

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD
MARSHALL DE UN PAVIMENTO
CONVENCIONAL Y UN PAVIMENTO
MODIFICADO CON MATERIAL RECICLABLE,
PERU 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autores:

Jamil Keyondiy Contreras Huaylla

Jose Manuel Rios Mariños

Asesor:

Mg. Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

<https://orcid.org/0000-0003-3392-9580>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	GONZALO HUGO DÍAZ GARCÍA	40539624
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	GERMAN SAGASTEGUI VASQUEZ	45373822
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRÍGUEZ	41639360
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación principalmente a mis padres, quienes me dieron su apoyo total e incondicional y todo su sacrificio a lo largo de mi carrera, además que me infundieron los valores necesarios para formarme como persona y un gran profesional y nunca dejar que me rinda en los momentos complicados.

A dios por darme salud y bienestar en el trayecto de mi carrera universitaria y darme fuerza para nunca rendirme en los momentos difíciles. A mi familia en general por brindarme con su cariño y apoyo incondicional en todo momento y sobre todo a mis padres que siempre están de mi lado a lo larga de la investigación, que me inculcaron los valores correctos de la vida y que son el ejemplo de progresar y ser constantes en superarme.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primero a Dios por darme salud, paciencia y sabiduría para no rendirme nunca en lo que anhelo. A mis padres y hermanos que son la causa de que yo salga para adelante como un gran profesional y persona. A mi asesor de tesis Ing. Mg. Josualdo Carlos Villar Quiroz por todas sus observaciones y consejos que fueron indispensables para poder realizar dicha investigación.

En primer lugar, agradecer a mi asesor de tesis el Mg. Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz, quien, con su comprensión, la crítica de trabajo y sus observaciones pude realizar un trabajo exitoso y de calidad. Por último, agradecer a mi familia y compañeros quienes estuvieron conmigo apoyándome por todo el camino sacrificado de la tesis y nunca dejarme de lado, además por siempre motivarme a nunca rendirme y siempre ser perseverante

TABLA DE CONTENIDO

JURADO CALIFICADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	10
RESUMEN	15
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	16
1.1 Realidad Problemática	16
1.2 Antecedentes de la investigación	20
1.3 Bases Teóricas	26
1.4 Justificación	55
1.5 Formulación del problema	58
1.6 Objetivos	58
1.7 Hipotesis	58
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	59
2.1 Enfoque de investigación:	59
2.2 Tipo de investigación:	59
2.3 Diseño de investigación:	60
2.4 Variables	61
2.5 Poblacion y Muestra	63
2.6 Técnicas y instrumento	68
2.7 Procedimiento	71
2.8 Aspectos éticos	73
2.9 Desarrollo de tesis	73
CAPÍTULO III: RESULTADOS	90

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	119
REFERENCIAS	134
ANEXOS	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Esquema del diseño transversal.....	60
Tabla 2 Matriz de clasificación de variables	61
Tabla 3 Matriz de operacionalización de variables	62
Tabla 4 Tamaño de muestra – pavimento convencional	63
Tabla 5 Tamaño muestra - pavimento modificado	66
Tabla 6: Palabras claves en la búsqueda de información	74
Tabla 7: Distribucion de las investigaciones encontradas.....	74
Tabla 8: Lugar de estudio de las investigaciones	75
Tabla 9: Investigaciones según el año de publicación.....	76
Tabla 10 Resultados de Estabilidad con diferentes porcentajes de asfalto para un pavimento convencional.....	79
Tabla 11 Resultados de Estabilidad con diferentes porcentajes de asfalto para un pavimento modificado	80
Tabla 12 Caucho: Resultados de Estabilidad con diferentes porcentajes de asfalto para un pavimento modificado	81
Tabla 13 SBS: Resultados de Estabilidad con diferentes porcentajes de asfalto para un pavimento modificado	82
Tabla 14 PET: Resultados de Estabilidad con diferentes porcentajes de asfalto para un pavimento modificado	82
Tabla 15 PP: Resultados de Estabilidad con diferentes porcentajes de asfalto para un pavimento modificado	83
Tabla 16 Caucho: Resultados de la Estabilidad máxima óptima.....	83
Tabla 17 SBS: Resultados de la Estabilidad máxima óptima.....	84
Tabla 18 SBS: Resultados de la Estabilidad máxima óptima.....	84
Tabla 19 PP: Resultados de la Estabilidad máxima óptima	85

Tabla 20 Resultados de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento convencional.....	85
Tabla 21 Caucho: Resultados de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado.....	86
Tabla 22 PET: Resultados de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado.....	87
Tabla 23 SBS: Resultados de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado.....	88
Tabla 24 PP: Resultados de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado.....	88
Tabla 25 Resultados de la Estabilidad máxima óptima para un pavimento convencional.	88
Tabla 26 Estabilidad promedio máxima: Pavimento Modificado con 0.5% de material reciclable.....	102
Tabla 27 Estabilidad promedio máxima: Pavimento Modificado con 1% de material reciclable.....	103
Tabla 28 Estabilidad promedio máximo: Pavimento Modificado con +1% de material reciclable.....	104
Tabla 29 Rango de porcentajes de cemento asfáltico para un pavimento convencional..	105
Tabla 30 Caucho 0.5%: Rango de porcentaje de cemento asfáltico para un pavimento modificado.....	106
Tabla 31 Caucho 1%: Rango de porcentaje de cemento asfáltico para un pavimento modificado.....	107
Tabla 32 Caucho +1%: Rango de porcentaje de cemento asfáltico para un pavimento modificado.....	108
Tabla 33 PET 0.5%: Rango de porcentaje de cemento asfáltico para un pavimento modificado.....	109
Tabla 34 PET 1%: Rango de porcentaje de cemento asfáltico para un pavimento modificado.....	110

Tabla 35 PET +1%: Rango de porcentaje de cemento asfáltico para un pavimento modificado	111
Tabla 36 SBS 0.5%: Rango de porcentaje de cemento asfáltico para un pavimento modificado	112
Tabla 37 SBS 1%: Rango de porcentaje de cemento asfáltico para un pavimento modificado	113
Tabla 38 SBS +1%: Rango de porcentaje de cemento asfáltico para un pavimento modificado	114
Tabla 39 PP 0.5%: Rango de porcentaje de cemento asfáltico para un pavimento modificado	115
Tabla 40 Promedio: Pavimento Convencional vs Pavimento Modificado 0.5% M.R.	116
Tabla 41 Promedio: Pavimento Convencional vs Pavimento Modificado 1% M.R.	117
Tabla 42 Promedio: Pavimento Convencional vs Pavimento Modificado +1% M.R.	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura de un pavimento.....	27
Figura 2 Producción de mezcla asfáltica con grano de caucho reciclado	28
Figura 3 Estructura de un pavimento articulado.....	33
Figura 4 Estructura de un pavimento rígido	35
Figura 5 Pavimento rígido con refuerzo de acero no estructural.....	35
Figura 6 Pavimento rígido armado con refuerzo continuo.....	36
Figura 7 Pavimento rígido armado con fibras	37
Figura 8 Pavimiento rígido armado con juntas.....	37
Figura 9 Briqueta de mezcla asfáltica compactada	38
Figura 10 Aplicación de la mezcla asfáltica en frío	39
Figura 11 Producción de la mezcla asfáltica en caliente.....	40
Figura 12 Ligante asfáltico.....	41
Figura 13 Filler 0 - 100µm	42
Figura 14 Agregado grueso en canteras	43
Figura 15 Agregado fino en canteras.....	43
Figura 16 Uso del cemento asfáltico en sólido.....	45
Figura 17 Aplicación de asfalto líquido en una carretera.....	46
Figura 18 Tipos de elastómeros.....	49
Figura 19 Tipos de termoplásticos	49
Figura 20 Tipos de termofijos	50
Figura 21 Grano de caucho reciclado.....	51
Figura 22 Fibras de PET para un pavimento	52
Figura 23 Fibras de polipropileno sintética.....	53
Figura 24 Polímero SBS para mezclas asfálticas	54

Figura 25 Requisitos para mezcla de concreto bituminoso	55
Figura 26 Tipo de investigación	59
Figura 27 Diseño de investigación	60
Figura 28 Gráfica de Histograma	70
Figura 29 Gráfica de Ojiva	70
Figura 30 Gráfica de Polígono de Frecuencia	71
Figura 31 Procedimiento de Tesis	71
Figura 32: Palabras claves en la búsqueda de información.....	74
Figura 33: Distribución porcentual de las invesstigaciones encontradas.....	75
Figura 34: Lugar de estudio de las investigaciones.....	76
Figura 35: Cantidad de investigaciones según el año de publicación	76
Figura 36: Cantidad de resultados de Estabilidad Marshall con diferentes porcentajes de cemento asfáltico	77
Figura 37: Cantidad de resultados de Estabilidad Marshall.....	78
Figura 38: Cantidad de resultados del porcentaje óptimo de cemento asfáltico	78
Figura 39 Pavimento Convencional: Estabilidad con 5.0% de cemento asfáltico - Parte I	90
Figura 40 Pavimento Convencional: Estabilidad con 5.0% de cemento asfáltico - Parte II	91
Figura 41 Pavimento Convencional: Estabilidad con 5.5% de cemento asfáltico - Parte I	91
Figura 42 Pavimento Convencional: Estabilidad con 5.5% de cemento asfáltico - Parte II	92
Figura 43 Pavimento Convencional: Estabilidad con 6.0% de cemento asfáltico - Parte I	92
Figura 44 Pavimento Convencional: Estabilidad con 6.0% de cemento asfáltico - Parte II	93
Figura 45 Pavimento Convencional: Estabilidad con 6.5% de cemento asfáltico - Parte I	93
Figura 46 Pavimento Convencional: Estabilidad con 6.5% de cemento asfáltico - Parte II	94

Figura 47 Pavimento Modificado: Estabilidad con 5.0% de cemento asfáltico y 0.5% de material reciclable..... 94

Figura 48 Pavimento Modificado: Estabilidad con 5.5% de cemento asfáltico y 0.5% de material reciclable..... 95

Figura 49 Pavimento Modificado: Estabilidad con 6.0% de cemento asfáltico y 0.5% de material reciclable..... 95

Figura 50 Pavimento Modificado: Estabilidad con 6.5% de cemento asfáltico y 0.5% de material reciclable..... 96

Figura 51 Pavimento Modificado: Estabilidad con 5.0% de cemento asfáltico y 1% de material reciclable..... 97

Figura 52 Pavimento Modificado: Estabilidad con 5.5% de cemento asfáltico y 1% de material reciclable..... 97

Figura 53 Pavimento Modificado: Estabilidad con 6.0% de cemento asfáltico y 1% de material reciclable..... 98

Figura 54 Pavimento Modificado: Estabilidad con 6.5% de cemento asfáltico y 1% de material reciclable..... 98

Figura 55 Pavimento Modificado: Estabilidad con 5.0% de cemento asfáltico y +1% de material reciclable..... 99

Figura 56 Pavimento Modificado: Estabilidad con 5.5% de cemento asfáltico y +1% de material reciclable..... 100

Figura 57 Pavimento Modificado: Estabilidad con 6.0% de cemento asfáltico y +1% de material reciclable..... 100

Figura 58 Pavimento Modificado: Estabilidad con 6.5% de cemento asfáltico y +1% de material reciclable..... 101

Figura 59 Estabilidad Promedio Máxima: Pavimento modificado 0.5% de material reciclable..... 102

Figura 60 Estabilidad Promedio Máxima: Pavimento modificado 1% de material reciclable 103

Figura 61 Estabilidad Promedio Máxima: Pavimento modificado +1% de material reciclable	104
Figura 62 Rango de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento convencional.....	105
Figura 63 Caucho 0.5%: Rango de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado	106
Figura 64 Caucho 1%: Rango de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado.....	107
Figura 65 Caucho +1%: Rango de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado	108
Figura 66 PET 0.5%: Rango de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado	109
Figura 67 PET 1%: Rango de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado	110
Figura 68 PET +1%: Rango de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado	111
Figura 69 SBS 0.5%: Rango de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado	112
Figura 70 SBS 1%: Rango de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado	113
Figura 71 SBS +1%: Rango de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado	114
Figura 72 PP 0.5%: Rango de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado	115
Figura 73 Pavimento Convencional vs Pavimento Modificado con 0.5% de material reciclable.....	116
Figura 74 Pavimento Convencional vs Pavimento Modificado con 1% de material reciclable	117

Figura 75 Pavimento Convencional vs Pavimento Modificado con +1% de material
reciclable..... 118

RESUMEN

La presente investigación se elaboró en base a las diferentes investigaciones realizadas en el Perú, se realizó el análisis comparativo de la Estabilidad Marshall para un pavimento convencional (flexible) y un pavimento modificado, para poder desarrollar la tesis se utilizó un diseño de investigación no experimental, de tipo transversal - descriptivo, la recolección de datos se realizó mediante el análisis documental, utilizando el instrumento ficha resumen, donde se recopiló todas las investigaciones sobre la Estabilidad Marshall realizadas en el Perú con una antigüedad no menor a 10 años; además, con la finalidad de analizar los datos, se empleó la estadística descriptiva. Este estudio se realizó por las constantes fallas que hay en los pavimentos tradicionales generadas por el aumento del tráfico vial, lo que conlleva a una deficiencia en la Estabilidad Marshall (resistencia a las cargas constantes vehiculares). La estabilidad del pavimento aumenta significativamente respecto a un pavimento convencional, se logró determinar que la estabilidad con 0.5% de SBS fue de 1885 Kg, con 1% de Caucho fue de 1391 Kg, con +1% de PET fue de 1340 Kg superando la estabilidad de un convencional de 1273 Kg.

PALABRAS CLAVES: Pavimento modificado, Estabilidad Marshall, Bitumen

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

Actualmente en el mundo hay un crecimiento en la población, tanto en las zonas rurales como en las zonas urbanas, es por ello que el sector transporte tiende a mejorar la calidad de las ciudades produciendo las interconexiones entre ellas, construyendo carreteras pavimentadas que permiten desplazarnos de un lugar a otro en un corto periodo de tiempo con seguridad y facilidad generando una incorporación total en los países y así tengan una mejor economía y un aumento en la competitividad de las actividades productivas.

En Ecuador, se están implementando nuevos procesos constructivos en la construcción, donde uno de ellos es su sistema de red vial, por lo que los investigadores proponen un pavimento asfáltico capaz de disminuir la presencia de fisuras con el método de Marshall a fin que la estabilidad del pavimento aumenta y extiende los años de su vida mayor y obtener porcentajes óptimos de asfalto (Jiménez, 2016)

En los últimos años, Colombia ha presentado una gran alza de transporte terrestre, lo que demanda a realizar una gran red de carreteras nacionales seguras, eficaces y ambientales. Además, el país presenta una variabilidad climática provocando elevadas temperaturas con el paso de los años afectando la infraestructura vial, o que conlleva a realizar mejores diseños de pavimentos, recurriendo a los asfaltos modificados para mejorar sus propiedades reológicas realizando ensayos de estabilidad para proporcionar resistencia y capacidad de carga. (Bejarano & Salgado, 2018)

En los últimos 15 años, Costa Rica ha pretendido reducir la huella de impacto de los neumáticos que se desechan por todo el país y son quemados junto a la basura para desaparecerlas de las calles, lo que genera una alta contaminación al ambiente, es por

ello que una de las propuestas por los expertos en infraestructura vial es usar el caucho como mejorador de los pavimentos asfálticos. Para ello es necesario conocer su composición que cambia respecto al tipo de neumático o del fabricante. Además, recomiendan que el uso de los neumáticos en las mezclas asfálticas como mejorador o modificador deben ser triturados en un tamaño entre los 0.5 mm y 2 mm. Este método ha generado mejoras en las propiedades mecánicas del asfalto como la flexibilidad, adaptarse a las elevadas temperaturas y el aumento de la resistencia a las cargas de tránsito. (Rodríguez, 2016)

En Perú, es muy usual que los pavimentos estén en mal estado, esto se debe a la falta de la resistencia ante las cargas de tránsito, lo que genera un fallo en la Estabilidad, es por eso que la incorporación de productos reciclables en las mezclas asfálticas logra tener una buena adherencia con los materiales y así poder superar y mejorar la Estabilidad, superando los rangos dictados por la MTC (Ramírez & Villafana, 2019). Los ensayos que se realizan en un pavimento convencional para que cumplan con una buena calidad de control, se basan en las diferentes normas brindadas por el MTC. Para realizar nuestra investigación, estudiaremos el comportamiento de la Estabilidad Marshall en un pavimento tradicional y a su vez en un pavimento modificado con el fin de identificar quién presenta un aumento y mejora entre ambos estudios, cumpliendo con los estándares establecidos por la ASTM 6927 o AASHTO T 245. (Chamba & Benavides, 2019) Indicó que el uso de GCR como mejorador en las mezclas asfálticas tiene una buena adherencia con el ligante y los agregados, además de adaptarse para tener una mejor trabajabilidad a altas temperaturas. De igual modo se evidenció que con la incorporación del GCR triturado en la mezcla asfáltica logró tener un aumento en los valores de Estabilidad siendo apto de resistir elevadas cargas de tránsito y evitar fisuras en la carpeta asfáltica.

(Ramírez & Villafana, 2019) Encontró que los resultados obtenidos en los diseños tanto de estabilidad como flujo, la mezcla asfáltica modificada con polímeros SBS Betutec IC demostraron tener un mejor comportamiento que la mezcla asfáltica convencional 60/70. Otro punto importante también es la gradación que logramos conseguir, el esqueleto es más resistente, lo cual, atribuyó una mejor Estabilidad y resistencia a la mezcla asfáltica. El óptimo de líquido asfáltico que se logra mediante el diseño es importante para lograr envolver bien los agregados y darle una mejor durabilidad a la mezcla asfáltica.

(Vega, 2016) Observó que los resultados obtenidos al usar grano de caucho triturado en la mezcla asfáltica, la Estabilidad cumplía con los rangos dichos por la norma, mejorando su resistencia a las cargas de tránsito, sin embargo, también demostró que usar mucho material reciclable en la mezcla asfáltica, produce una reducción de la Estabilidad Marshall y a su vez un debilitamiento del pavimento.

Los antecedentes presentaron conclusiones sobre cómo se ve afectado el adicionar material reciclable en el ensayo de estabilidad, siendo el pavimento modificado una excelente propuesta en el mundo de la construcción debido a los diferentes resultados expresados por varios autores en donde indican que dicho pavimento tiene un mejor comportamiento respecto a uno convencional.

BITUPER SAC. (2013) comenta que tienen gran interés en dar una moderna tecnología a los asfaltos, perfeccionando sus propiedades en general, materiales de calidad y mejor costo/beneficio, es por eso que han decidido modificarlas con polímeros, caucho y elastómeros; los cuales mejoran su comportamiento frente a cargas de servicio elevadas, aumentando su elasticidad a temperaturas bajas y su estabilidad frente a altas temperaturas. A esta característica mecánica se le llama susceptibilidad térmica.

TDM ASFALTOS (2016) demuestra que los asfaltos modificados con polímeros elastoméricos como el SBS TPE u otros tienen una mejor conducta que los asfaltos convencionales, como proporcionar altas resistencias a la estabilidad en cambios de temperatura, tanto altas como bajas, aumentando el periodo de vida útil del pavimento. Tal es el caso en Bolivia, donde se han construido más de 400 kilómetros de carretera con asfalto modificado, dicha solución para evitar las fisuras por contracción térmica. En los últimos años a nivel mundial se viene presentando variedad de fallas en la construcción de un pavimento, en muchos casos se desconoce el problema por el cual se origina, sin embargo, esto se presenta básicamente debido a un mal cálculo y diseño de dicho pavimento. Esto a muchos países nos lleva a pensar en distintas soluciones de cómo contrarrestar dichas fallas y como principal solución tenemos los pavimentos modificados que básicamente son el añadir material reciclable a las mezclas asfálticas para poder mejorar sus propiedades mecánicas frente a los factores externos a los que está expuesto.

Esas fallas se deben a que en los últimos años el nivel de tráfico viene creciendo considerablemente. De igual manera la contaminación es un problema que ya se viene dando desde hace mucho tiempo, la cual afecta al clima presentando variaciones en la temperatura y produciendo un desgaste rápido en éste. Por eso la importancia de tener en cuenta el tema de estabilidad en un pavimento viene a ser un requisito primordial en el tema de la construcción de las vías.

El propósito de la presente investigación es comparar las propiedades físicas y mecánicas del pavimento modificado respecto a un convencional, al adicionar un porcentaje de material reciclable como los elastómeros, termofijos, termoplásticos, etc. De modo que sean implementadas en la construcción de las redes viales y así mejorar su estabilidad frente a cargas elevadas para que sus propiedades sigan siendo

homogéneas al soportar variaciones de temperaturas y no presentar deformaciones.

También fue necesario realizar un análisis en el pavimento convencional, donde se realizó la correcta metodología a través de la búsqueda y selección de información de distintas investigaciones encontradas en todas las fuentes que sean necesarias.

Esta investigación se justifica en cómo impedir fallas en el pavimento, evitando accidentes por los ahuellamiento o baches que dejan al pasar las cargas pesadas constantes de tránsito, asimismo su proceso constructivo en climas variados y que no presenten fisuras o agrietamientos, debido a que su mantenimiento tiene un elevado costo. También tomamos conciencia sobre el reciclaje del material, uno de los problemas más grandes del mundo, donde esta investigación interactúa con ellos y así poder reutilizarlos y disminuir la contaminación ambiental.

