B*100
E % RETENIDO	(D/B)*100	3,32	4,40	75,17	24,27
F % PASANTE	(100 - E)	96,68	95,6	24,79	

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA MATERIAL FINO M2

DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN	TAMIZ N10	TAMIZ N40	TAMIZ N200	TOTAL PASANTE 12 200
A PESO TOTAL DE LA MUESTRA	-	200g			
B PESO CORREGIDO DE LA MUESTRA	A/(1+(H/100))	182,66			G PASANTE 200
C PESO RETENIDO PARCIAL	-	2,84	1,52	165,95	G-B-ΣC
D PESO RETENIDO ACUMULADO	-	2,84	4,36	160,31	G/B*100
E % RETENIDO	(D/B)*100	1,55	2,38	87,76	12,24
F % PASANTE	(100 - E)	98,45	97,62	12,24	

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA MATERIAL FINO J2

DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN	TAMIZ N10	TAMIZ N40	TAMIZ N200	TOTAL PASANTE 12 200
A PESO TOTAL DE LA MUESTRA	-	200g			
B PESO CORREGIDO DE LA MUESTRA	A/(1+(H/100))	182,66			G PASANTE 200
C PESO RETENIDO PARCIAL	-	12,59	2,29	121,72	G-B-ΣC
D PESO RETENIDO ACUMULADO	-	12,59	14,88	136,6	G/B*100
E % RETENIDO	(D/B)*100	6,39	8,14	71,78	25,21
F % PASANTE	(100 - E)	93,61	91,86	25,22	

--	--	--

Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

Anexo 6. Entrevista a los moradores

Entrevista

Entrevistador: Verónica Lilibeth Paladines Unuzungo

Preguntas:

Pregunta 1: Usted mencionó que las vías se deterioran rápidamente después de ser arregladas.

Pregunta 2: ¿Podría describir con más detalle cuánto tiempo suele durar el arreglo antes de que las vías se deterioren nuevamente?

Pregunta 3: ¿Qué tipo de inconformidades han presentado ustedes al municipio y cómo han canalizado estas quejas?

Pregunta 4: ¿Cree que esto ha afectado la calidad de vida en su comunidad?

Pregunta 5: ¿Considera que la comunidad está dispuesta a colaborar en alguna iniciativa para mejorar las vías, como, por ejemplo, contribuir con mano de obra o recursos?

Pregunta 6: ¿Qué tipo de apoyo espera recibir de las autoridades municipales para solucionar estos problemas?

Pregunta 7: ¿Qué medidas temporales han adoptado los habitantes para lidiar con los lodazales y baches en la zona?

Pregunta 8: ¿Qué alternativas han considerado para mejorar el acceso de vehículos a la zona, especialmente durante la temporada de lluvias?

Pregunta 9: ¿Podría especificar cuáles son las vías más afectadas y cuál ha sido el impacto en la economía local?

Pregunta 10: ¿Cómo ha afectado esto la movilidad y el acceso a servicios de transporte en su comunidad?

Entrevistados

Evelyn Mera - Profesora de 45 años. Respetada en su comunidad, Evelyn ha dedicado su vida a la educación de los jóvenes en San Vicente. Es conocida por su compromiso con la mejora de las condiciones de vida de su comunidad.

Antony Panta - Pesquero de 33 años. Antony trabaja en la industria pesquera local, un sector vital para la economía de San Vicente. Es un hombre trabajador que se enfrenta a los desafíos del mar y a las dificultades del transporte para llevar su producto al mercado.

Danny García - Tricimotero de 50 años. Danny es un conductor de tricimoto que se ha convertido en una figura conocida en la comunidad. Transporta a los residentes y sus mercancías por la ciudad, luchando contra las malas condiciones de las vías todos los días.

Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

Anexo 7. Entrevista a los moradores

Gustavo Merchán - Vendedor del mercado de 36 años. Gustavo es un comerciante en el mercado local, donde vende productos frescos. Depende del buen estado de las vías para recibir su mercancía y poder atender a sus clientes.

Diana Morán - Madre soltera de 26 años con una hija de 7 años. Diana equilibra su tiempo entre criar a su hija y realizar trabajos ocasionales. Es una joven madre que enfrenta los retos diarios de la vida en una comunidad con infraestructura deficiente.

Luis Andrade - Ingeniero civil de 49 años. Luis es un profesional con experiencia en la construcción y el mantenimiento de infraestructuras. Su conocimiento técnico lo convierte en un referente en discusiones sobre el estado de las vías.