1.2 Antecedentes de la investigación

“Estudio comparativo del comportamiento a compresión de pavimentos asfálticos flexibles: convencional y con adición de polímeros reciclados”

(Gastelo & Chávez, 2021) Realizó una comparación de como actúo el pavimento asfáltico flexible y el pavimento asfáltico modificado con adición de polímeros reciclados a través de la propiedad mecánica de la compresión. Para construcciones de pavimentos de mezcla asfáltica en caliente, se utilizó el ensayo de Método Marshall que comprende en realizar un conjunto de probetas con un espesor de 64 mm y con un diámetro de 102 mm, con una cierta cantidad de cemento asfáltico y de agregados, pero variando la cantidad de cemento asfáltico. Esto les proporcionó hallar el contenido óptimo de asfalto para poder cumplir las propiedades de durabilidad y resistencia. Luego se diseñaron probetas con varios porcentajes de polímeros y con un porcentaje óptimo de cemento asfáltico para analizar el cambio de comportamiento de sus propiedades mecánicas con respecto al pavimento convencional. Se determinó que con una mezcla tradicional con 5.0% de cemento asfáltico obtuvo una

Estabilidad de 1080 Kg; con 5.5%, 1109 Kg; con 6.0%, 1093 Kg y con 6.5%, 1026 Kg; además mostró que obtuvo una Estabilidad de 1127 Kg con un contenido óptimo de 5.75% de asfalto y una Estabilidad de 1413 Kg con un contenido óptimo de 6.73% con polímero reciclado. Se concluyó que con un asfalto modificado con polímero al 6.73% como contenido óptimo tiene un incremento y mejora de estabilidad en un 25.38%. Esto se debe a que los agregados, el cemento asfáltico y el polímero tuvieron buena adherencia mejorando la resistencia de la mezcla. (pág. 154)

Respecto a este estudio, aporta la idea de cómo la variación de porcentaje de 0.5% de cemento asfáltico, la Estabilidad Marshall tiende a subir debido a que la mezcla tiene una mejor resistencia, deformación y adherencia con los agregados, pero hasta un cierto límite porque al aumentar mucho ligante asfáltico, la mezcla tiende a ser muy bituminosa y viscosa, lo que hace que pierda rigidez y resistencia a las deformaciones permanentes.

“Aplicación de Método Marshall en el Diseño de una mezcla asfáltica incorporando escoria de acero y caucho triturado”

(Castillo & Moreno, 2021) Analizó la contribución del uso de escoria de acero y del caucho triturado en el planteamiento de una mezcla asfáltica empleando el método Marshall. Se realizó un número de briquetas con una mezcla convencional a partir de 5.0% de asfalto hasta el 6.5% de asfalto con una variación de aumento de 0.5% y así poder hallar el contenido de cemento asfáltico óptimo y luego se realizó briquetas con mezclas asfálticas modificadas con caucho triturado desde el 0.20% hasta el 1.0% con una variación de aumento de 0.20% y con agregado de escoria de acero desde el 3.0% hasta el 15% con una variación de aumento de 3.0% en la combinación de los materiales. Se determinó que para una mezcla tradicional con 5.0% de cemento asfáltico obtuvo una Estabilidad de 1309 Kg; con 5.5%, 1331 Kg; con 6.0%, 1337 Kg y con 6.5%, 1303 Kg; además mostró que obtuvo una Estabilidad de 1335 Kg con un contenido óptimo de 5.8% de asfalto. Luego se trabajó con un porcentaje de

caucho triturado de 1.0% en las mezclas asfálticas con 5.0% de cemento asfáltico, donde obtuvo una Estabilidad de 1217 Kg; con 5.5%, 1455 Kg; con 6.0%, 1848 Kg y con 6.5%, 1715 Kg; además mostró que obtuvo una Estabilidad de 1692 Kg con un contenido óptimo de 5.8% de asfalto. Se concluyó que el uso desde el 0.20% hasta el 1.0% de caucho con una variación de aumento de 0.20% tuvo mejores valores de estabilidad con respecto a la mezcla asfáltica convencional, además de cumplir con los requisitos dictados por la MTC y que el uso adecuado de caucho triturado es de 0.8% para mejoras de la mezcla asfáltica. (pág. 104)

Mediante esta investigación, vemos muy a fondo a través del ensayo de estabilidad que el uso de caucho triturado en el pavimento modificado posee mejores propiedades mecánicas respecto al pavimento convencional como la resistencia a las deformaciones producidas por las cargas de tránsito como gran problema a lo que está expuesto el pavimento y que sus resultados cumplen con los rangos estipulados en la EG – 2013.

Diseño de mezcla asfáltica incorporando geomallas de botellas recicladas para mejorar la transitabilidad en el sector Tarapotillo, Tarapoto-2018.

(Arévalo, 2019) Contribuyó al análisis del diseño de una mezcla asfáltica integrando fibras de geomalla hechas de botella de plástico (PET) para optimizar la transitabilidad en el sector Tarapoto 2018. Se propuso una alternativa de diseño de pavimento con el ensayo Marshall usando probetas con porcentajes de asfalto entre los rangos de 5.0% a 6.5% con un aumento de 0.5% en la mezcla y así hallar el porcentaje óptimo de trabajabilidad. Este mismo procedimiento se realizó para el pavimento modificado con 1.0% de PET, en donde se agregó fibras delgadas de geomallas hechas de botellas de plástico dentro de la mezcla asfáltica y hallar su contenido óptimo de asfalto para mejoras de trabajabilidad y resistencia. Se determinó que para una mezcla tradicional con 5.0% de cemento asfáltico obtuvo una Estabilidad de 910 Kg; con 5.5%, 1065 Kg; con 6.0%, 987 Kg y con 6.5%, 964 Kg; además mostró que obtuvo una Estabilidad de 900 Kg con un contenido óptimo de 6.0% de asfalto.

A su vez se trabajó con un porcentaje de PET al 1.0% en las mezclas asfálticas con 5.0% de cemento asfáltico, donde obtuvo una Estabilidad de 1346 Kg; con 5.5%, 1537 Kg; con 6.0%, 1263 Kg y con 6.5%, 1075 Kg; asimismo mostró que obtuvo una Estabilidad de 1200 Kg con un contenido óptimo de 5.75 % de asfalto. A partir de los resultados obtenidos en el ensayo Marshall, se constató que hay una mejora eficiente de aumento de Estabilidad en 210 Kg de la mezcla asfáltica modificada respecto a una mezcla tradicional, lo que implica que el uso de geomallas hechas de (PET) aumenta su capacidad de resistir cargas de tránsito. (pág. 91)

Esta tesis permite tener una idea de cómo afecta el uso del polímero PET a las mezclas asfálticas, dando mejoras en las propiedades mecánicas como la resistencia, adherencia y durabilidad frente a las cargas vehiculares. Además, invita a investigar como es el comportamiento frente a otros tipos de polímeros como el SBS, PVC, PEBD, entre otros como modificador del asfalto y analizar los resultados otorgados por el Ensayo Marshall.

“Comparación de asfalto convencional frente a asfalto modificado con material orgánico y granulo de caucho”

(Montejo & Nieto, 2020) Se verificó los resultados obtenidos de un cemento asfáltico MDC – 19 tradicional frente a un cemento asfáltico modificado con agregados orgánicos y granos de caucho. Este estudio también realizó los ensayos Marshall con una cantidad de agregados pétreos según su granulometría, un porcentaje de cemento asfáltico con valores de 4.5%, 5.0%, 5.5% y 6.0% en la mezcla convencional y luego se analizó y comparó con 3 proyectos de pavimento modificado con adición de bagazo, coco y GCR. Se obtuvo resultados de laboratorio con los porcentajes de la mezcla asfáltica tradicional con 4.5% de cemento asfáltico obtuvo una Estabilidad de 1219 Kg; con 5.0%, 1287 Kg; con 5.5%, 1346 Kg y con 6.0%, 1087 Kg; además mostró que obtuvo una Estabilidad de 1346 Kg con un contenido óptimo de 5.5% de asfalto. Este contenido óptimo se comparó con los resultados de los 3

proyectos con sus respectivos datos, donde el contenido de asfalto óptimo con uso de bagazo obtuvo un 5.0%; el uso de coco, 6.5% y el uso de grano de caucho reciclado (GCR), 7.0%. A partir de la investigación realizada por medio del ensayo Marshall se consiguió un porcentaje de 5.5% de volumen de cemento asfáltico al realizar probetas con porcentajes desde 4.5% hasta 6.0% con variación de aumento de 0.5%, estando las cargas dentro de los rangos de las especificaciones propuestas por INVIAS. Además, hubo un aumento de Estabilidad por parte del grano de caucho de 550 Kg que implica una mejor resistencia a las cargas vehiculares. (pág. 93)

Este proyecto ayuda a entender que para obtener la carga máxima que puede aguantar un pavimento, se debe probar con varios porcentajes de mezcla asfáltica bien diseñadas, combinadas y compactadas para no tener resultados discordantes hasta hallar un contenido óptimo de asfalto que cumpla con los rangos específicos propuestos por la norma. También rescatamos que el uso de grano de caucho reciclado en el pavimento tiene una mejor consistencia a los bajos vacíos de aire al dar una buena compactación.

“Mezcla asfáltica modificada con PET. Características que aporta el PET (polietileno tereftalato) en la mezcla de asfalto”

(Herrera & Valencia, 2021) Se determinó si el añadir tereftalato de polietileno a la mezcla bituminosa tuvo iguales o mejores resultados respecto a una mezcla tradicional respetando los rangos específicos de la norma INVIAS y disminuir la contaminación del ambiente producida por el plástico. Se empezó con la adquisición de los materiales necesarios como los agregados pétreos, ligantes asfálticos y fibras de tereftalato de polietileno (PET) para la elaboración del pavimento modificado. Luego se realizó las probetas con la combinación de los materiales a una temperatura entre 140°C y 145°C y luego ser compactas con 75 golpes en caída libre por diseño de tránsito pesado. Luego se aplicó el ensayo Marshall para hallar las cantidades óptimas de cemento asfáltico y fibras de tereftalato de polietileno cumpliendo

las normas de INVIAS. Se evaluó el comportamiento mecánico para mezcla asfáltica modificada con 2.5% de PET, donde se obtuvo que con 5.0% de cemento asfáltico obtuvo una Estabilidad de 1171 Kg; con 5.5%, 1237 Kg; y con 6.0%, 1284 Kg; asimismo presentó una Estabilidad de 1290 Kg con un contenido óptimo de 5.8% de asfalto. Se definió que para que la mezcla sea uniforme se debe añadir un 56% de agregado grueso y 41.5% de agregado fino en diferentes tamaños y con una cantidad de fibras de tereftalato de polietileno al 2.5% a la mezcla, el asfalto modificado perfecciona sus propiedades mecánicas y extiende la vida útil reduciendo su daño causado por las cargas excesivas de tránsito. (pág. 32)

Respecto a este estudio experimental, enseña que el proceso de la adición de los polímeros en otros países tiene una efectividad y relevancia muy importante en los pavimentos convencionales, debido a que sus resultados alteran e innovan sus propiedades a una mejora de Estabilidad Marshall, mostrando una deformación significativa a las cargas de tránsito y que incrementa su durabilidad, cumpliendo las especificaciones técnicas de la norma de INVIAS.

“Estudio del caucho triturado, materiales reciclables como agregado en mezclas de concreto asfáltico”

(Jerez & Ossa, 2021) Se calculó y se detalló las características del (GCR) como material de agregado en la mezcla densa en caliente (MDC-25). Se desarrolló los ensayos Marshall para hallar, con la elaboración de briquetas con porcentajes de asfalto de 4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5%, el contenido óptimo de asfalto. A la vez se hizo el mismo proceso con briquetas modificadas con GCR en porcentajes de 1.0% y 2.0% en la mezcla asfáltica. Se determinó que para una mezcla asfáltica con 0.0% GCR con porcentajes de 4.5% de asfalto obtuvo una Estabilidad de 981 Kg; con 5.0%, 1169 Kg; con 5.5%, 855 Kg; con 6.0%, 776 Kg y con 6.5%, 551 Kg; además mostró que obtuvo una Estabilidad de 906 Kg con un contenido óptimo de 5.7% de asfalto. Para una mezcla asfáltica con 1.0% GCR con porcentajes de

4.5% de asfalto obtuvo una Estabilidad de 1189 Kg; con 5.0%, 1326 Kg; con 5.5%, 537 Kg; con 6.0%, 468 Kg y con 6.5%, 343 Kg; además mostró que obtuvo una Estabilidad de 959 Kg con un contenido óptimo de 5.3% de asfalto. Para una mezcla asfáltica con 2.0% GCR con porcentajes de 4.5% de asfalto obtuvo una Estabilidad de 1179 Kg; con 5.0%, 1331 Kg; con 5.5%, 540 Kg; con 6.0%, 443 Kg y con 6.5%, 336 Kg; además mostró que obtuvo una Estabilidad de 1213 Kg con un contenido óptimo de 4.6% de asfalto. Se dedujo que existe una mejora de Estabilidad en las probetas alteradas con caucho, que pueden ser usadas para diseños de vías de tránsito mediano (Tipo N2); sin embargo, solo la mezcla asfáltica modificada con 2.0% de GCR cumple con el esquema de vías de tránsito alto (Tipo N3). (pág. 51)

Este estudio permite tener una idea de cómo es el diseño de un pavimento modificado con el grano de caucho reciclado, dando resultados propicios a la investigación, además de cómo se comporta sus propiedades mecánicas frente a cargas máximas y su aumento de periodo de vida de un pavimento. La utilización del caucho en las mezclas debe ser consciente y medido, porque el mal uso de ellas puede generar más contaminación.

1.3 Bases Teóricas

1.3.1 Estabilidad Marshall

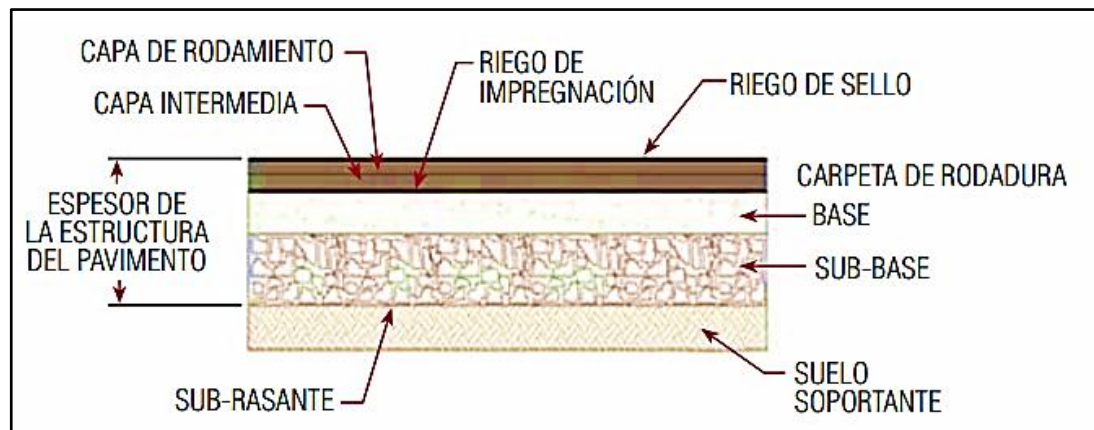
Es uno de los ensayos de prueba en el método Marshall, es la resistencia máxima a la deformación que puede soportar un pavimento a continuas cargas de tránsito. Los resultados que arroja la estabilidad pueden estar expresados tanto en kilogramos (Kg), kilonewtons (kN) o libras (lb) y que pueden cambiar según la gradación de los agregados pétreos y el porcentaje del ligante asfáltico utilizado. (MTC, 2016)

1.3.2 Pavimento Flexible (Convencional)

Es una estructura o armadura, donde su composición principal es el terraplén, subrasante, subbase, base y carpeta asfáltica o carpeta de rodadura; cada una de estas con un espesor que cumpla con el diseño del pavimento según las cargas vehiculares de tránsito que tengan que pasar por la futura carretera. Utiliza materiales bituminosos obtenidos del petróleo o asfalto y del alquitrán de la hulla como aglomerante, agregados finos y gruesos (arena, grava y piedra chancada) y en algunos casos aditivos, debido a que las vías de tránsito se imponen más a exigencias mayores. (MEF, 2015)

Figura 1

Estructura de un pavimento



Nota: Extraído de Pautas Pavimentadas – MEF

1.3.3 Pavimento modificado

La mezcla asfáltica modificada consiste en la incorporación de material reciclable como los polímeros, grano de caucho, polipropileno, entre otros, siendo un agregado estable a los efectos de temperatura y resistencia, que modifican sus propiedades viscoelásticas, cohesión y deterioro con el paso del tiempo, además de reforzar la resistencia a la deformación y a los esfuerzos de tensión, generados por las cargas de

tránsito. La mezcla asfáltica debe estar a una adecuada temperatura al momento de unir los agregados, para no dañar el material reciclable. (MTC, 2013)

Figura 2

Producción de mezcla asfáltica con grano de caucho reciclado



Nota: Extraído de Proceso de adición del Grano de Caucho Reciclado - Infraestructura

Nuestro estudio se centra en la modificación de la mezcla asfáltica con polímeros que son un gran componente para el pavimento, debido a que en la actualidad hay una mayor demanda de cargas elevadas de tránsito y un cambio climático muy variado, haciendo más resistente a las carreteras y disminuyendo el daño por agrietamientos, problemas que se ha visto mucho en los pavimentos flexibles como las deformaciones al estar tanto en elevadas temperaturas o sufrir fisuras o fracturas de la capa de rodadura al estar en bajas temperaturas. (E – asphalt, s.f.)

1.3.4 Pavimento

La contextura de un pavimento se da por la agrupación de varias capas o recubrimientos en forma horizontal una encima de otra, planteadas y construidas por materiales adecuados y bien compactados. Se asientan sobre la subrasante obtenida por el movimiento de tierras de una carretera. Estas capas son diseñadas para resistir adecuadamente los esfuerzos o cargas pesadas de tránsito, distribuidas durante un

periodo por todo el pavimento, asentándose sobre la subrasante dada por el movimiento de tierras. (Montejo, 2001)

Es una estructura de varias capas que se construye sobre la subrasante con la finalidad de resistir los esfuerzos generados por los distintos vehículos, a su vez mejorar la seguridad para el tránsito. Generalmente está conformado por la carpeta asfáltica, base, subbase, subrasante, drenaje y terraplén. (MEF, 2015)

Carpeta asfáltica: Es el recubrimiento o parte sobresaliente del pavimento. Dicha carpeta asfáltica puede ser de patrón pavimento flexible (mezclas bituminosas), pavimentos semirrígidos (construcción de adoquín intertrabado) y pavimento rígido (concreto de cemento portland), donde su principal función es que soporte las cargas pesadas directas de tránsito. (MEF, 2015)

Base: Es el recubrimiento inferior a la carpeta asfáltica, diseñado estructuralmente con un espesor dimensionado, donde su objetivo es transmitir las cargas pesadas de tránsito a la subbase, subrasante y terraplén. Dicho recubrimiento debe construirse con componentes granulares ($CBR > 80\%$) para que pueda drenar, además de cumplir la resistencia interna necesaria. (Montejo, 2001)

Subbase: Es un recubrimiento específico tanto de componentes como del espesor de diseño, que se encuentra por debajo y soporta a la base y la carpeta asfáltica. Dicha capa se diseña y se utiliza como capa de drenaje. Además, esta capa tiene un detalle en la construcción del pavimento al momento de su diseño y es que se le puede obviar. Esta capa tiene que cumplir con los parámetros del ($CBR > 40\%$) y puede ser de un material granular. (MEF, 2015)

Subrasante: La subrasante viene a ser el recubrimiento donde se asienta el diseño estructural del pavimento. Su particularidad de definir los materiales a usar en la subrasante se da por el Módulo de Resiliencia (M_r). Esta capa se diseña para aguantar la

carga que se transfiera a la superficie asfáltica, da apoyo como si fuera un cimiento que impide que tenga contacto con el terraplén. (Chávez, s.f.)

Drenaje: Se trata de un recubrimiento que se ubica por debajo de una superficie asfaltada, establecidas por un material filtrante. Esto se complementa con la pendiente del pavimento y las instalaciones de salidas, filtrándose desde la zona exterior de la carpeta asfáltica. Dicho recubrimiento se puede tratar de un material granular, ligantes o cemento. (Sánchez, 2016)

Terraplén: Es el primer recubrimiento formado por fragmentos de roca, lucros obtenidos por la elaboración de cortes o la procedencia de bancos, fuera de alcance de materiales orgánicos o despalmes. Es la capa que consigue el nivel de desplante para la cimentación de la subrasante. (Jiménez, 2009)

Los tipos de capas de rodadura bituminosa que se construyen en las vías son:

- **Mortero asfáltico:** El mortero asfáltico, también llamado lechada asfáltica o slurry seal consiste en la aplicación de composiciones de emulsiones asfálticas innovadas o no con agregados pétreos, material reciclable o aditivos, encima de la superficie de una carretera de acuerdo a las especificaciones técnicas del proyecto, siendo de muy poca durabilidad y sustituido con frecuencia, razón por la que su costo es elevado. (MTC, 2013)
- **Tratamiento superficial:** Al tratarse de los tratamientos superficiales, nos referimos a la distribución de una o más capas superficiales (agregados, asfalto y aditivos si es que lo necesita) como uso de protección a la carpeta asfáltica, siendo extendida y compactada a un solo recubrimiento. Dicho tratamiento se puede aplicar más de una vez, con recubrimientos superficiales con materiales de menor dimensión (MTC, 2013)

- **Micropavimentos:** El micropavimento es una clase de compuesto de emulsión asfáltica de gran rendimiento tanto en la reparación de ahuellamientos, desintegración y oxidación y como en las características de fricción del asfalto con un uso elevado de tránsito vehicular. Los materiales que componen al micropavimento son las emulsiones asfálticas, agregados triturados, filler mineral, agua y a veces modificadas con polímeros, todas con proporciones adecuadas para su conservación. (Barrionuevo, 2012)

Entre otros modelos de pavimentos que se construyen en el Perú, incluidos en el Manual de Carreteras son los siguientes:

- Pavimentos articulados
- Pavimentos rígidos

1.3.4.1 Pavimento Articulado

El pavimento articulado, es una armadura diseñada por una capa de rodamiento compuesta con bloques de concretos prefabricados, llamados adoquines. Dichos adoquines están sentados sobre una cama de arena delgada, separadas por juntas de arena, a la vez todas ellas apoyadas y soportadas por los revestimientos de la base y subbase granular, confinadas por sus laterales por cordones o bordes que actúan todas en un conjunto, transmitiendo las magnitudes y frecuencias producidas por las cargas de tránsito por toda la estructura. (Montejo, 2001)

Sello de arena: El sello de arena viene a ser el relleno de las juntas que hay entre los adoquines. Dicho agregado debe estar exento de elementos orgánicos, finos plásticos o contaminantes, hallándose en estado seco y suelto para que pueda ingresar de barrido en su totalidad y bien compactado a las juntas. Este material

arenoso no debe ser combinado con ningún otro material como la cal, mortero o cemento, pues el sello quedaría rígido. (Requejo, 2017)

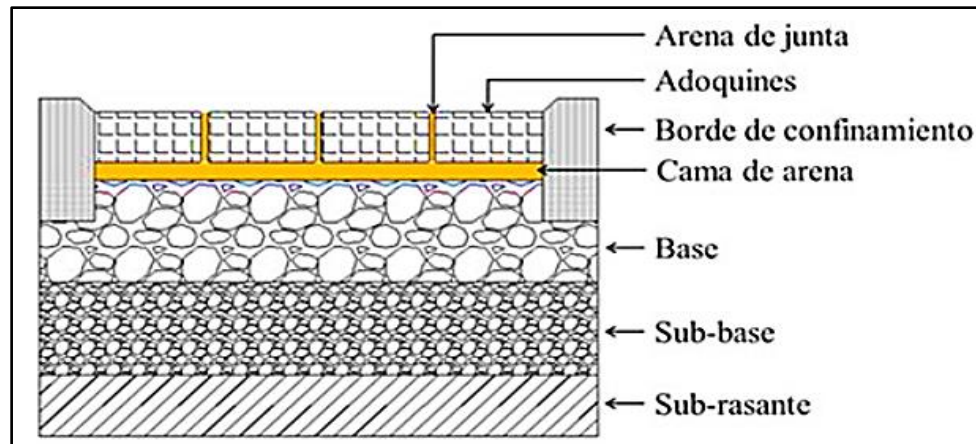
Adoquines: El adoquín viene a ser una pieza maciza prefabricada, producidas en una mezcla cemento, agua, arena y piedra, moldeadas de forma rectangular, cuadradas, bicapas, gramoquines o losetas táctiles usadas como capa de rodadura que trabajan para soportar una resistencia apropiada a las cargas pesadas de tránsito y sobre todo al desgaste. Estas pueden ser usadas desde vías de tránsito hasta pistas de aterrizaje. (Cementos & Pacasmayo, 2015)

Borde de confinamiento: El confinamiento es la parte más importante del pavimento, porque evita que el tránsito vehicular rompa la carpeta de rodadura que está vinculada a todo el sistema de compactación de la estructura del pavimento, interrumpiendo su desplazamiento por las cargas vehiculares. Estos bordillos tienen que diseñarse de muy buena calidad porque estarán en fricción con las llantas de los vehículos o como estructura interna como paso de cunetas, sumideros o cámaras de inspección. (García, 2020).

Cama de arena: También llamada capa de arena o lecho de arena. Viene a ser un recubrimiento con material de arena gruesa y suelta, libres de elementos orgánicos, finos plásticos o contaminantes que va como colchón encima de la base, siendo sus funciones de descanso de la capa de rodamiento (adoquines) y como filtrante de agua evacuando en la superficie del pavimento, frenando la formación de charcos. (Montejo, 2001)

Figura 3

Estructura de un pavimento articulado



Nota: Extraído de Análisis de métodos de diseño de pavimentos de adoquines de hormigón - Scielo

1.3.4.2 Pavimento Rígido

También llamado pavimento hidráulico. Este trabajo de diseño de pavimento, se realiza con la fabricación de losas rectangulares de concreto hidráulico simple con cemento Portland como aglomerante, agregado grueso y fino y en caso el uso de aditivos, separadas por juntas transversales y longitudinales, o diseñadas con concreto hidráulico armado con refuerzo de acero para aguantar las presiones de contracción y evitar o controlar los agrietamientos de las losas de concreto. Dichas losas descansan sobre la base y subbase. Los pavimentos rígidos tienden a aguantar mayores cargas vehiculares de tránsito que un pavimento flexible, debido a que su deformación del hormigón es mucho menor a la de un pavimento flexible. (MTC, 2013)

Juntas: El planteamiento de usar juntas en las losas de concreto, tiene como propósito controlar las fisuras y agrietamientos producidas por la temperatura, permite sus movimientos de la losa y protegerla de las cargas estructurales. Las 2

juntas que se construyen, son las longitudinales que dividen los carriles y controlan los agrietamientos y las transversales que son diseñadas para el movimiento de las losas de concreto y como transferencia de las cargas de tránsito en la base y subbase. (Toxement, 2019)

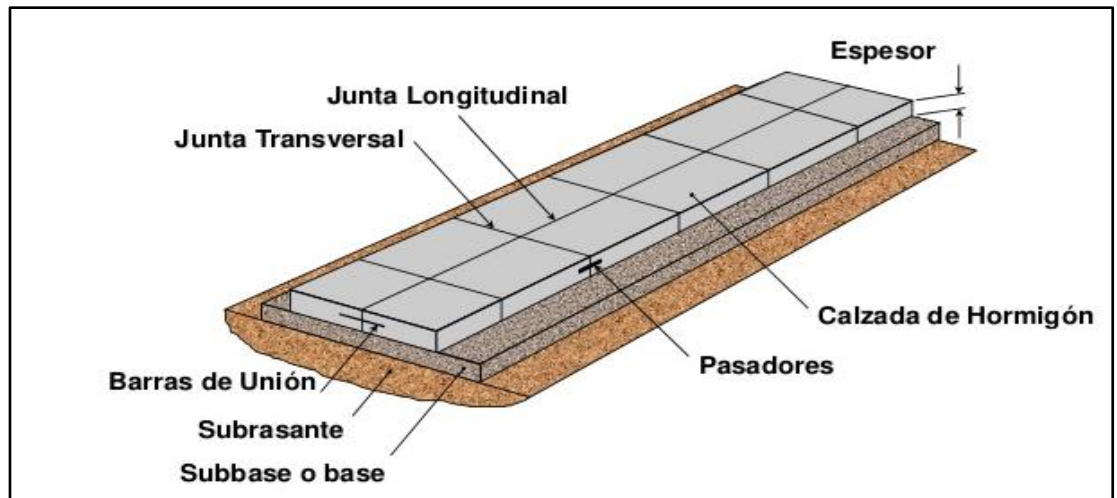
Pasadores: Los pasadores son barras de acero liso con límite de fluencia (4200 kg/cm²) que funcionan como mecanismo de soporte para respaldar las cargas distribuidas generadas por el tránsito vehicular a todas las losas de concreto de la capa de rodadura, siendo independientes de cualquier deformación que impida su movimiento dentro del concreto. (MTC, 2013)

Barras de unión: Las barras de unión o también llamadas barras de amarre son de composición de acero corrugado con límite de fluencia (4200 kg/cm²), situadas a lo largo de las juntas longitudinales donde su objetivo principal es de impedir el desplazamiento o levantamiento entre las losas de concreto y la separación o abertura de las juntas. (MTC, 2013)

Calzada de Hormigón: Son losas casi siempre de forma rectangular con un espesor no menor a 15 centímetros, hechas de cemento hidráulico y agregados, que por sus materiales son los adecuados al darle una rigidez y un gran módulo de elasticidad a la capa de rodadura, haciendo que esta absorba una gran fracción de esfuerzos producidas por las cargas de tránsito sobre el pavimento, generando tensiones muy reducidas en la subrasante con una buena distribución de las losas de concreto. Por el diseño del tráfico vehicular del pavimento, las losas pueden contener una armadura de acero para controlar los agrietamientos, absorber las deformaciones de la capa de rodadura o aguantar las tensiones de contracción. (Luna, 2017)

Figura 4

Estructura de un pavimento rígido



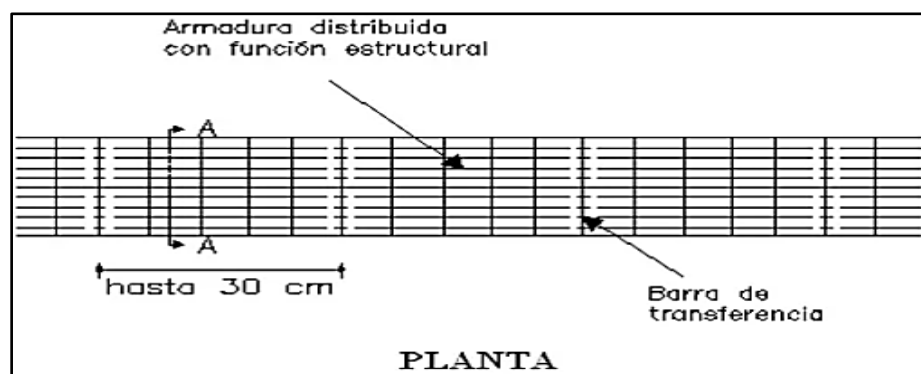
Nota: Extraído de Pavimento Rígido - GoCongr

Existen 4 tipos de armados para la calzada de hormigón en el pavimento rígido:

a) Refuerzo de acero no estructural: Este tipo de armado se realiza con un tipo de barra de transferencia, donde su propósito es de aguantar la contracción generadas por las tensiones y de contrastar o evitar de manera mínima los agrietamientos de un concreto en estado joven. (CivilGeek, 2011)

Figura 5

Pavimento rígido con refuerzo de acero no estructural

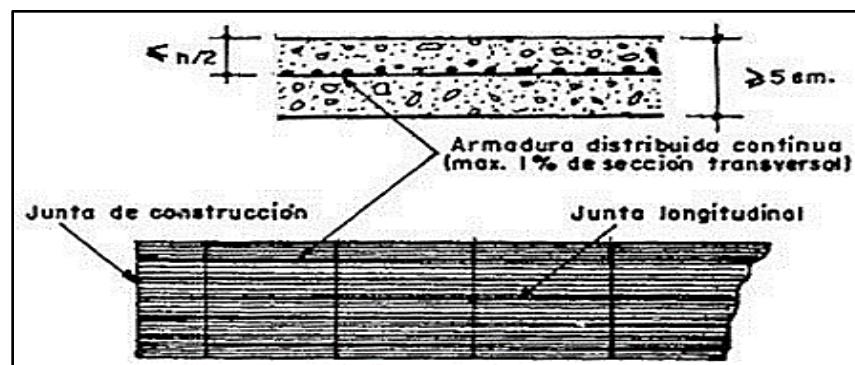


Nota: Extraído de Tipos de Pavimentos Rígidos – Wilder Luna

b) **Armado con refuerzo continuo:** Este tipo de armado con refuerzo se caracteriza por la no construcción de juntas de contracción. Esto se debe a que la armadura estructural se apropia de todas las distorsiones generadas por la temperatura. La armadura contiene un refuerzo longitudinal que recorre todo el pavimento y un refuerzo transversal que puede ser añadido o no según el diseño del pavimento. (Luna, 2017)

Figura 6

Pavimento rígido armado con refuerzo continuo



Nota: Extraído de Tipos de pavimentos de concreto – Civilgeeks

c) **Armado con fibras:** Este tipo de armado se caracteriza por su alto costo de construcción, pero que se compensa por sus factores de diseño como la reducción del espesor de la carpeta de rodamiento, incremento de la fuerza a la tracción, resistencia a flexo tracción y durabilidad. El tipo de fibras que se utilizan en la losa de concreto son de acero, propileno, carbón, etc. Este tipo de armado se usa para pavimentos que puedan soportar altas cargas de tránsito como puentes, portuarios o aeropuertos. (Luna, 2017)

Figura 7

Pavimento rígido armado con fibras

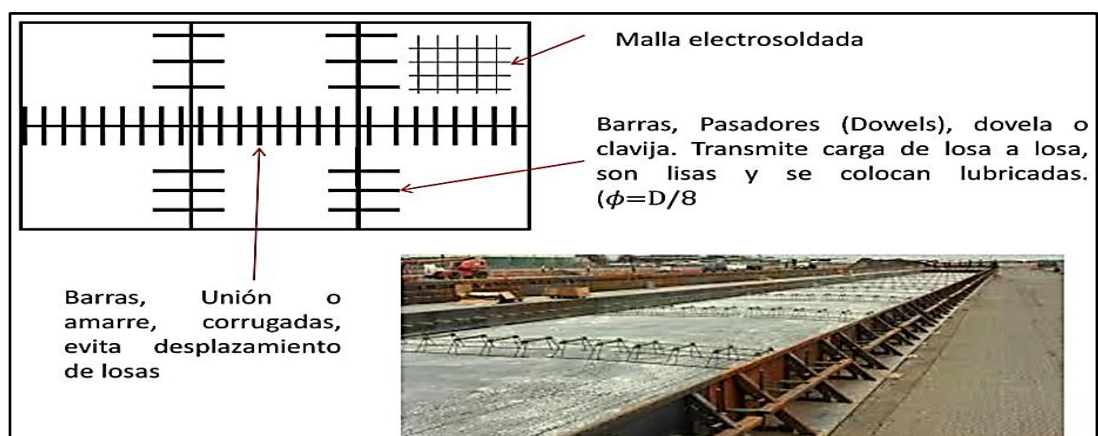


Nota: Extraído de Cuatro tipos de hormigón reforzado con fibras - BH Concretos

d) Armado con juntas: Tiene el mismo propósito de construcción al de un pavimento con fibras, la cual es soportar altas cargas de tránsito, pero que con el paso del tiempo se ha dejado atrás su diseño debido a su alto costo y tener una baja calidad. Este armado se diseña con pasadores y barras de unión que refuerzan a losas de concreto de mayor tamaño debido a un aumento de separación de las juntas. (Luna, 2017)

Figura 8

Pavimento rígido armado con juntas



Nota: Extraído de Diseño de Pavimentos Rígidos - Johannes Briceño

1.3.5 Estudio del Pavimento Flexible

1.3.5.1 Mezcla asfáltica

Las mezclas asfálticas llamadas también concreto bituminoso, hormigón asfáltico, mezcla bituminosa, cemento asfáltico o popularmente conocida como asfalto, está formada por una combinación de áridos pétreos, un polvo mineral o filler y ligante asfáltico, las cuales en porcentajes exactos pueden ser empleadas en la construcción de una carretera según cómo demande su diseño. Dichas mezclas deben ser sólidas y perdurables, resistentes al agua e impermeables para que sus agregados no tengan contacto directo con los agentes atmosféricos. Este material es usado para la carpeta de rodadura en carreteras, autopistas, pavimentos industriales, aeropuertos, etc. donde su propósito es trasladar las cargas de tránsito a las demás capas inferiores, además de ofrecer una capa de rodadura segura y económica para la fácil circulación vehicular en las vías de tránsito. (Laboratorio Nacional de Vialidad, 2015).

Figura 9

Briqueta de mezcla asfáltica compactada



Nota: Extraído de Selección de tipo de mezcla asfáltica – RAMCODES

1.3.5.1.1 Mezclas asfálticas en frío

Consiste en una agrupación de mezclados de áridos pétreos con o sin polvo material con emulsiones asfálticas, siendo todo su tratamiento realizado a temperatura ambiente. Estas mezclas se clasifican por su buena trabajabilidad, debido a que pueden permanecer por mucho tiempo como un ligante viscoso bajo, endureciéndose la mezcla rápidamente al realizar las capas de rodadura. Este tipo de mezcla ha sido usada para la reparación de baches o desgastes de la capa, pero que últimamente ha dejado de producirse en algunos lugares por su baja durabilidad, causando reparaciones muy temporales por falta de su efectividad y a su vez por ser muy contaminante debido al empleo de emulsiones asfálticas. (Padilla, 2004).

Figura 10

Aplicación de la mezcla asfáltica en frío



Nota: Extraído de Mezcla asfáltica en frío - PRIME Soluciones

1.3.5.1.2 Mezclas asfálticas en caliente

Consiste en la agrupación de materiales uniformemente mezclados con el hormigón asfáltico en una planta de asfalto. El recubrimiento bituminoso debe estar cubierto por todos los materiales, por ello estos deben estar

calientes a una determinada temperatura, superior a la ambiental, antes de ser mezclados para conseguir una mejor trabajabilidad y fluidez. (Montejo, 2001)

Las ventajas que tiene la mezcla asfáltica en caliente es su durabilidad al ambiente, por eso se usa mucho en la construcción de carreteras. También se destaca por su resistencia al presentar mínimas fracturas por las altas y bajas temperaturas y también por la humedad. Todas estas ventajas se logran si se obtiene una gran mezcla homogénea y uniforme, luego de que todos los agregados hayan sido templados a la temperatura óptima. Esto también puede generar un periodo de vida del pavimento por años. (Involucra S.L, 2021)

Figura 11

Producción de la mezcla asfáltica en caliente



Nota: Extraído de Mezcla asfáltica en caliente. Fuente: MTC 2018

1.3.5.1.3 Componentes de la mezcla asfáltica

El cemento asfáltico está formado por una combinación de áridos pétreos al 90 %, un polvo mineral o filler al 5%, y ligante asfáltico al 5%, siendo todas de gran relevancia al momento de su fabricación.

a) **Ligante asfáltico:** Es un material hidrocarburo semisólido que le da una característica bituminosa viscosa que contiene característica como agregado aglomerante, dándole propiedades como resistencia a la deformación, permeabilidad y adherencia. También es un producto termoplástico porque varía su dureza según la temperatura que se encuentre. Tiene un tono de color negro y un material cohesivo en conjunto con los áridos pétreos. Dentro de los ligantes asfálticos, está el betún como mezcla licuable en disulfuro de carbono, sacado de la destilación del petróleo y el alquitrán producida por la destilación de la hulla (tipo de carbón) que no es soluble en disulfuro de carbono. (Yepes, 2016)

Figura 12

Ligante asfáltico



Nota: Extraído de Tipos de ligantes asfálticos - Petrobras

b) **Polvo mineral:** Viene a ser un material que permite la aglomeración con los agregados, dispersas en la mezcla asfáltica por ser insolubles sobre un área. Dicho filler se deriva del tratamiento de materiales como: el talco, polvo de tiza, cal, cenizas de combustible pulverizadas, entre otros y rara vez por la

derivación de madera. Altera sus propiedades como la adherencia, que mejora la rigidez de la mezcla, dependiendo del porcentaje que sea usado en la mezcla, siendo esa su función principal. (Canteras El Cerro, 2009).

Figura 13

Filler 0 - 100 μ m

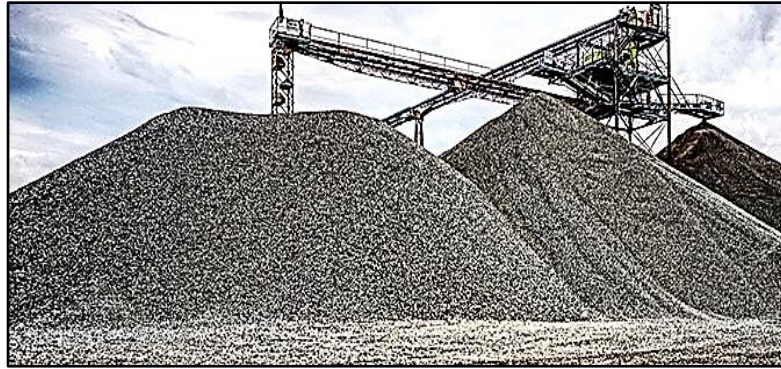


Nota: Extraído de Filler - Armati

c) Agregado grueso: El agregado grueso es una porción de material de la mezcla que proviene de la pulverización y molienda de la roca o grava. Los residuos que quedan de él deben ser durables, resistentes y estar lavados, libres de tierra o arcillas para que puedan unirse de manera completa a la mezcla. Este material debe estar retenido en el tamiz (N°4), además de no mostrar partículas largas, blandas o planas. (Montejo, 2001)

Figura 14

Agregado grueso en canteras



Nota: Extraído de ¿Que son aditivos y que son agregados? - Supercon

d) Agregado fino: Este material se deriva de la descomposición de la roca volcánica, arenas naturales o la trituración de piedras o gravas que deben pasar la malla (N°4) y retenerse en la malla (N°200). Dicho agregado debe estar limpio, con una superficie rugosa y fuera de impurezas para que puedan unirse de manera completa a la mezcla. Su propósito de uso es para rellenar los vacíos que se genera en la mezcla, logrando que sea más compacta. (Montejo, 2001)

Figura 15

Agregado fino en canteras



Nota: Extraído de Requisitos de calidad de los agregados - Ingeniería Civil

1.3.5.1.4 Tipos de mezcla asfáltica

a) **Sólidos:** Tienen un uso muy específico y aplicativo en la pavimentación de carreteras, autopistas, vías, etc. Se caracteriza por su estado de materia al encontrarse a una temperatura ambiente y se categorizan por su resistencia dependiendo del grado de penetración y viscosidad. En su estado sólido, esta mezcla brinda características como la flexibilidad y la durabilidad al estar en contacto con factores externos como el clima, la altitud y las cargas de tránsito. (Dager Company, s.f.)