Camila Correa - Cocinera de 29 años en Toñito Restaurante. Camila trabaja como cocinera en un restaurante local, conocido por sus platos típicos. La calidad de las vías afecta la llegada de insumos frescos y el flujo de clientes a su lugar de trabajo.

José Beltrán - Conductor de volqueta de 33 años. José transporta materiales de construcción y es clave en la logística de obras en San Vicente. Su trabajo es complicado por el mal estado de las carreteras, que pone en riesgo su vehículo y su carga.

Carla Paredes - Ama de casa de 42 años. Carla se dedica a cuidar de su hogar y su familia. Es una voz activa en la comunidad, abogando por mejores condiciones para sus vecinos.

Darío Carrión - Jubilado de 62 años. Darío es un anciano respetado en la comunidad, quien, tras años de trabajo, ahora disfruta de su jubilación, aunque con las limitaciones que impone la infraestructura deficiente.

Elba Ramírez - Médica de 32 años. Elba es doctora y una figura clave en la salud de la comunidad. La mala accesibilidad de las vías afecta su capacidad para atender emergencias y llegar a tiempo a sus pacientes.

Diego Jara - Heladero de 28 años en "El Cucharazo". Diego es un vendedor helado en su local El Cucharazo. Las condiciones de las vías impactan su capacidad para moverse con facilidad y mantener su producto en buen estado.

Pregunta 1: Usted mencionó que las vías se deterioran rápidamente después de ser arregladas. ¿Podría describir con más detalle cuánto tiempo suele durar el arreglo antes de que las vías se deterioren nuevamente?

- **Evelyn Mera:** "Normalmente, las reparaciones duran entre 3 a 6 meses antes de que comiencen a aparecer los primeros baches nuevamente. Esto depende mucho de la calidad del material utilizado y de las condiciones climáticas."
- **Antony Panta:** "En algunos casos, he visto que las vías se empiezan a deteriorar después de las primeras lluvias fuertes, lo que puede ser tan pronto como un mes después del arreglo."

Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

Anexo 8. Entrevista de los moradores

Pregunta 2: ¿Qué tipo de inconformidades han presentado ustedes al municipio y cómo han canalizado estas quejas?

- **Danny García:** "Hemos presentado varias quejas al municipio a través de cartas formales y reuniones con los representantes. Hemos solicitado mejoras en la calidad de los materiales y una mayor supervisión de los trabajos."
- **Gustavo Merchán:** "También hemos organizado reuniones comunitarias para discutir estos problemas y enviar peticiones colectivas al municipio. Pero la respuesta ha sido limitada."

Pregunta 3: ¿Cree que esto ha afectado la calidad de vida en su comunidad?

- **Diana Morán:** "Definitivamente. El mal estado de las vías afecta el acceso a servicios básicos, aumenta el riesgo de accidentes y genera un ambiente de frustración entre los vecinos."
- **Luis Andrade:** "Sí, especialmente para los niños que van a la escuela y los trabajadores que dependen del transporte diario. Se pierde tiempo y se incrementa el gasto en el mantenimiento de vehículos."

Pregunta 4: ¿Considera que la comunidad está dispuesta a colaborar en alguna iniciativa para mejorar las vías, como, por ejemplo, contribuir con mano de obra o recursos?

- **Camila Correa:** "Claro que sí. La comunidad está dispuesta a colaborar si eso significa tener vías en mejores condiciones. Hemos hablado de organizar mingas para mejorar los caminos."
- **José Beltrán:** "Incluso hemos pensado en aportar recursos para comprar materiales, siempre y cuando tengamos el respaldo técnico adecuado."

Pregunta 5: ¿Qué tipo de apoyo espera recibir de las autoridades municipales para solucionar estos problemas?

- **Carla Paredes:** "Esperamos que las autoridades tomen en serio nuestras quejas y proporcionen un plan de mantenimiento más efectivo y duradero. Además, sería útil que ofrezcan capacitaciones para que podamos ayudar en el proceso."
- **Darío Carrión:** "También es importante que el municipio nos brinde acceso a maquinaria y materiales de buena calidad para poder realizar arreglos temporales mientras se implementa una solución definitiva."

Pregunta 6: ¿Qué medidas temporales han adoptado los habitantes para lidiar con los lodazales y baches en la zona?

- **Elba Ramírez:** "Algunos vecinos han comenzado a rellenar los baches con escombros y piedras para evitar accidentes. Es una solución temporal, pero es lo único que podemos hacer mientras tanto."

Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

Anexo 9. Entrevista a los moradores

- **Diego Jara:** "Hemos construido pequeñas zanjas para desviar el agua de las lluvias y evitar que los baches se conviertan en charcos más grandes."

Pregunta 7: ¿Qué alternativas han considerado para mejorar el acceso de vehículos a la zona, especialmente durante la temporada de lluvias?

- **Evelyn Mera:** "Hemos hablado de la posibilidad de pavimentar ciertos tramos críticos con materiales más resistentes, pero sabemos que eso requiere una inversión considerable."
- **Antony Panta:** "Otra opción sería mejorar el drenaje de las vías para evitar que se inunden durante la temporada de lluvias, aunque eso también necesita del apoyo técnico del municipio."

Pregunta 8: ¿Podría especificar cuáles son las vías más afectadas y cuál ha sido el impacto en la economía local?

- **Danny García:** "Las vías que conectan con la zona agrícola son las más afectadas. Esto ha provocado que los productos no lleguen a tiempo a los mercados, afectando directamente a los ingresos de los agricultores."
- **Gustavo Merchán:** "Además, el turismo ha disminuido porque los visitantes prefieren no arriesgarse a transitar por vías en mal estado, lo que también afecta a los negocios locales."

Pregunta 9: ¿Cómo ha afectado esto la movilidad y el acceso a servicios de transporte en su comunidad?

- **Diana Morán:** "El transporte público ha reducido su frecuencia porque los conductores no quieren dañar sus vehículos. Esto hace que la gente tarde más en llegar a su trabajo o a la escuela."
- **Luis Andrade:** "Incluso los servicios de emergencia, como ambulancias, se ven afectados, lo que pone en riesgo la salud y seguridad de todos nosotros."

Pregunta 10: ¿Cómo ha afectado esto la movilidad y el acceso a servicios de transporte en su comunidad?

Diana Morán: "El deterioro de las vías ha incrementado los costos de mantenimiento de los vehículos personales y de transporte público. Muchos conductores prefieren no operar en estas condiciones, lo que reduce aún más las opciones de movilidad para todos."

Danny García: "El transporte de carga también se ha visto afectado, lo que encarece los productos básicos en las tiendas locales porque es más difícil y costoso traer mercancías a nuestra comunidad."

Anexo 10. Cálculos en Dipav

Serviciabilidad Inicial (Po)	<input type="text" value="4.2"/>			
Serviciabilidad Final (Pt)	<input type="text" value="2"/>			
Módulo Resiliente de la Subrasante (Mr)(KPa) - (psi)	<input type="text" value="123,428.03"/>	KPa	<input type="text" value="17,901.72"/>	psi <input type="button" value="Calcular"/>
Confiability (R)(%)	<input type="text" value="85"/>			
Desviación Estándar (So)	<input type="text" value="0.49"/>			
Número de Ejes Equivalentes ESALs	<input type="text"/>			<input type="button" value="Calcular ESALs"/>
Número de Etapas de Construcción	<input type="text" value="2"/>			

Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

Anexo 11. Cálculos en Dipav

Serviciabilidad Inicial (Po)	<input type="text" value="4.2"/>			
Serviciabilidad Final (Pt)	<input type="text" value="2"/>			
Módulo Resiliente de la Subrasante (Mr)(KPa) - (psi)	<input type="text" value="123,428.03"/>	KPa	===>	<input type="text" value="17,901.72"/> psi <input type="button" value="Calcular"/>
Confiabilidad (R)(%)	<input type="text" value="85"/>			
Desviación Estándar (So)	<input type="text" value="0.49"/>			
Número de Ejes Equivalentes ESALs	<input type="text" value="3,313,970"/>			<input type="button" value="Calcular ESALs"/>
Número de Etapas de Construcción	<input type="text" value="2"/>			
Número Estructural (mm) - (pulg)	<input type="text" value="78"/>		<input type="text" value="3.07"/>	

Elaborado: Paladines & Zavala (2024)

Anexo 12. Cálculos en Dipav

Nombre de Capa	Coficiente Estructural (ai)	Coficiente de Drenaje (mi)	Módulo de Elasticidad (kPa)	Espesor Calculado (mm)	Número Estructural (mm)	Espesor Asumido (mm)
Concreto Asfáltico	0.41	0.85	2,756,000	90	31	90
Base Clase 1	0.13	0.9	196,500	250	29	250
Mejoramiento	0.09	0.9	89,000	211	17	300

<
>

Número Estructural Alcanzado

Número Estructural Requerido

Verificar

Elaborado: Paladines & Zavala (2024)