Los tipos de productos que encontramos en la mezcla son PEN 60/70, PEN 85/100 y PEN 120/150, donde cada nominación se refiere a su grado de penetración, por ejemplo, el PEN 60/70 tiene una penetración entre los rangos de 60 a 70 décimas por milímetro, es decir a mayor penetración mayor es su flexibilidad dependiendo a la temperatura ambiente. (asfaltoperu, 2019)

Su uso depende también de la altitud donde se construya la carretera:

- PEN 60/70: Uso en carreteras hasta los 2000 m.s.n.m.
- PEN 85/100: Uso en carreteras desde los 2000 m.s.n.m. hasta los 3200 m.s.n.m.
- PEN 120/150: Uso en carreteras desde los 3200 m.s.n.m.

Figura 16

Uso del cemento asfáltico en sólido



Nota: Extraído de Cementos asfálticos - DagerCompany

b) Líquidos: Cuando a la mezcla asfáltica se le emulsiona con un disolvente hidrocarburo derivado del petróleo o con agua, su estado cambia a líquido con una temperatura ambiente, permitiendo que se combinen con los agregados pétreos sin necesidad de variar su temperatura, aplicándose en frío. Si el derivado viene del petróleo, se obtiene un asfalto líquido volátil llamado Cutback; pero si se deriva con agua, entonces se obtiene una emulsión asfáltica. (Petroperú, s.f.)

Dentro de los asfaltos líquidos, tenemos a dos que destacan por sus propiedades como el asfalto líquido MC – 30 como un asfalto de curado medio diluidos por el kerosene usado principalmente en lechados asfálticos y micropavimentos, y el Asfalto líquido RC – 250 como un asfalto de curado rápido muy volátil diluidos del petróleo usado para mezclas asfálticas en frío y riegos de imprimación. (asfaltoperu, 2019)

Figura 17

Aplicación de asfalto líquido en una carretera



Nota: Extraído de Asfaltos líquidos - DagerCompany

1.3.5.1.5 Propiedades físicas de la mezcla asfáltica

a) Durabilidad: Propiedad del asfalto que permite aguantar sin afectar sus características primarias a procesos de degradación y declive. Su evaluación se realiza a través del ensayo del horno de película delgada, midiendo la deformación y susceptibilidad del agua con el aumento de la temperatura. (Armanta, 2002)

b) Adherencia: Esta propiedad se da a partir de los ligantes bituminosos (características del betún), debido a sus moléculas de atracción que se da entre 2 componentes de diferentes estados, como se da entre el ligante asfáltico que envuelve por completo a los agregados pétreos, logrando una mezcla impermeable al agua. (Venturini, 2019)

c) Susceptibilidad a la temperatura: Esta propiedad demuestra que todas las mezclas son termoplásticas, es decir que a medida que la temperatura de la mezcla va subiendo, su viscosidad disminuye y viceversa. Es muy

importante que su naturaleza varíe con respecto a altas temperaturas para que el asfalto tenga una mayor fluidez y sea más fácil pegarse con los agregados y unirse por completo cuando están a temperatura ambiente. (Armanta, 2002)

d) Endurecimiento: Este proceso se realiza por la oxidación durante la construcción del pavimento al estar los agregados a temperaturas elevadas o temperaturas de construcción y en láminas delgadas. Este proceso es más fuerte cuando está en proceso de mezclado al cubrir el ligante con todos los agregados y continua una vez que el pavimento esté totalmente construido y compactado. (Armanta, 2002)

1.3.5.1.6 Propiedades químicas de la mezcla asfáltica

En la actualidad se realizan muchos ensayos químicos al asfalto, donde han concluido que dicho material es muy versátil para la construcción de carreteras, pero no hay un estudio que nos dé una relación aceptada entre la composición química y su comportamiento de la mezcla. El asfalto tiene como componentes a elementos como el hidrógeno, carbono, oxígeno, azufre entre otros. La mezcla asfáltica se puede dividir en los asfaltenos como agregado químico pesado de color negro que proviene de la destilación del petróleo, que le da a la mezcla asfáltica su color y dureza y los maltenos como agregado químico líquido viscoso compuesto por resinas que le da a la mezcla asfáltica su adherencia y calidad. (Armanta, 2002)

1.3.5.1.7 Comportamiento físico – mecánico de la mezcla asfáltica

a) Reacción de la mezcla asfáltica ante Altas Temperaturas: La mezcla al estar en elevadas temperaturas por la zona frente a cargas de tránsito, se comporta como un líquido viscoso. Esta propiedad hace que el asfalto sea un

plástico, debido a que, al estar sometido a elevadas cargas y a su propio peso, tiende a deformarse y ya no vuelve a su estado original, además de deteriorarse su adherencia. (civilgeeks, 2014)

b) Reacción de la mezcla asfáltica ante Bajas Temperaturas: Existen también los climas fríos que afectan el estado del asfalto. Esto se debe a que las cargas pesadas de tránsito al estar en constante movimiento y velocidad, implica que la mezcla pase a un estado sólido, recuperando su estado inicial, pero si las cargas de tránsito superan la capacidad del pavimento, este tiende a fracturarse. (civilgeeks, 2014)

c) Reacción de la mezcla asfáltica a Temperatura Ambiente: Cuando la carpeta asfáltica se encuentra a temperatura ambiente, actúa en los dos estados ya mencionados, tanto sólido como líquido, es decir al calentar el asfalto, se diluye en los agregados y presentar una buena adherencia y una vez que el asfalto se enfría, esta se une con los agregados como un ligante, formando una mezcla sólida teniendo como naturaleza su propiedad viscoelástica. (civilgeeks, 2014)

1.3.6 Tipos de polímeros en el pavimento modificado

a) Elastómeros: Se trata de los polímeros compuestos por moléculas que se encuentran unidas por enlaces químicos mostrando una estructura reticulada que, al deformarse longitudinalmente varias veces por una fuerza externa, tiende a regresar a su estado inicial sin ninguna deformidad. Está formado por composiciones no metálicas adquiriendo una gran elasticidad. Además, se destacan por ser muy aislantes, gran adherencia, resistentes a altas temperaturas, gran durabilidad y muy económicos. El elastómero que más se destaca para el uso de una mezcla asfáltica es el caucho

natural (poliisopreno) y el caucho sintético (polibutadieno como polvo de llanta).
(Ingeniería Química, 2021)

Figura 18

Tipos de elastómeros



Nota: Extraído de Plásticos - Área tecnológica

b) Termoplásticos: Es un material plástico soluble en definidos disolventes orgánicos que al estar frente a temperaturas elevadas se convierte en un compuesto flexible y deformable, a su vez al estar a temperaturas bajas en un compuesto duro y compacto. Son buenos en el ámbito de reciclaje porque al calor puede deformarse y tomar otra forma. Dentro de los termoplásticos se destacan al polipropileno (PP), policloruro de vinilo (PVC) y el politereftalato de etileno (PET). (AM GROUP, 2022)

Figura 19

Tipos de termoplásticos



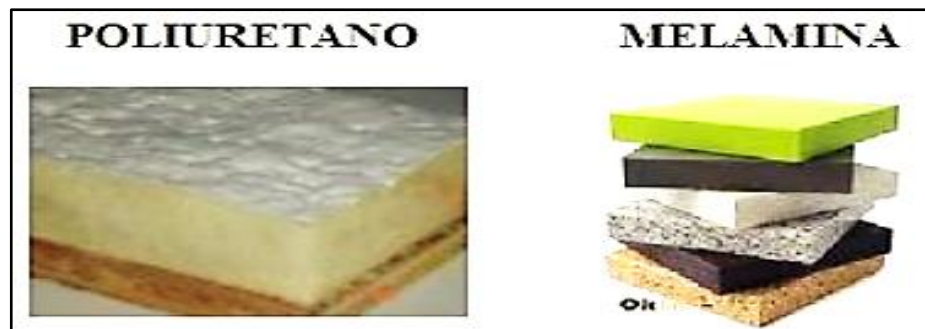
Nota: Extraído de Plásticos - Área tecnológica

c) Termofijos: También llamado termoestables, es un tipo de polímero no soluble de naturaleza rígida y dura con una estructura tridimensional de cadenas moleculares

entrecruzadas entre sí que lo hace infundible y que, al deformarse por estar en contacto a altas temperaturas, no vuelve a su estado original. Su estudio de uso en los pavimentos se debe a las buenas propiedades respecto a su rigidez y su resistencia térmica. Dentro de los termofijos se destaca las resinas, poliuretano, poliéster, etc. (Todo en polímeros, 2017)

Figura 20

Tipos de termofijos



Nota: Extraído de Plásticos - Área tecnológica

1.3.7 Material Reciclable (M.R.)

Es la recolección de materiales que pueden reutilizarse o separar algún valor provechoso, después de haber sido usados en su función principal, para ser utilizados en otra labor o ejerciendo su función por la que fue diseñada, en base a un tratamiento. Caso para las mezclas asfálticas que se suele emplear el plástico que es muy reciclable, pero se reutiliza en un porcentaje mínimo. (Enérgya – VM, 2018)

1.3.7.1 Grano de Caucho Reciclado (GCR)

Este material es obtenido de la pulverización o trituración mecánica del caucho rescatado de las llantas o neumáticos en desuso, que son rescatados de los basureros o rellenos municipales que las recolectan y las incineran como combustible en hornos industriales, siendo un factor principal en la contaminación

ambiental. El uso de este material reciclable ha sido muy influyente en la preparación de las mezclas asfálticas, debido a que soporta y se hincha combinándose con el ligante asfáltico formando una capa resistente a las fisuras, al estar a altas temperaturas. También posee un antioxidante que permite la durabilidad y reduce el envejecimiento del pavimento; pero que reduce su adhesividad y cohesión con los agregados (Ángulo & Duarte, 2005)

Figura 21

Grano de caucho reciclado



Nota: Extraído de Grano de caucho reciclado - Ingeniería Mecánica

1.3.7.2 Tereftalato de polietileno (PET)

El tereftalato de polietileno también llamado politereftalato de etileno es un polímero que pertenece al conjunto de los termoplásticos producidas por plantas petroquímicas y que debido a sus propiedades es reciclable. Este producto se destaca por su elevada resistencia y pureza, es resistente al calor al grado de soportar hasta 230 °C al poseer una singularidad cristalina y absorbe bajas cantidades de agua. (Tecnología de los plásticos, 2011)

En el pavimento se suele usar las fibras de polietileno que viene a ser un residuo de la pulverización de las botellas de plástico, que luego son mezcladas con suelo y se calientan hasta obtener una sustancia, pero con mayor permeabilidad y porosidad, proporcionando barreras contra la humedad y una mayor adherencia evitando grietas y fisuras en el asfalto generado por las cargas de los vehículos (Ballena, 2016)

Figura 22

Fibras de PET para un pavimento



Nota: Extraído de Poliéster de alta resistencia como fibra de PET

1.3.7.3 Polipropileno (PP)

Es un material termoplástico que se obtiene de la polimerización del propileno, siendo un material muy complementario y un producto de desarrollo al futuro porque ocasiona menor contaminación ambiental al momento de su producción y es completamente reciclable. Es muy vendido en el mercado debido a sus propiedades físicas como la resistencia mecánica, la elevada dureza y rigidez, muy resistentes al trabajar a altas temperaturas y muy versátiles al momento de su uso. (Textos Científicos, 2005)

Las fibras de polipropileno son muy usadas en el pavimento flexible debido a las altas temperaturas que puede soportar dicho material, cumpliendo una gran función como material de refuerzo de adherencia con el ligante y los agregados, además de presentar una mayor resistencia a la fatiga. (Velásquez, 2007)

Figura 23

Fibras de polipropileno sintética



Nota: Extraído de Aplicación de fibras sintéticas - CampusUltra

1.3.7.4 Polímero SBS

Llamado también técnicamente estireno-butadieno-estireno es un polímero que tiene la doble propiedad de ser elastómero y termoplástico obtenido por la polimerización del estireno y el butadieno. Se caracteriza por ser parecido al caucho al poseer sus propiedades mecánicas sirviendo como cubierta de llantas o neumáticos, donde prioriza su gran durabilidad. También presenta propiedades como mínimas deformaciones permanentes, gran resistencia a la tracción y resistentes a elevadas temperaturas y tener buen comportamiento a bajas temperaturas. (Tecnología de los plásticos, 2011)

En la actualidad, el polímero SBS es el más usado en la modificación de las mezclas asfálticas debido a ser elastómeras y termoplásticas, porque tiene una

mejor recuperación elástica, buena resistencia a la fatiga y resiste altas cargas de tránsito. (Chacón, 2019)

Figura 24

Polímero SBS para mezclas asfálticas



Nota: Extraído de Polímero SBS - Indiamart

1.3.8 Método Marshall

Este método solo es aplicable para pavimentos flexibles preparando probetas de altura de 64 mm y 102 mm de diámetro y compactadas por una combinación de agregados hasta 25 mm de tamaño máximo y cementos asfálticos que incrementan su porcentaje en un 0.5% clasificadas por su viscosidad y penetración realizadas a procedimientos específicos. Dichas probetas son preparadas para los ensayos de estabilidad, flujo, vacíos de aire y vacíos en el agregado mineral. Los ensayos de estabilidad Marshall y flujo también proporcionan datos que evalúan a la mezcla al momento de su producción en planta. (MTC, 2016)

1.3.9 Consideraciones para el diseño de mezcla asfáltica

Los parámetros de diseño Marshall se definen en función del tráfico que estará expuesto el pavimento, además de la calidad de los agregados que conformen la mezcla asfáltica, que deberá cumplir las exigencias que se indican en la Tabla 423-06 según corresponda al tipo de mezcla que se produzca. (MTC, 2013)

Figura 25

Requisitos para mezcla de concreto bituminoso

Tabla 423-06
Requisitos para mezcla de concreto bituminoso

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8,15 kN	5,44 kN	4,53 kN
3. Flujo 0,01" (0,25 mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
5. Vacíos en el agregado mineral	<u>Ver Tabla 423-10</u>		
Inmersión - Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida % (mín.)	75	75	75
Relación Polvo - Asfalto (2)	0,6-1,3	0,6-1,3	0,6-1,3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1.700-4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 Mín.		

Nota: Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013), pág 570.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación general

La presente investigación da a entender lo útil y necesario al momento de diseñar un pavimento modificado a base de material reciclable respecto a un pavimento convencional, esto con base a realizar un diseño correcto y obteniendo una información sólida para que sea de mucha importancia al realizar un proyecto de carreteras. Esto se dará en evidencia al realizar el estudio comparativo de los resultados obtenidos del ensayo Estabilidad Marshall entre los pavimentos ya mencionados, así mismo, demostrando que cumpla con todos los parámetros de diseño y se obtenga lo más económico al momento de ejecutar el pavimento. Además, en la actualidad el mundo está pasando por un gran problema que afecta a todos los seres vivos y a nuestro planeta cómo es la contaminación ambiental, donde nosotros con nuestro aporte

podremos contribuir que el uso del material reciclable en las mezclas asfálticas puede generar pavimentos con mejores propiedades mecánicas y la disminución de la contaminación ambiental.

1.4.2 Justificación teórica

Con la investigación presente se verifica que, en los últimos años, el desarrollo del país ha causado que haya un aumento en el transporte, y este haya ocasionado que los pavimentos convencionales se vayan dañando debido a las cargas pesadas de tránsito, es por ello que, con los pavimentos modificados son la respuesta favorable para trabajar en la construcción de una carretera y que la carga que soportará el concreto asfáltico dependerá de qué material reciclable usemos. Para Estrada Víctor (2017) el avanzado crecimiento de la infraestructura del Perú, implica movimientos de grandes transportes de carga, llevando de la mano altos volúmenes de tráfico que van por las vías constantemente, presentando deformaciones, realizando un estudio con un asfalto modificado con polímero SBS obteniendo mayor vida útil y mayor resistencias a cargas elevadas.

1.4.3 Justificación práctica

El problema en los diseños de pavimentos convencionales, es que no suele cumplir con los estándares de duración asignados, debido a que las cargas elevadas en el pavimento son muy constantes o que se apoyan a un diseño inadecuado sin antes haber hecho un estudio a su construcción, generando un costo adicional en el tema de mantenimiento antes de lo previsto. Si bien es cierto, un pavimento modificado con cualquier tipo de material de reciclable tiene mayor duración de vida y presenta una mejor resistencia, pero esto también depende de la disponibilidad del material en el proyecto, porque puede generar un aumento en lo económico. Esta investigación se

realiza porque existe la necesidad de brindar conocimientos de cómo varía la Estabilidad Marshall en los dos tipos de pavimentos mediante un análisis comparativo tomando referencia de los resultados de investigaciones ya realizadas; estos datos serán extraídos mediante una ficha resumen en donde lo utilizaremos para realizar lo anteriormente mencionado.

1.4.4 Justificación metodológica

Para demostrar que los resultados son verídicos en la investigación se necesita observar, comprender y estudiar los conceptos o definiciones que den un aporte fundamental en la realización del proyecto. También es importante el buen manejo de los métodos estadísticos, debido a que esta herramienta nos ayudará a establecer un mejor análisis de nuestros resultados. Además, la calidad de la información, respecto a la búsqueda de los artículos de investigación que aporten conceptos relacionados con nuestro estudio, cumpla con la hipótesis propuesta, reflejen resultados coherentes a las normas de diseño y justifiquen correctamente con nuestros objetivos que nos darán información importante para la base de datos. Por último las diferentes herramientas informáticas que nos ayudará a alimentarnos con mucha información, manejo rápido y dando soluciones correctas que probarán la verdad de la investigación.

1.5 Formulación del problema

¿Cuál es el análisis comparativo de la Estabilidad Marshall en un pavimento convencional y un pavimento modificado con material reciclable, Perú 2022?

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivos Generales

Elaborar un análisis comparativo de la Estabilidad Marshall en un pavimento convencional y un pavimento modificado con material reciclable, Perú 2022.

1.6.2 Objetivos Específicos

O.E.1 Analizar la Estabilidad Marshall con diferentes porcentajes de mezclas asfálticas en un pavimento convencional y modificado, Perú 2022.

O.E.2 Identificar con qué tipo de material reciclable en la mezcla asfáltica el pavimento modificado presenta una mejor Estabilidad Marshall, Perú 2022.

O.E.3 Evaluar el porcentaje óptimo de la mezcla asfáltica para un pavimento convencional y modificado, Perú 2022.

1.7 Hipotesis

1.7.1 Hipotesis General

Con el análisis comparativo de la Estabilidad Marshall, indica que al agregar un tipo de material reciclable en un pavimento modificado tiene un mejor rendimiento e incremento de la resistencia, además los porcentajes menores al 3% cumplen con las especificaciones técnicas en el diseño de la mezcla de concreto bituminoso frente a las cargas pesadas de tránsito, respecto a un pavimento convencional, Perú 2022.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Enfoque de investigación:

Según el punto de vista de la presente investigación es cuantitativa, también llamada paradigma tradicional o empírico – analista, debido a que recolecta y analiza datos secuenciales y probatorios, usando el método hipotético – deductivo para identificar tendencias y promedios con base al análisis estadístico, obteniéndose a través de diversas fuentes. Este enfoque pretende la demostración severa a través de la percepción empírica que dé muestras aproximadas con un gran alcance hacia la investigación. (Gallardo, 2017)

2.2 Tipo de investigación:

2.2.1 Por el propósito

La presente investigación es aplicada llamada también activa o dinámica, porque radica en la utilización de conocimientos y aportes teóricos que brinden confiabilidad a la investigación por realizarse. (Gallardo, 2017)

Figura 26

Tipo de investigación



2.2.2 Según el diseño de investigación

La presente investigación según el diseño es de tipo no experimental o documental, porque está basado en la búsqueda y recuperación de resultados de numerosas fuentes documentales. (Gallardo, 2017)

2.2.3 Según el nivel de investigación

La presente investigación según el nivel es de tipo descriptivo porque busca precisar las características de un fenómeno a través de un análisis para observar la magnitud del problema al momento de estudiar la variable de estudio. (Gallardo, 2017).

2.3 Diseño de investigación:

Según el diseño de investigación será no experimental porque se basa en la búsqueda de información, de igual manera es de tipo transversal porque el estudio de recolección de datos se realizará en un solo periodo de tiempo, por último, también es descriptivo debido a la magnitud central de la perspectiva del problema. (Gallardo, 2017)

Figura 27

Diseño de investigación

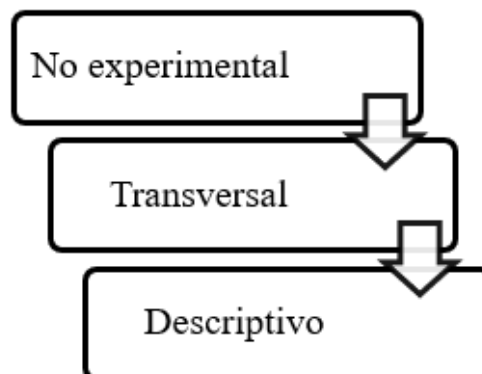


Tabla 1

Esquema del diseño transversal

ESTUDIO	T1
M1 – M2	O

M: Muestra

O: Observación

2.4 Variables

2.4.1 Variables

Estabilidad Marshall:

Es uno de los ensayos de prueba en el método Marshall, es la resistencia máxima a la deformación que puede soportar un pavimento a continuas cargas de tránsito. Los resultados que arroja la estabilidad pueden estar expresados tanto en kilogramos (Kg), kilonewtons (kN) o libras (lb) y que pueden cambiar según la gradación de los agregados pétreos y el porcentaje del ligante asfáltico utilizado. (MTC, 2016)

2.4.2 Clasificación de variables

Tabla 2

Matriz de clasificación de variables

Variables	Relación	Naturaleza	Escala de Medición	Dimensión	Forma de medición
Estabilidad Marshall	Independiente	Cuantitativa Continua	Razón	Multidimensional	Indirecta

2.4.3 Operacionalización de variables/Matriz de operacionalización de variables

Tabla 3

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICION
Estabilidad Marshall	Es uno de los ensayos de prueba en el método Marshall, es la resistencia máxima a la deformación que puede soportar un pavimento a continuas cargas de tránsito. Los resultados que arroja la estabilidad pueden estar expresados tanto en kilogramos (Kg), kilonewtons (kN) o libras (lb) y que pueden cambiar según la gradación de los agregados pétreos y el porcentaje del ligante asfáltico utilizado. (MTC, 2016)	Se llevó a cabo la búsqueda de tesis y artículos de investigación en distintas revistas registradas como Google académico, Redalyc, Scielo, Scribd, de manera que estas deben mostrar en su contenido investigaciones o ensayos de estabilidad, mismos que serán recolectados para analizar y comparar resultados óptimos, usando tablas y gráficos para dicho análisis.	Estabilidad con diferentes porcentajes de cemento asfáltico	Estabilidad Marshall Pavimento Convencional	Ficha resumen	Razón
				Estabilidad Marshall Pavimento Modificado		Razón
			Tipo de material reciclable para una mejor estabilidad	Porcentaje de asfalto según material reciclable - Promedio		Razón
				Estabilidad según material reciclable - Promedio		Razón
			Porcentaje óptimo de cemento asfáltico	Porcentaje óptimo pavimento convencional - Rango		Razón
				Porcentaje óptimo pavimento modificado - Rango		Razón

2.5 Población y Muestra

2.5.1 Población

Todos los estudios de Estabilidad Marshall para un pavimento convencional, Perú 2022.

Todos los estudios de Estabilidad Marshall para un pavimento modificado con material reciclable, Perú 2022.

2.5.2 Muestra

2.5.2.1 Técnicas de muestreo

La muestra está calificada por la técnica de muestreo no probabilístico. Es del tipo juicio de experto debido a que se elige en base a criterios por el investigador, empleando una búsqueda de tesis y artículos con la idea plasmada de acuerdo al objetivo principal, es así, que incluimos todas las tesis relacionadas con el Ensayo Marshall que solo se hayan realizado en el Perú, teniendo como máximo 10 años de antigüedad, con un tamaño de muestra que es recomendada por el asesor. (Gallardo, 2017)

2.5.2.2 Tamaño de muestra

Tabla 4

Tamaño de muestra – pavimento convencional

CODIGO	TITULO	LUGAR	AÑO
J1	Diseño de un pavimento flexible usando polvo de neumático en el tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018	Tarapoto	2019
J2	Diseño de la mezcla asfáltica con incorporación del caucho reciclado, Tacna 2018	Lima	2018
J3	Incorporación de polvo de caucho en la mezcla asfáltica convencional para mejorar el comportamiento de la superficie de rodadura frente al ahuellamiento en la ciudad de Huancayo 2016	Huancayo	2017

J4	Aplicación de caucho reciclado en un diseño de mezcla asfáltica para el tránsito vehicular de la avenida Trapiche-Comas (Remanso) 2017	Lima	2017
J5	Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas	Lima	2014
J6	Influencia en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, Cajamarca, 2016	Cajamarca	2016
J7	Análisis del comportamiento de mezclas asfálticas en caliente con fibras de polipropileno incorporada para condiciones de zonas de altura	Lima	2018
J8	Análisis de la estabilidad marshall y la deformación permanente mediante el ensayo de rueda cargada de hamburgo de una mezcla asfáltica modificada en caliente con fibras de tereftalato de polietileno reciclado en la ciudad del Cusco - 2018	Cusco	2018
J9	Análisis del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente incorporando polímeros SBS en la Av. Universitaria cuadra 53 al 57-Comas, Lima 2017	Lima	2017
J10	Desarrollo de un aglomerado asfáltico con el polvo de caucho, en la ciudad de Huanta - Ayacucho	Ayacucho	2014
J11	Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente modificada con caucho mediante proceso por vía seca respecto a la mezcla asfáltica convencional	Lima	2017
J12	Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018	Lima	2018
J13	Diseño de la carpeta asfáltica modificada con polímero polietileno para el mejoramiento del camino vecinal nuevo Shupshiña Morales - 2016	Tarapoto	2016
J14	Efecto del polímero Etileno vinil acetato en la estabilidad del concreto asfáltico	Trujillo	2020
J15	Mejoras mecánicas de la mezcla asfáltica con la incorporación de caucho como parte del agregado fino para la ciudad de Piura	Piura	2021
J16	Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de Lima - 2017	Lima	2017
J17	Análisis de la carpeta asfáltica modificada con polímero SBS en el clima frígido de la región Junín - Yauli 2017	Lima	2017
J18	Influencia de la incorporación de porcentajes de caucho de llanta reciclado sobre los parámetros marshall en las mezclas asfálticas en caliente, Trujillo 2017	Trujillo	2018
J19	Influencia de la incorporación del tereftalato de polietileno en el comportamiento de los parámetros del diseño marshall del concreto asfáltico - Juliaca, 2018	Puno	2019
J20	Influencia del cemento asfáltico modificado con polímeros SBS y Elvaloy sobre las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente	Arequipa	2021
J21	Alternativa de diseño de mezcla asfáltica en caliente con polvo de caucho de NFU para la ciudad de Lima 2018	Lima	2018
J22	Comportamiento de las mezclas asfálticas adicionándole caucho por la técnica de vía seca	Chimbote	2019

J23	Reducción de la deformación permanente en pavimentos diseñados con mezclas asfálticas en caliente a través de la incorporación de polvo de caucho proveniente de neumáticos usados	Lima	2019
J24	Influencia del asfalto altamente modificado (HIMA) sobre la fluencia y la capacidad de soporte de carga del pavimento flexible en la av. Zarumilla, Lima - Peru 2021	Lima	2021
J25	Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, avenida antigua panamericana Sur, Chilca 2021	Lima	2021
J26	Cálculo de un pavimento flexible con mezcla asfáltica incorporando polímero SBS para el dsitrito de Villa el Salvador - Lima 2020	Lima	2020
J27	Análisis del comportamiento de una mezcla asfáltica modificada con polímeros SBS Betutec IC y una mezcla asfáltica convencional 60/70	Lima	2019
J28	Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente con adición de fibras de polipropileno	Lima	2019
J29	Análisis de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de plástico peletizado LDPE - 2019	Lima	2019
J30	Análisis del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional frente a una mezcla asfáltica adicionada con botellas de plásticos trituradas recicladas (BPTR) y granos de neumáticos reciclados (GNR) con agregados de la región del Cusco	Cusco	2021
J32	Diseño de mezcla asfáltica con material reciclado para la mejora del comportamiento mecánico del pavimento del tramo KM 90+000 al KM 95+000 de la carretera canta a Huayllay ubicado en el Distrito y Provincia de Canta en el departamento de Lima 2019	Lima	2019
J33	Incorporación del grano de caucho y plástico reciclado para determinar el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en la avenida Trapiche-Chillon, Lima 2019	Lima	2020
J34	Estudio de la influencia de adición de neumático reciclado en mezclas asfálticas en caliente en la ciudad de Juliaca	Juliaca	2018
J35	Diseño de asfalto modificado con polímeros SBS para mejoramiento vial en la ciudad de Huancayo	Huancayo	2020
J36	Diseño de mezcla asfáltica en caliente con la incorporación de caucho reciclado en Lima, 2020	Lima	2020
J37	Propiedades mecánicas del asfalto en caliente adicionando 1.5% de caucho reciclado granular, Chimbote 2019	Chimbote	2019
J38	Mejoramiento del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando polímeros Elvaloy 4170 RET para la av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019	Lima	2019
J39	Influencia del tereftalato de polietileno en las propiedades físicas - mecánicas de una mezcla asfáltica, Trujillo 2021	Trujillo	2021
J40	Análisis comparativo del pavimento flexible al aplicársele residuos plásticos reciclados en la avenida los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022	Lima	2021

Análisis comparativo de características y propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica en caliente adiconada con fibras de polipropileno respecto a una mezcla asfáltica en caliente convencional, empleando los agregados de la cantera: la poderosa de la provincia de Arequipa, Arequipa - Perú			
J41		Arequipa	2020
J42	Diseño de mezclas asfálticas adicionando elastómeros y PET reciclado par cargas de tránsito pesado en vías metropolitanas, Lima 2018	Lima	2018
J45	Diseño del pavimento flexible de una carpeta asfáltica mejorada agregando residuos plásticos reciclados en la avenida Cuzco, Ventanilla, Callao	Callao	2021
J46	Diseño de pavimento flexible adecuado con carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020	Lima	2020
J47	Análisi técnico-económico de mezclas asfálticas con tereftalato de polietileno reciclado para la construcción de carreteras asfaltadas	Huancayo	2020
J48	Propiedades mecánicas del asfalto en caliente adicionándole polietileno de Tereftalato (PET) en porcentajes de 0.75%, 1% y 1.25%, Nuevo Chimbote, Ancash - 2020	Chimbote	2020
J49	Modificación de la mezcla asfáltica mediante la incorporación de polímeros SBS en la av. Naranjal y la av. Alisos	Lima	2019
J50	Uso de caucho reciclado para mejorar las propiedades de carpeta asfáltica en carretera Monsefu - Valle Hermoso. Lambayeque 2021	Chiclayo	2021

Tabla 5

Tamaño muestra - pavimento modificado

CODIGO	TITULO	LUGAR	AÑO
J3	Incorporación de polvo de caucho en la mezcla asfaltica convencional para mejorar el comportamiento de la superficie de rodadura frente al ahuellamiento en la ciudad de Huancayo 2016	Huancayo	2017
J4	Aplicación de caucho reciclado en un diseño de mezcla asfaltica para el tránsito vehicular de la avenida Trapiche-Comas (Remanso) 2017	Lima	2017
J5	Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas	Lima	2014
J6	Influencia en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, Cajamarca, 2016	Cajamarca	2016
J10	Desarrollo de un aglomerado asfáltico con el polvo de caucho, en la ciudad de Huanta - Ayacucho	Ayacucho	2014
J11	Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente modificada con caucho mediante proceso por vía seca respecto a la mezcla asfaltica convencional	Lima	2017
J13	Diseño de la carpeta asfáltica modificada con polimero polietileno para el mejoramiento del camino vecinal nuevo Shupshiña Morales - 2016	Tarapoto	2016

J15	Mejoras mecánicas de la mezcla asfáltica con la incorporación de caucho como parte del agregado fino para la ciudad de Piura	Piura	2021
J16	Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de Lima - 2017	Lima	2017
J17	Análisis de la carpeta asfáltica modificada con polímero SBS en el clima frío de la región Junín - Yauli 2017	Lima	2017
J20	Influencia del cemento asfáltico modificado con polímeros SBS y Elvaloy sobre las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente	Arequipa	2021
J22	Comportamiento de las mezclas asfálticas adicionándole caucho por la técnica de vía seca	Chimbote	2019
J23	Reducción de la deformación permanente en pavimentos diseñados con mezclas asfálticas en caliente a través de la incorporación de polvo de caucho proveniente de neumáticos usados	Lima	2019
J24	Influencia del asfalto altamente modificado (HIMA) sobre la fluencia y la capacidad de soporte de carga del pavimento flexible en la av. Zarumilla, Lima - Peru 2021	Lima	2021
J25	Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, avenida antigua panamericana Sur, Chilca 2021	Lima	2021
J26	Cálculo de un pavimento flexible con mezcla asfáltica incorporando polímero SBS para el distrito de Villa el Salvador - Lima 2020	Lima	2020
J28	Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente con adición de fibras de polipropileno	Lima	2019
J31	Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020	Lima	2021
J33	Incorporación del grano de caucho y plástico reciclado para determinar el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en la avenida Trapiche-Chillon, Lima 2019	Lima	2020
J34	Estudio de la influencia de adición de neumático reciclado en mezclas asfálticas en caliente en la ciudad de Juliaca	Juliaca	2018
J35	Diseño de asfalto modificado con polímeros SBS para mejoramiento vial en la ciudad de Huancayo	Huancayo	2020
J36	Diseño de mezcla asfáltica en caliente con la incorporación de caucho reciclado en Lima, 2020	Lima	2020
J37	Propiedades mecánicas del asfalto en caliente adicionando 1.5% de caucho reciclado granular, Chimbote 2019	Chimbote	2019
J38	Mejoramiento del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando polímeros Elvaloy 4170 RET para la av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019	Lima	2019
J39	Influencia del tereftalato de polietileno en las propiedades físicas - mecánicas de una mezcla asfáltica, Trujillo 2021	Trujillo	2021

J41	Análisis comparativo de características y propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica en caliente adiconada con fibras de polipropileno respecto a una mezcla asfáltica en caliente convencional, empleando los agregados de la cantera: la poderosa de la provincia de Arequipa, Arequipa - Perú	Arequipa	2020
J42	Diseño de mezclas asfálticas adicionando elastómeros y PET reciclado par cargas de tránsito pesado en vias metropolitanas, Lima 2018	Lima	2018
J43	Diseño de mezcla asfáltica incorporando plástico PET para mejorar a resistencia de la infraestructura vial en avenida Villa Hermosa, Chiclayo	Chiclayo	2021
J44	Evaluación de mezcla asfáltica con ampliación de plástico reciclado para los pavimentos flexibles en San Juan de Miraflores, Lima 2019	Lima	2020
J45	Diseño del pavimento flexible de una carpeta asfáltica mejorada agregando residuos plásticos reciclados en la avenida Cuzco, Ventanilla, Callao	Callao	2021
J46	Diseño de pavimento flexible adecuado con carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020	Lima	2020
J47	Análisi técnico-económico de mezclas asfálticas con tereftalato de polietileno reciclado para la construcción de carreteras asfaltadas	Huancayo	2020
J48	Propiedades mecánicas del asfalto en caliente adicionándole polietileno de Tereftalato (PET) en porcentajes de 0.75%, 1% y 1.25%, Nuevo Chimbote, Ancash - 2020	Chimbote	2020

2.5.3 Materiales

Los materiales que se utilizó para la investigación son:

- Laptop
- Internet
- Excel
- Artículos y Tesis

2.6 Técnicas e instrumento

2.6.1 Técnica de recolección de datos

La técnica de recolección de datos será mediante análisis documental en donde se hará la recopilación de importantes artículos y tesis sujetos al lugar de aplicación, objetivos propuestos y referentes a nuestra variable de estudio. (Gallardo, 2017)

2.6.2 Instrumento de recolección de datos

El instrumento que se usará es la ficha resumen, donde se colocará los resultados más importantes de las tesis/artículos (VER ANEXO 1). Este instrumento es diseñado para calcular las dimensiones a través de métodos, herramientas y técnicas como la recopilación documental. (Gallardo, 2017). Esto será de utilidad para calcular nuestras dimensiones como la estabilidad en diferentes porcentajes de asfalto, el tipo de material reciclable, la estabilidad máxima y el contenido óptimo de asfalto para los dos tipos de pavimentos.

2.6.3 Validación del instrumento de recolección de datos

El instrumento de recolección de datos que es la ficha resumen fue validado por el Ing. Robertson Rawson Rivera Chiclote con colegiatura CIP: 178230, especialista en el Diseño de Pavimentos.

2.6.4 Análisis de datos

2.6.4.1 Técnicas de análisis de datos

La presente investigación es de tipo no experimental – descriptiva y transversal porque solo se realizará el estudio en un solo periodo de tiempo, por tanto, se aplicará un conjunto de técnicas que concentra los datos adquiridos a través de la estadística descriptiva mediante gráficos estadísticos, frecuencias, entre otros. Los principales gráficos que se usarán son histogramas, polígonos de frecuencia y ojivas. (Gallardo, 2017)

Figura 28

Gráfica de Histograma

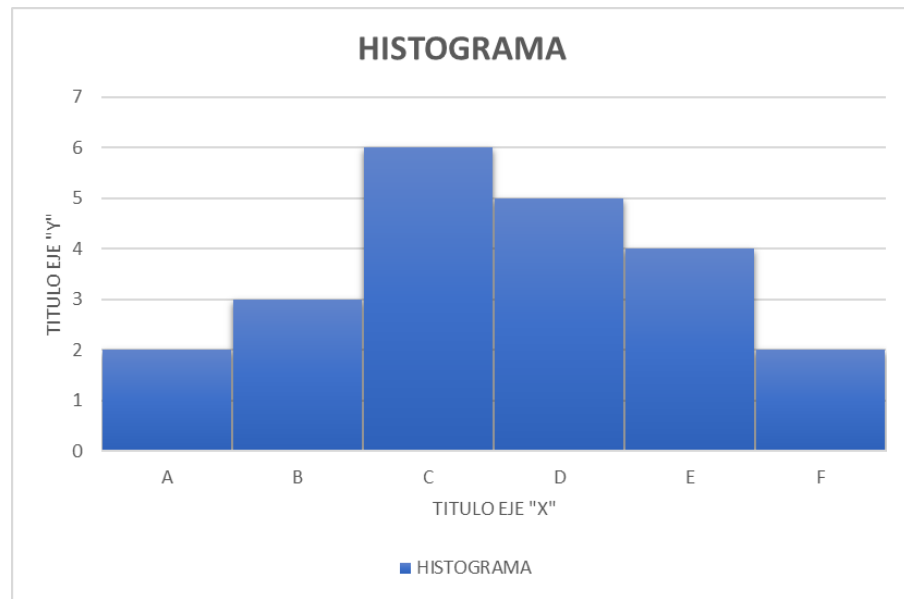


Figura 29

Gráfica de Ojiva

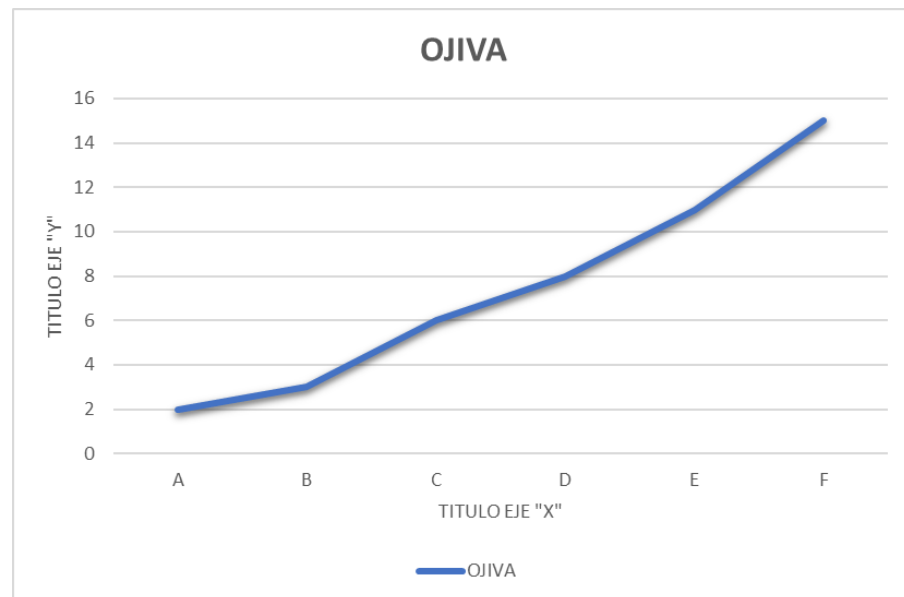
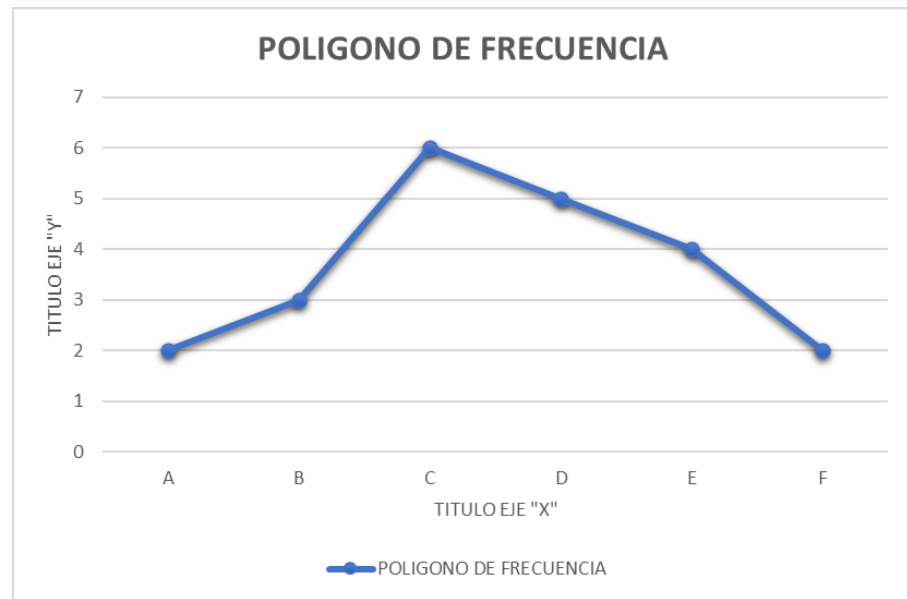


Figura 30

Gráfica de Polígono de Frecuencia



2.7 Procedimiento

Figura 31

Procedimiento de Tesis



2.7.1 Recopilación de datos

La recolección de datos se realiza mediante la extracción de fuentes confiables, entre las más destacadas tenemos a Science Direct, Scielo, Redalyc, Google Académico, así

como también en los repositorios de diferentes universidades. El número de investigaciones necesarias para un análisis documental debe ser sugerido por el asesor o un especialista en el tema.

2.7.2 Análisis documental

Después de una correcta recopilación de todas las investigaciones más relevantes para el estudio de cualquier proyecto, se procede a reducir, clarificar y comparar los aportes más importantes que sean necesarios, con el fin de lograr una visión más perfecta de los objetivos planteados. Los datos son ingresados al instrumento ficha resumen, la cual es elaborada a criterio por los diferentes autores del proyecto y a su vez debe contar con el visto bueno de algún especialista en el tema. (Gallardo, 2017)

2.7.3 Extracción de resultados

Se realiza la distribución de todos los datos que se encuentran en la ficha resumen, la cual se clasifica en diferentes tablas, agrupándolas según su naturaleza de manera correcta. Luego se elaboran gráficas las cuales nos ayudan a tener una mejor visión de los resultados obtenidos que son sacadas de las diferentes tablas elaboradas en un inicio por los autores.

2.7.4 Desarrollo final

Para concluir, se elabora el desarrollo final donde se debe presentar una visión integradora de la investigación, además de exponer la relevancia y su significado de sus principales resultados. Esto se organiza a partir de la discusión, respondiendo a la hipótesis planteada en la investigación y comparando nuestros resultados con los antecedentes, por último, la redacción de las conclusiones se hace en base a los objetivos propuestos y resultados obtenidos.

2.8 Aspectos éticos

En la aplicación de los instrumentos se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

Toda información recopilada será de la recolección de datos de otras tesis, además toda la información empleada en el marco teórico estará correctamente citada, de esta manera, se destaca el aporte de los autores respaldando su información en las referencias, evitando plagios o copias innecesarias dando un material correcto y auténtico.

Esta investigación no presenta información fraudulenta, dándose a entender un desarrollo de datos verídicos y a la vez como forma de expresar la no manipulación de datos o informaciones verdaderas para nuestro beneficio. Para concluir, los investigadores de esta tesis avalan la integridad de sus resultados como evidencia de un buen trabajo.

2.9 Desarrollo de tesis

Para el desarrollo de tesis, se comenzó con la búsqueda y recopilación de información de distintas fuentes confiables como Google Académico, Dialnet, Scielo, Redalyc, así como también en el repositorio de diferentes universidades nacionales. Para una rápida y correcta búsqueda de información se usó palabras claves como pavimento, pavimento modificado, polímero, asfalto modificado y estabilidad marshall. Se seleccionó un total de 50 investigaciones las cuales debían cumplir con algunos criterios, entre los principales teníamos que el tiempo de publicación no debió ser menor a 10 años y nuestro lugar de estudio tenía que abarcar solo Perú.

Tabla 6:

Palabras claves en la búsqueda de información

NOTA	PAVIMENTO	PAVIMENTO MODIFICADO	POLÍMERO	ASFALTO MODIFICADO	ESTABILIDAD MARSHALL
PALABRAS CLAVES	2	24	11	5	8

Figura 32:

Palabras claves en la búsqueda de información

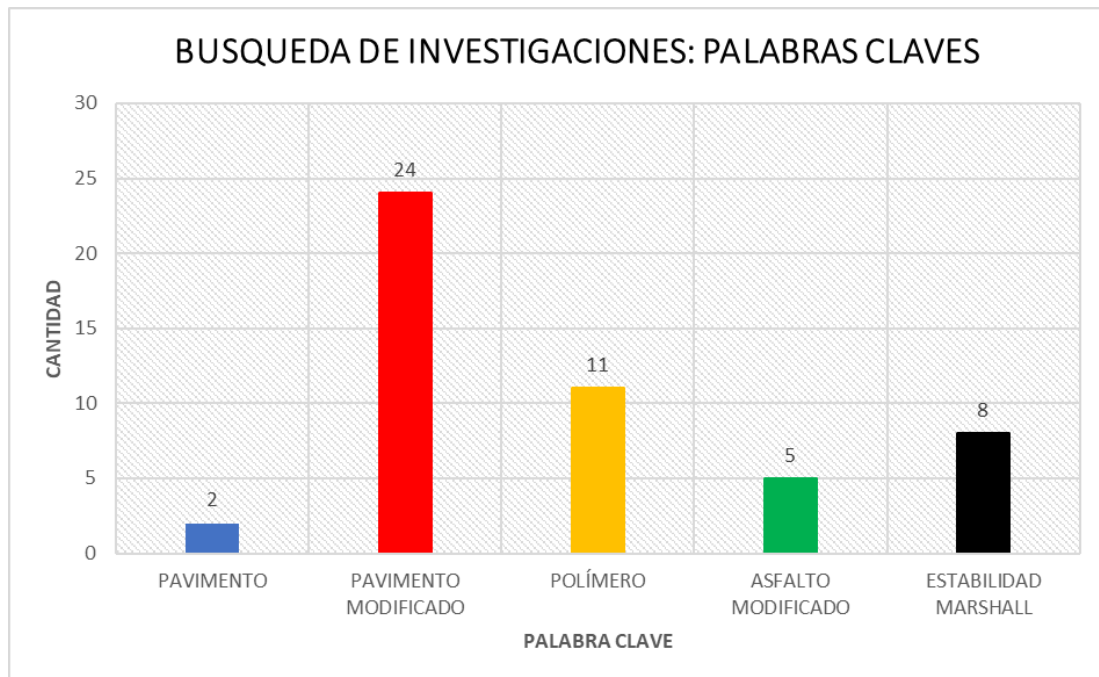


Tabla 7:

Distribucion de las investigaciones encontradas

NOTA	CANTIDAD		PORCENTAJE	
INVESTIGACIONES	ARTÍCULOS CIENTIFICOS	TESIS	ARTÍCULOS CIENTIFICOS	TESIS
TOTAL	0	50	0%	100%

Figura 33:

Distribución porcentual de las invesstigaciones encontradas



Tabla 8:

Lugar de estudio de las investigaciones

Lugar de estudio de las investigaciones recopiladas													
LUGAR	San Martín	Lima	Junín	Cajamarca	Cusco	Ayacucho	La Libertad	Piura	Puno	Arequipa	Áncash	Callao	Lambayeque
INVESTIGACIÓN (%)	4	54	6	2	4	2	6	2	4	4	6	2	4

Figura 34:

Lugar de estudio de las investigaciones



Tabla 9:

Investigaciones según el año de publicación

Investigaciones recopiladas por año de publicación									
AÑO DE PUBLICACIÓN	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
CANTIDAD	2	0	2	6	8	11	10	11	

Figura 35:

Cantidad de investigaciones según el año de publicación



Después que se seleccionó todas las investigaciones, se procedió con el estudio del análisis documental realizando la técnica de revisión documental, en donde se analizó todos los resultados de Estabilidad Marshall de cada tesis y artículo encontrada. El instrumento que se utilizó fue la ficha resumen, que nos sirvió para recolectar todos los datos de las diferentes investigaciones realizadas en el Perú. Se recolectó y se llenó en nuestro instrumento de estudio datos como la Estabilidad Marshall con diferentes porcentajes de cemento asfáltico, porcentaje óptimo de asfalto y la Estabilidad Marshall óptima. Los resultados que se recolectó fueron para nuestras dos unidades de estudio, pavimento convencional y pavimento modificado.

Figura 36:

Cantidad de resultados de Estabilidad Marshall con diferentes porcentajes de cemento asfáltico

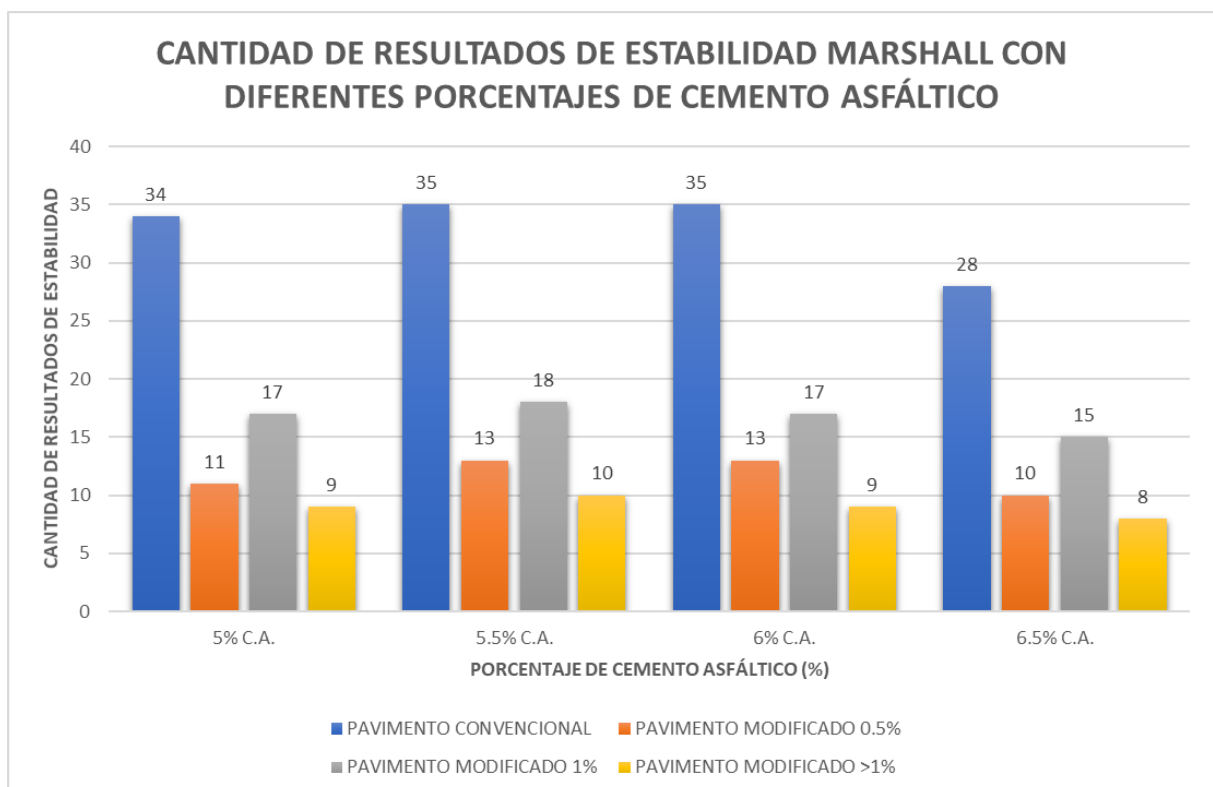


Figura 37:

Cantidad de resultados de Estabilidad Marshall

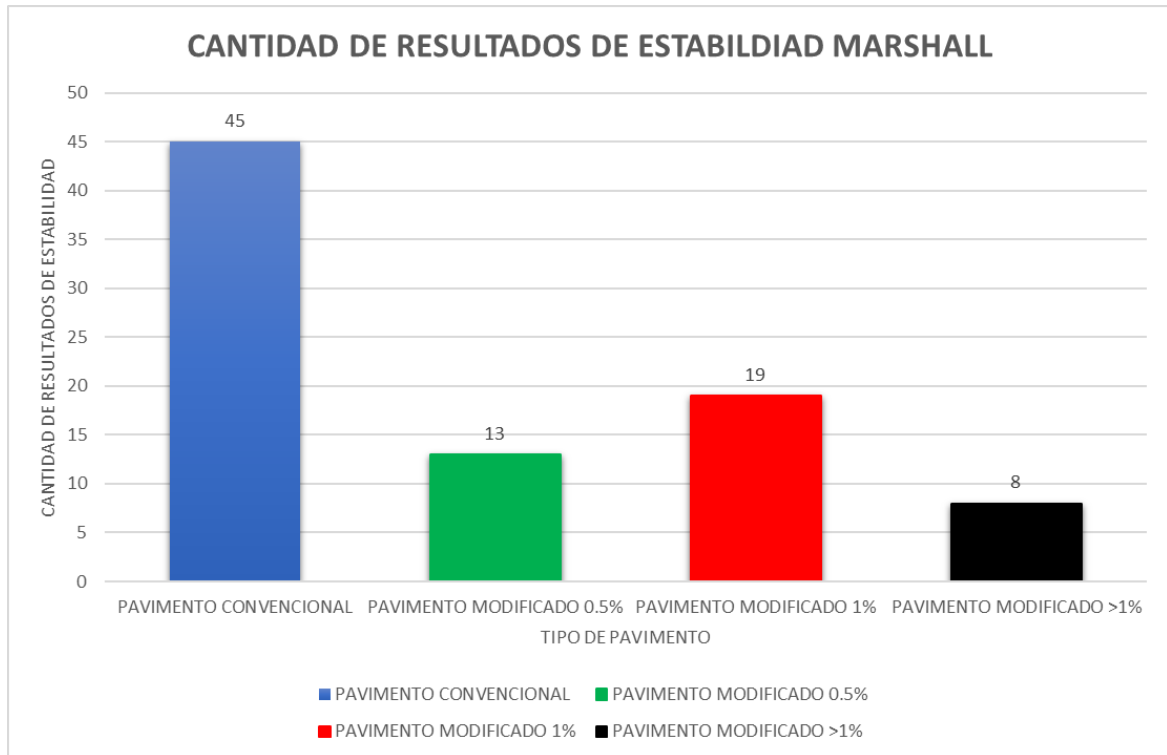
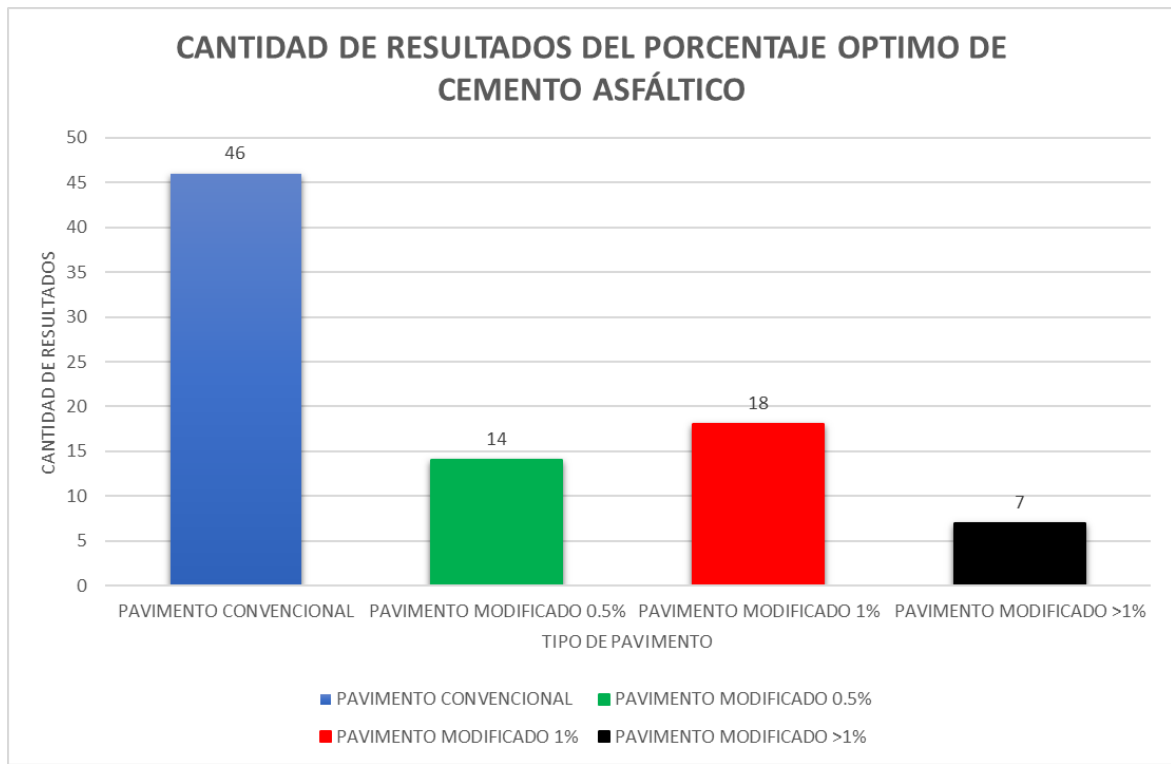


Figura 38:

Cantidad de resultados del porcentaje óptimo de cemento asfáltico



Una vez que se concluyó con la recopilación de todos los resultados a nuestra ficha resumen, se procedió a realizar los resultados de nuestra investigación. Para esto, se utilizó la herramienta informática Excel, el cual nos ayudó a tener un mejor orden de todos nuestros resultados. Se ordenó en diferentes tablas con el fin de cumplir cada objetivo planteado inicialmente. Se realizó una primera tabla extrayendo todos los resultados de la Estabilidad Marshall con diferentes porcentajes de asfalto para un pavimento convencional (Ver Tabla 10) y posteriormente otra tabla extrayendo los mismos resultados pero para un pavimento modificado (Ver Tabla 11).

Tabla 10

Resultados de Estabilidad con diferentes porcentajes de asfalto para un pavimento convencional

ESTABILIDAD (kg): PAVIMENTO CONVENCIONAL				
CODIGO	PORCENTAJE DE ASFALTO			
	5.0 C.A.	5.5 C.A.	6.0 C.A.	6.5 C.A.
J1	1242	1226	1133	1184
J2	1345	1337	1326	-
J3	1254	1147	1022	957
J4	1381	1427	1227	1097
J5	1693	1871	1859	1871
J6	1474	1749	1675	1093
J8	860	889	929	952
J9	1381	1427	1221	1097
J10	919	1114	959	843
J11	1259	1360	1356	1311
J12	1468	1402	1394	-
J14	1062	1283	1177	1034
J15	1664	1647	1625	-
J16	1381	1427	1227	1097
J18	799	977	1046	1006
J19	1002	1304	1227	1089
J20	1609	1397	978	-
J21	1234	1261	1242	1230
J22	1449	1311	1624	1446
J24	1263	1225	1073	-
J25	1266	1327	1389	1229
J26	1197	1235	1211	1107

J27	1376	1442	1321	-
J28	1205	1242	1210	1125
J29	1085	1181	1198	1135
J30	1234	1291	1328	1297
J34	-	1413	1456	1051
J35	1132	988	943	847
J36	1030	1094	1039	983
J37	1924	2117	1740	1479
J38	1405	1420	1316	-
J41	1173	946	825	733
J42	868	938	926	925
J47	1124	940	943	848
J48	1068	1095	1024	863

Tabla 11
Resultados de Estabilidad con diferentes porcentajes de asfalto para un pavimento modificado

ESTABILIDAD (KG): PAVIMENTO MODIFICADO					
% DE ASFALTO MODIFICADO	CODIGO	PORCENTAJE DE ASFALTO			
		5.0 C.A.	5.5 C.A.	6.0 C.A.	6.5 C.A.
ASFALTO MODIFICADO 0.5%	J4	1550	1331	1343	1060
	J6	1308	1555	1654	1739
	J10	-	1667	1427	1418
	J11	2065	2178	2164	2044
	J13	1290	1366	939	1039
	J17	1992	1941	1671	-
	J20	1834	1716	1614	-
	J22	1665	1669	1298	1319
	J24	1684	1563	1476	-
	J25	1324	1384	1472	1244
	J26	1802	1837	1804	1714
	J28	1095	1700	1791	1751
	J34	-	839	1014	1054
	ASFALTO MODIFICADO 1%	J3	1328	1164	1138
J4		1355	985	978	964
J5		2240	2183	2040	1920
J6		1491	1527	1572	1668
J11		1768	1889	1927	1898
J15		1330	1363	1315	-
J16		1400	1599	1300	1118
J25		1355	1494	1646	1474
J31	1083	1203	1294	1184	

	J34	-	877	1092	1097
	J35	1060	910	895	839
	J41	1205	1033	-	-
	J42	1342	1458	1358	1290
	J44	2422	2586	2491	2445
	J45	884	957	1040	1014
	J46	1191	1225	1229	1208
	J47	1053	983	926	939
	J48	1157	1118	865	-
	J3	933	910	815	792
	J11	1406	1443	1461	1449
	J15	1017	1058	1005	-
	J34	-	724	1005	927
ASFALTO MODIFICADO >1.0%	J35	1012	838	817	805
	J36	1102	1215	1362	1337
	J37	1939	2162	1801	1462
	J38	1470	1528	1589	1565
	J41	1013	924	-	-
	J42	1497	1511	1476	1374

Se procedió a realizar una tabla en donde se extrajo todos los resultados de la Estabilidad Marshall con diferentes porcentajes de cemento asfáltico, clasificando según el tipo de material reciclable que se utilizó (Ver Tabla 12-13-14-15). A su vez, se tomó todos los datos de la Estabilidad óptima modifica clasificando según el tipo de material (Ver Tabla 16-17-18-19). Con la finalidad de cumplir nuestro segundo objetivo se realizó tablas sacando promedios de la Estabilidad Marshall separando según el porcentaje de material reciclable utilizado (Ver Tabla 26-27-28).

Tabla 12

Caucho: Resultados de Estabilidad con diferentes porcentajes de asfalto para un pavimento modificado

ESTABILIDAD MARSHALL (KG): CAUCHO					
% MATERIAL RECICLABLE	CODIGO	PORCENTAJE DE ASFALTO			
		5.0 C.A.	5.5 C.A.	6.0 C.A.	6.5 C.A.
0.5% CAUCHO	J4	1550	1331	1343	1060
	J6	1308	1555	1654	1739

	J10	-	1667	1427	1418
	J11	2065	2178	2164	2044
	J22	1665	1669	1298	1319
	J34	-	839	1014	1054
1.0% CAUCHO	J3	1328	1164	1138	1079
	J4	1355	985	978	964
	J5	2240	2183	2040	1920
	J6	1491	1527	1572	1668
	J11	1768	1889	1927	1898
	J15	1330	1363	1315	-
	J34	-	877	1092	1097
>1.0% CAUCHO	J3	933	910	815	792
	J11	1406	1443	1461	1449
	J15	1017	1058	1005	-
	J34	-	724	1005	927
	J36	1102	1215	1362	1337
	J37	1939	2162	1801	1462
	J38	1470	1528	1589	1565

Tabla 13

SBS: Resultados de Estabilidad con diferentes porcentajes de asfalto para un pavimento modificado

ESTABILIDAD MARSHALL (KG): SBS					
% MATERIAL RECICLABLE	CODIGO	PORCENTAJE DE ASFALTO			
		5.0 C.A.	5.5 C.A.	6.0 C.A.	6.5 C.A.
0.5% SBS	J17	1992	1941	1671	-
	J20	1834	1716	1614	-
	J26	1802	1837	1804	1714
1.0% SBS	J35	1060	910	895	839
>1.0% SBS	J35	1012	838	817	805

Tabla 14

PET: Resultados de Estabilidad con diferentes porcentajes de asfalto para un pavimento modificado

ESTABILIDAD MARSHALL (KG): PET					
% MATERIAL RECICLABLE	CODIGO	PORCENTAJE DE ASFALTO			
		5.0 C.A.	5.5 C.A.	6.0 C.A.	6.5 C.A.
0.5% PET	J13	1290	1366	939	1039
	J24	1684	1563	1476	-

	J25	1324	1384	1472	1244
	J28	1095	1700	1791	1751
	J16	1400	1599	1300	1118
	J25	1355	1494	1646	1474
	J31	1083	1203	1294	1184
	J42	1342	1458	1358	1290
1.0% PET	J44	2422	2586	2491	2445
	J45	884	957	1040	1014
	J46	1191	1225	1229	1208
	J47	1053	983	926	939
	J48	1157	1118	865	-
>1.0% PET	J42	1497	1511	1476	1374

Tabla 15

PP: Resultados de Estabilidad con diferentes porcentajes de asfalto para un pavimento modificado

ESTABILIDAD MARSHALL (KG): PP					
% MATERIAL RECICLABLE	CODIGO	PORCENTAJE DE ASFALTO			
		5.0 C.A.	5.5 C.A.	6.0 C.A.	6.5 C.A.
0.5% PP	J28	1095	1700	1791	1751
1.0% PP	J41	1205	1033	-	-
>1.0% PP	J41	1013	924	-	-

Tabla 16

Caucho: Resultados de la Estabilidad máxima óptima

CAUCHO: ESTABILIDAD MARSHALL OPTIMA		
% DE MATERIAL	CODIGO	ESTABILIDAD (KG)
0.5 % CUACHO	J4	1448
	J6	1635
	J11	2175
	J22	1507
	J23	1090
	J34	1004
1% CAUCHO	J3	1128
	J4	1314
	J5	2274
	J6	1513
	J15	1361

	J23	1060
	J34	1085
	J3	843
>1% CAUCHO	J15	998
	J36	1417
	J37	2064

Tabla 17

SBS: Resultados de la Estabilidad máxima óptima

SBS: ESTABILIDAD MARSHALL OPTIMA		
% DE MATERIAL	CODIGO	ESTABILIDAD (KG)
0.5 % SBS	J17	1949
	J20	1870
	J26	1835
1% SBS	J35	885
>1% SBS	J35	842

Tabla 18

SBS: Resultados de la Estabilidad máxima óptima

PET: ESTABILIDAD MARSHALL OPTIMA		
% DE MATERIAL	CODIGO	ESTABILIDAD (KG)
0.5% PET	J13	1118
	J24	1611
	J25	1438
1% PET	J16	1434
	J25	1615
	J31	1279
	J33	1430
	J39	865
	J42	1303
	J43	953
	J45	1012
	J46	1227
J47	949	
>1% PET	J48	1199
	J38	1566
	J42	1394
	J43	1061

Tabla 19

PP: Resultados de la Estabilidad máxima óptima

PP: ESTABILIDAD MARSHALL OPTIMA		
% DE MATERIAL	CODIGO	ESTABILIDAD (KG)
0.5% PP	J28	1724

Se realizó una nueva tabla, seleccionando todos los porcentajes óptimos de cemento asfáltico tanto para el pavimento convencional como para el pavimento modificado (Ver Tabla 20-21-22-23-24). Luego, los resultados del pavimento convencional se agruparon en diferentes rangos de porcentaje de cemento asfáltico (Ver Tabla 29), para el pavimento modificado se realizó el mismo procedimiento, pero en este caso separando por cada tipo y porcentaje de material reciclable utilizado (Ver Tabla 30-31-32-33-34-35-36-37-38-39). Finalmente, con el propósito de cumplir nuestro objetivo general se elaboró una última tabla en cual se puede apreciar todos los resultados de la Estabilidad óptima para un pavimento convencional (Ver Tabla 25).

Tabla 20

Resultados de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento convencional

CONVENCIONAL: PORCENTAJE OPTIMO DE ASFALTO	
CODIGO	PORCENTAJE OPTIMO (%)
J1	5.80
J2	5.40
J3	6.20
J4	5.60
J5	5.60
J6	5.80
J7	5.00
J8	6.20
J9	5.60
J10	6.00
J11	5.50
J12	5.50

J14	5.70
J15	5.20
J16	5.60
J17	5.80
J18	5.80
J19	6.00
J20	5.00
J21	6.00
J22	5.70
J23	5.30
J24	5.30
J25	6.00
J26	5.30
J27	5.40
J28	5.50
J29	5.80
J30	5.20
J32	6.30
J33	5.60
J34	6.40
J35	5.80
J36	5.80
J37	5.50
J38	5.50
J39	6.00
J40	6.30
J41	4.50
J42	6.40
J45	6.50
J46	6.70
J47	6.00
J48	5.40
J49	6.00
J50	5.70

Tabla 21

Caucho: Resultados de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado

CAUCHO: PORCENTAJE OPTIMO DE CEMENTO ASFALTICO		
% DE MATERIAL	CODIGO	PORCENTAJE OPTIMO (%)
0.5% CAUCHO	J4	5.40
	J6	5.90

	J10	5.70
	J11	5.50
	J22	5.70
	J23	5.50
	J34	6.70
1% CAUCHO	J3	6.10
	J4	4.60
	J5	5.30
	J6	5.30
	J15	5.70
	J23	5.50
	J34	7.00
>1% CAUCHO	J3	6.10
	J15	6.00
	J36	6.20
	J37	5.30

Tabla 22

PET: Resultados de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado

PET: PORCENTAJE OPTIMO DE CEMENTO ASFALTICO		
% DE MATERIAL	CODIGO	PORCENTAJE OPTIMO (%)
0.5% PET	J13	5.8
	J24	5.4
	J25	5.9
1% PET	J16	5.80
	J25	6.10
	J31	6.00
	J33	5.80
	J39	6.00
	J42	6.40
	J45	6.10
	J46	6.00
	J47	6.00
J48	5.30	
>1% PET	J38	5.80
	J42	6.40

Tabla 23

SBS: Resultados de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado

SBS: PORCENTAJE OPTIMO DE CEMENTO ASFALTICO		
% DE MATERIAL	CODIGO	PORCENTAJE OPTIMO (%)
0.5% SBS	J17	5.60
	J20	4.50
	J26	5.30
1% SBS	J35	5.90
>1% SBS	J35	5.80

Tabla 24

PP: Resultados de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado

PP: PORCENTAJE OPTIMO DE CEMENTO ASFALTICO		
% DE MATERIAL	CODIGO	PORCENTAJE OPTIMO (%)
0.5% PP	J28	6.7

Tabla 25

Resultados de la Estabilidad máxima óptima para un pavimento convencional

CONVENCIONA: ESTABILIDAD MARSHALL OPTIMA	
CODIGO	ESTABILIDAD (KG)
J1	1120
J2	1339
J3	1035
J4	1389
J5	1860
J6	1553
J7	1461
J8	938
J9	1389
J11	1350
J17	1166
J18	1050
J19	1224
J20	1648

J21	1242
J22	1410
J23	1312
J24	1264
J25	1406
J27	1373
J28	1242
J29	1200
J30	1305
J32	2170
J33	1389
J34	1207
J35	922
J36	1091
J37	2013
J38	1421
J39	831
J40	1033
J41	1276
J42	925
J45	1034
J46	1093
J47	905
J48	1022
J49	1141
J50	1190

Por último, se elaboró diferentes gráficas con el fin de tener una mejor vista de todos los resultados encontrados cumpliendo todos los objetivos planteados en un inicio del proyecto. Se utilizó gráficas de barras, polígonos de frecuencia, gráficas circulares.

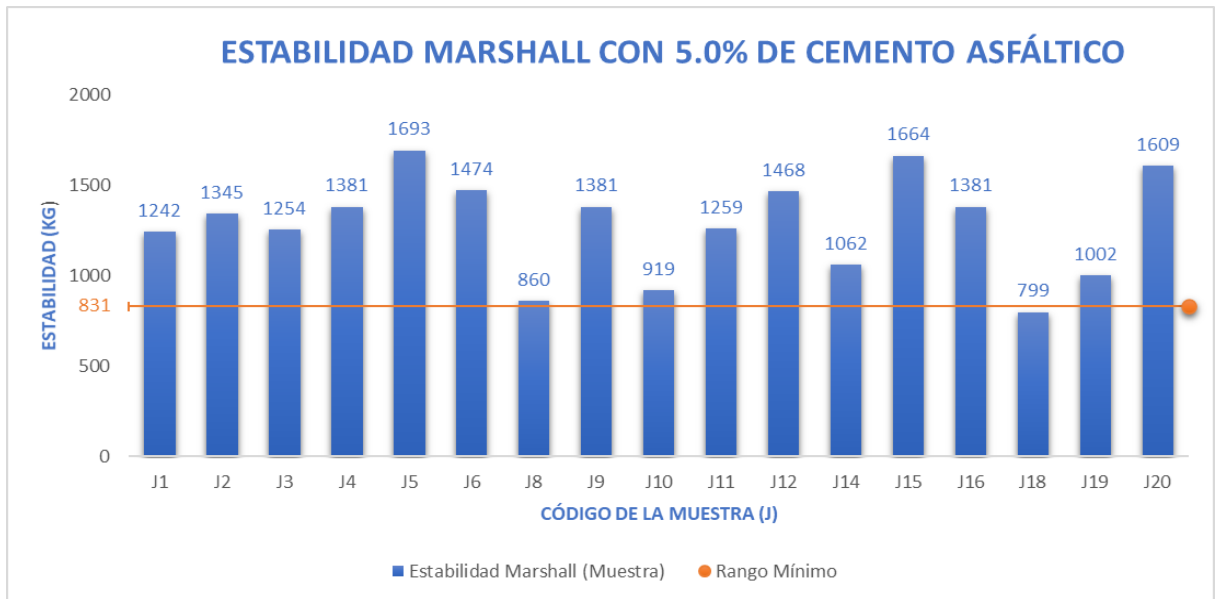
CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1 Estabilidad con diferentes porcentajes de cemento asfáltico

3.1.1 Pavimento Convencional: 5%, 5.5%, 6% y 6.5% de cemento asfáltico

Figura 39

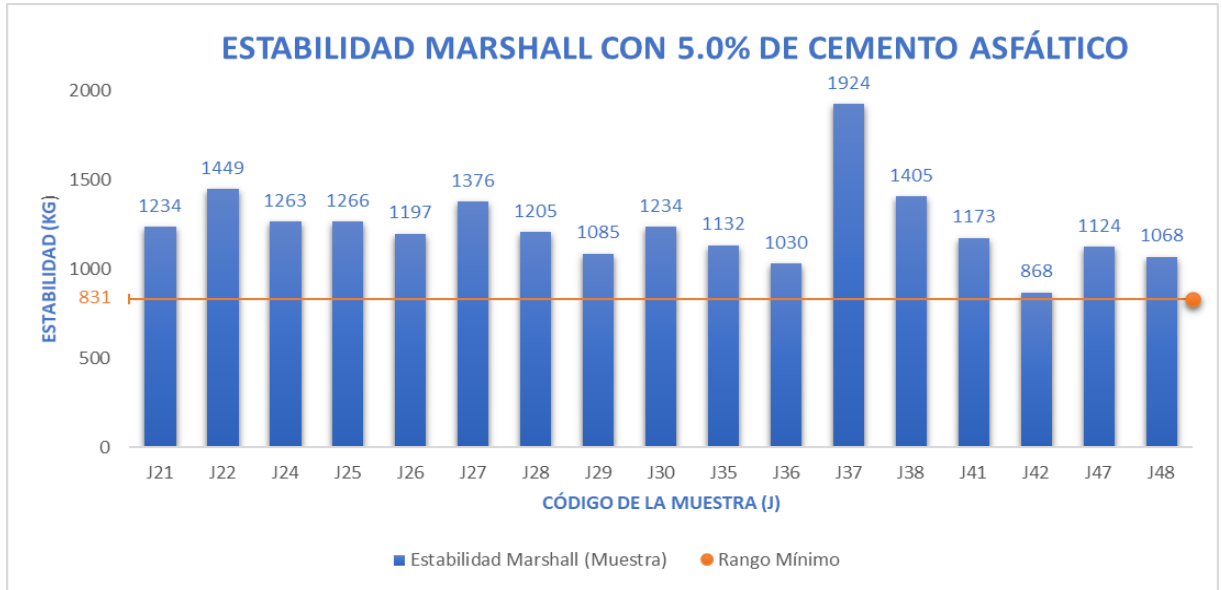
Pavimento Convencional: Estabilidad con 5.0% de cemento asfáltico - Parte I



Nota: Gráfico donde se muestra los valores de Estabilidad Marshall con un porcentaje de 5.0% de cemento asfáltico y su rango mínimo bajo la norma EG -2013.

Figura 40

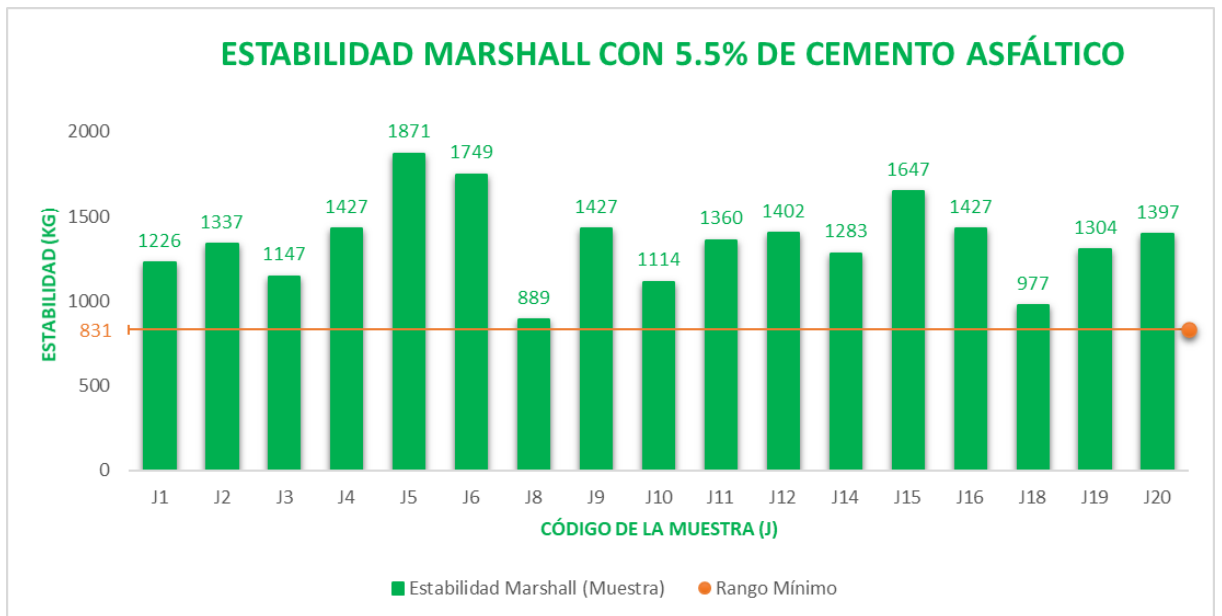
Pavimento Convencional: Estabilidad con 5.0% de cemento asfáltico - Parte II



Nota: Gráfico donde se muestra los valores de Estabilidad Marshall con un porcentaje de 5.0% de cemento asfáltico y su rango mínimo bajo la norma EG -2013.

Figura 41

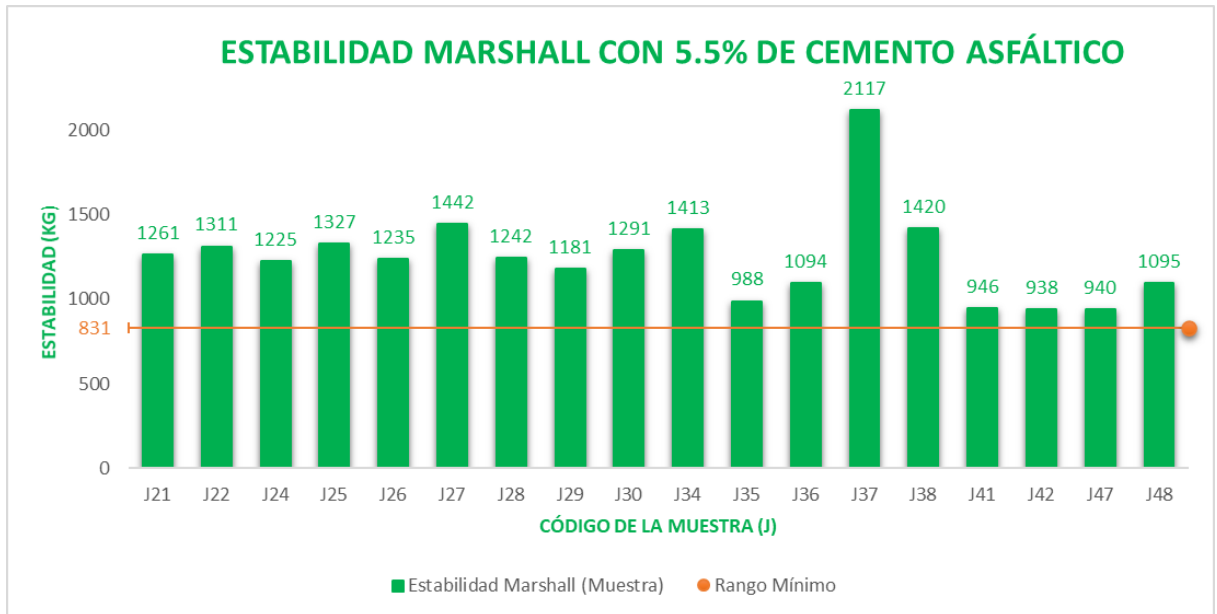
Pavimento Convencional: Estabilidad con 5.5% de cemento asfáltico - Parte I



Nota: Gráfico donde se denota los valores de Estabilidad Marshall con un porcentaje de 5.5% de cemento asfáltico y el límite mínimo bajo la norma EG -2013.

Figura 42

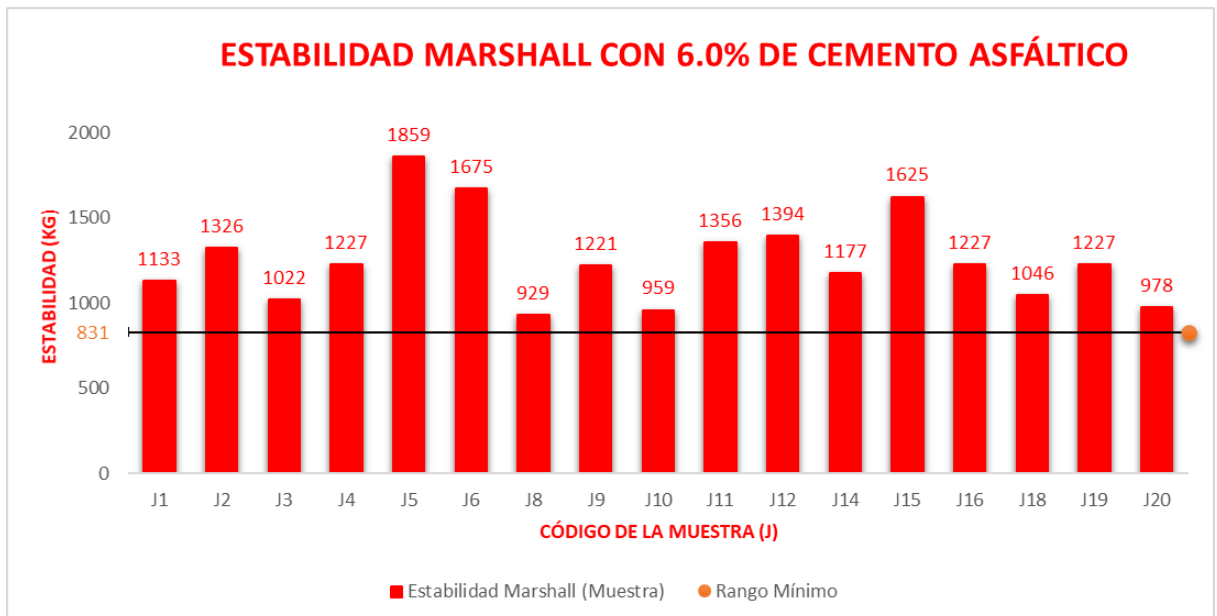
Pavimento Convencional: Estabilidad con 5.5% de cemento asfáltico - Parte II



Nota: Gráfico donde se denota los valores de Estabilidad Marshall con un porcentaje de 5.5% de cemento asfáltico y el límite mínimo bajo la norma EG -2013.

Figura 43

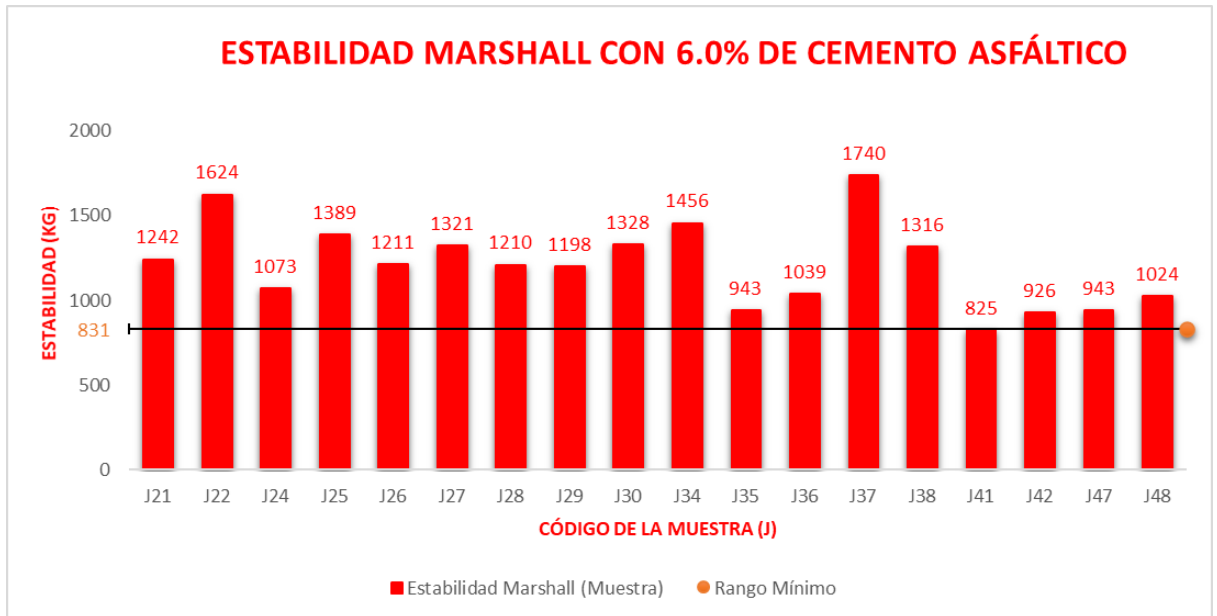
Pavimento Convencional: Estabilidad con 6.0% de cemento asfáltico - Parte I



Nota: Gráfico donde se muestra los valores de Estabilidad Marshall con un porcentaje de 6.0% de cemento asfáltico y su valor mínimo bajo la norma EG -2013.

Figura 44

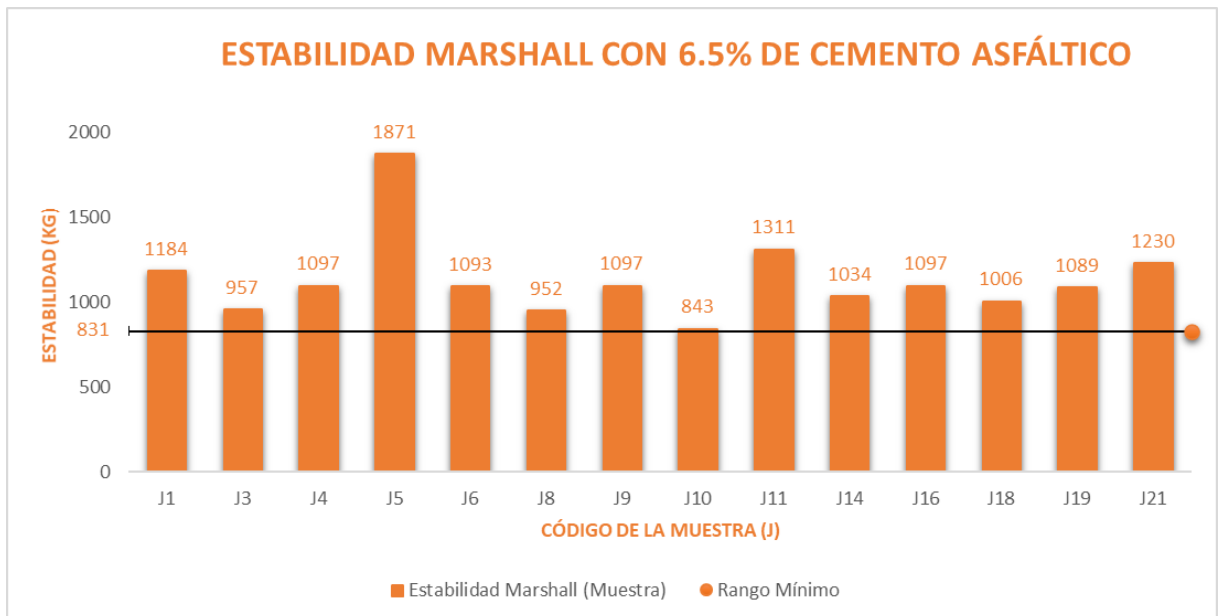
Pavimento Convencional: Estabilidad con 6.0% de cemento asfáltico - Parte II



Nota: Gráfico donde se muestra los valores de Estabilidad Marshall con un porcentaje de 6.0% de cemento asfáltico y su valor mínimo bajo la norma EG -2013.

Figura 45

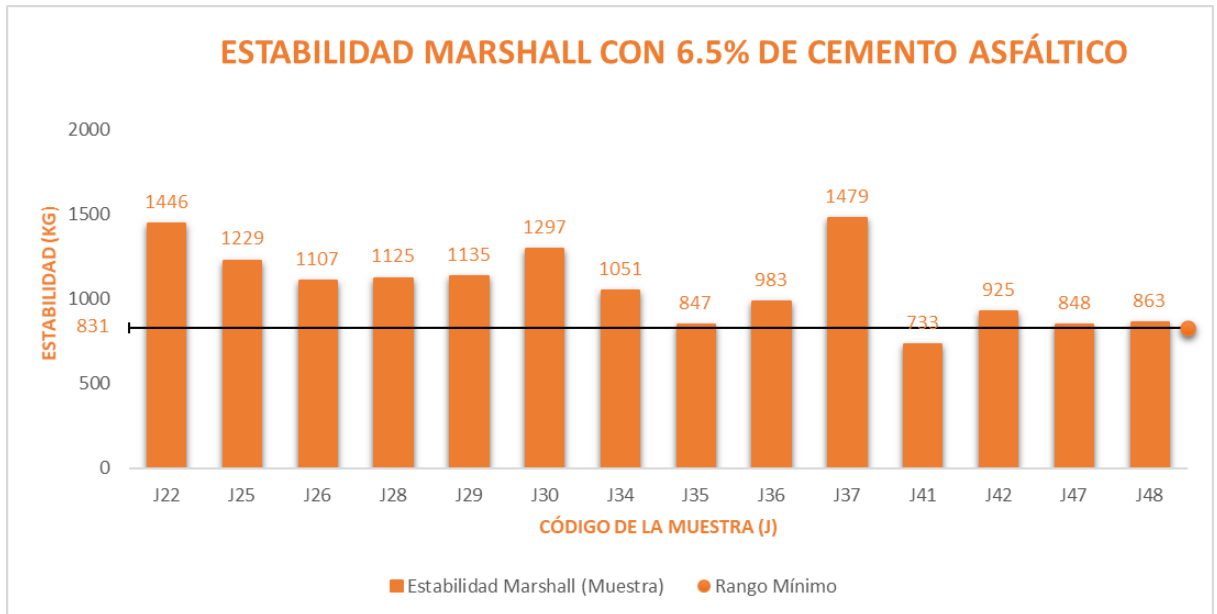
Pavimento Convencional: Estabilidad con 6.5% de cemento asfáltico - Parte I



Nota: Gráfico donde se denota los valores de Estabilidad Marshall con un porcentaje de 6.5% de cemento asfáltico y el margen mínimo bajo la norma EG -2013.

Figura 46

Pavimento Convencional: Estabilidad con 6.5% de cemento asfáltico - Parte II

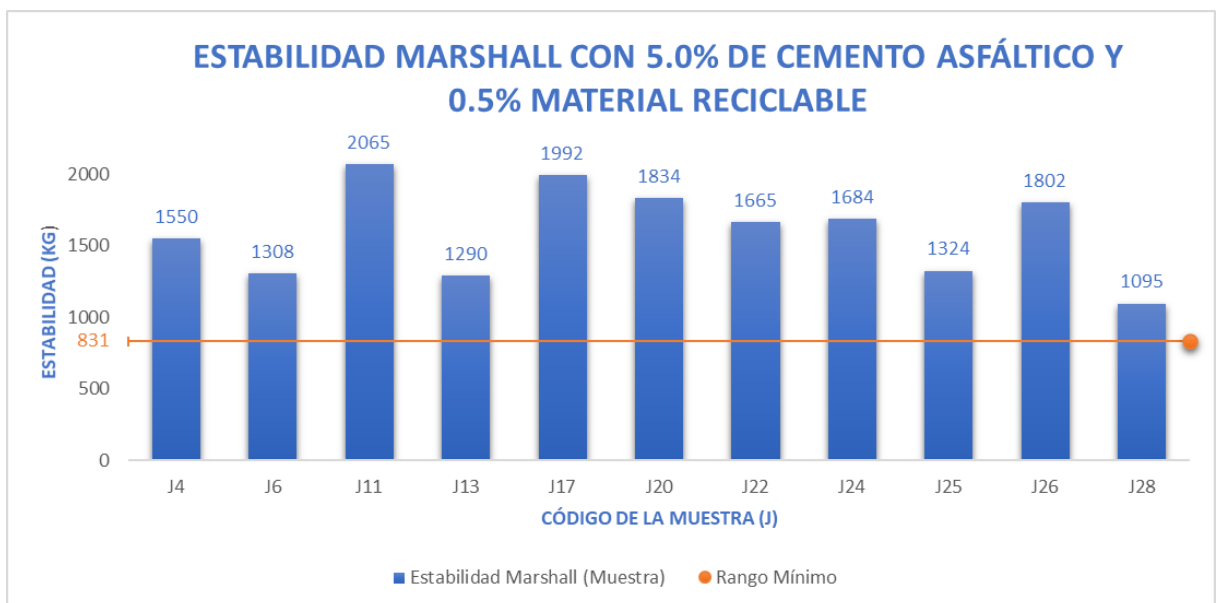


Nota: Gráfico donde se denota los valores de Estabilidad Marshall con un porcentaje de 6.5% de cemento asfáltico y el margen mínimo bajo la norma EG -2013.

3.1.2 Pavimento Modificado: 5%, 5.5%, 6% y 6.5% de C.A. + 0.5% M.R.

Figura 47

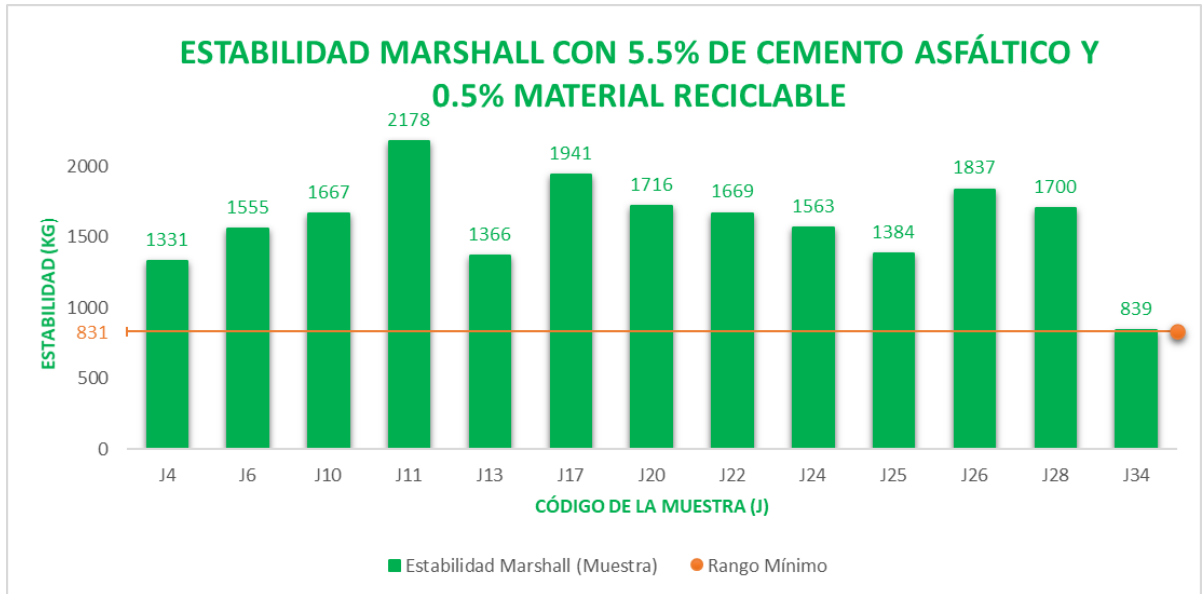
Pavimento Modificado: Estabilidad con 5.0% de cemento asfáltico y 0.5% de material reciclable



Nota: Gráfico donde se muestra los valores de Estabilidad Marshall con un porcentaje de 5.0% de cemento asfáltico más 0.5% de material reciclable y su rango mínimo bajo la norma EG -2013.

Figura 48

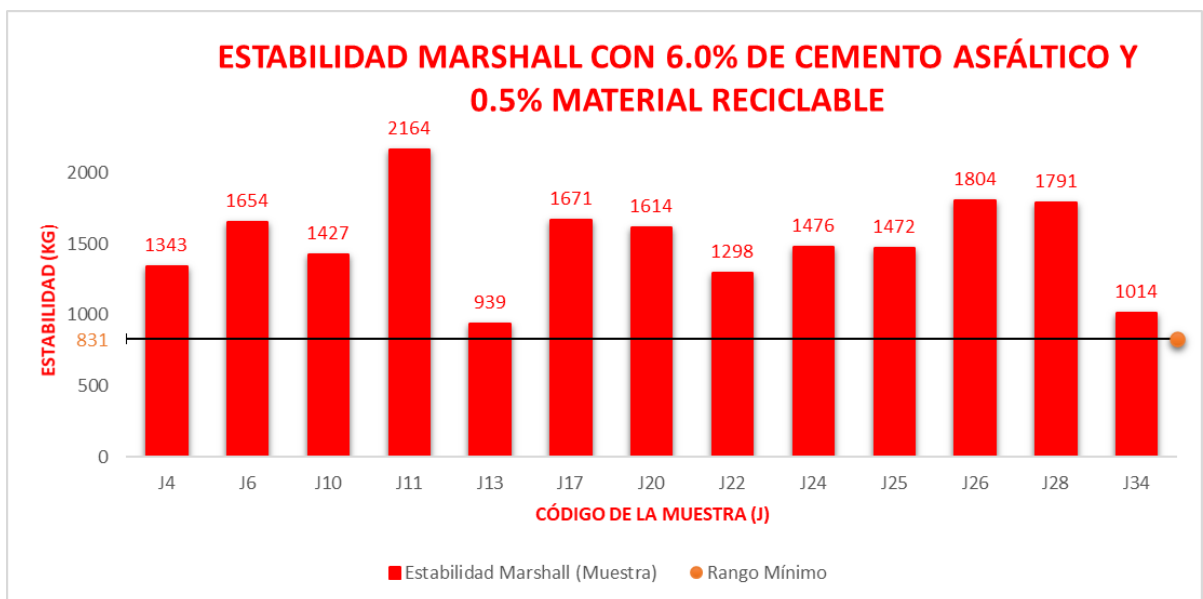
Pavimento Modificado: Estabilidad con 5.5% de cemento asfáltico y 0.5% de material reciclable



Nota: Gráfico donde se denota los valores de Estabilidad Marshall con un porcentaje de 5.5% de cemento asfáltico más 0.5% de material reciclable y el límite mínimo bajo la norma EG -2013.

Figura 49

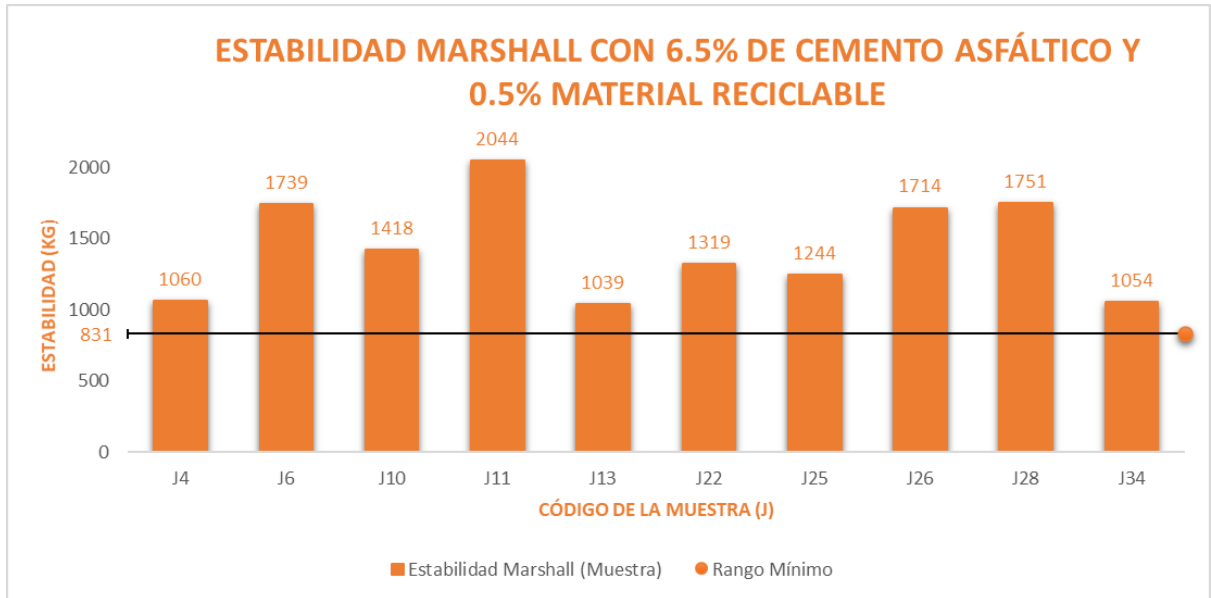
Pavimento Modificado: Estabilidad con 6.0% de cemento asfáltico y 0.5% de material reciclable



Nota: Gráfico donde se muestra los valores de Estabilidad Marshall con un porcentaje de 6.0% de cemento asfáltico más 0.5% de material reciclable y su valor mínimo bajo la norma EG -2013.

Figura 50

Pavimento Modificado: Estabilidad con 6.5% de cemento asfáltico y 0.5% de material reciclable

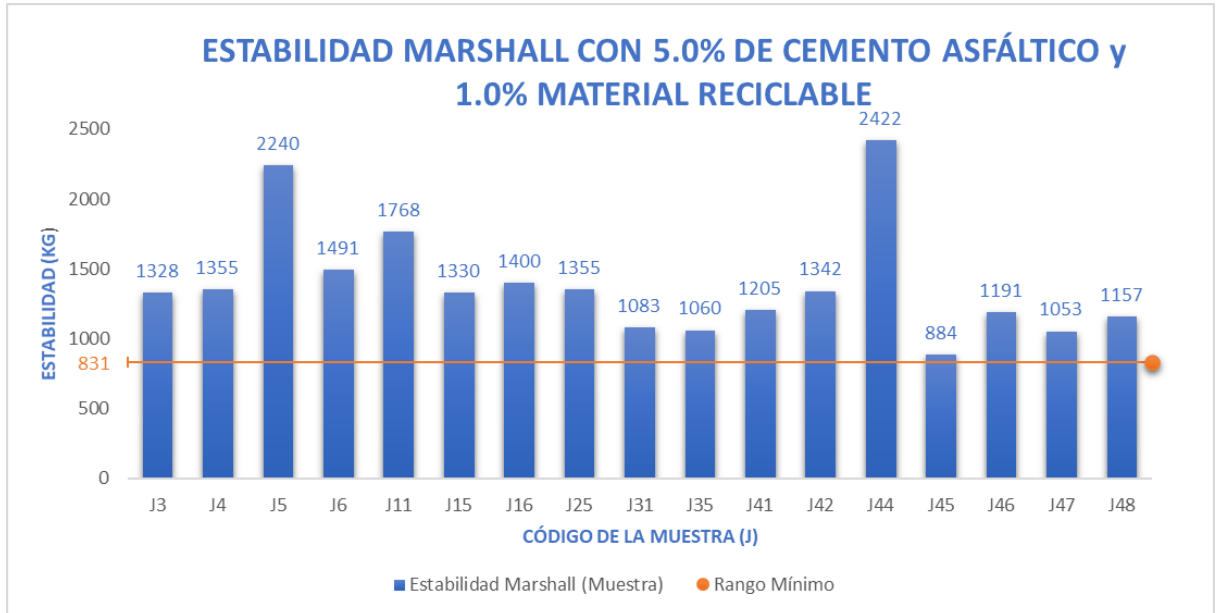


Nota: Gráfico donde se denota los valores de Estabilidad Marshall con un porcentaje de 6.5% de cemento asfáltico más 0.5% de material reciclable y el margen mínimo bajo la norma EG -2013.

3.1.3 Pavimento Modificado: 5%, 5.5%, 6% y 6.5% de C.A. + 1% M.R.

Figura 51

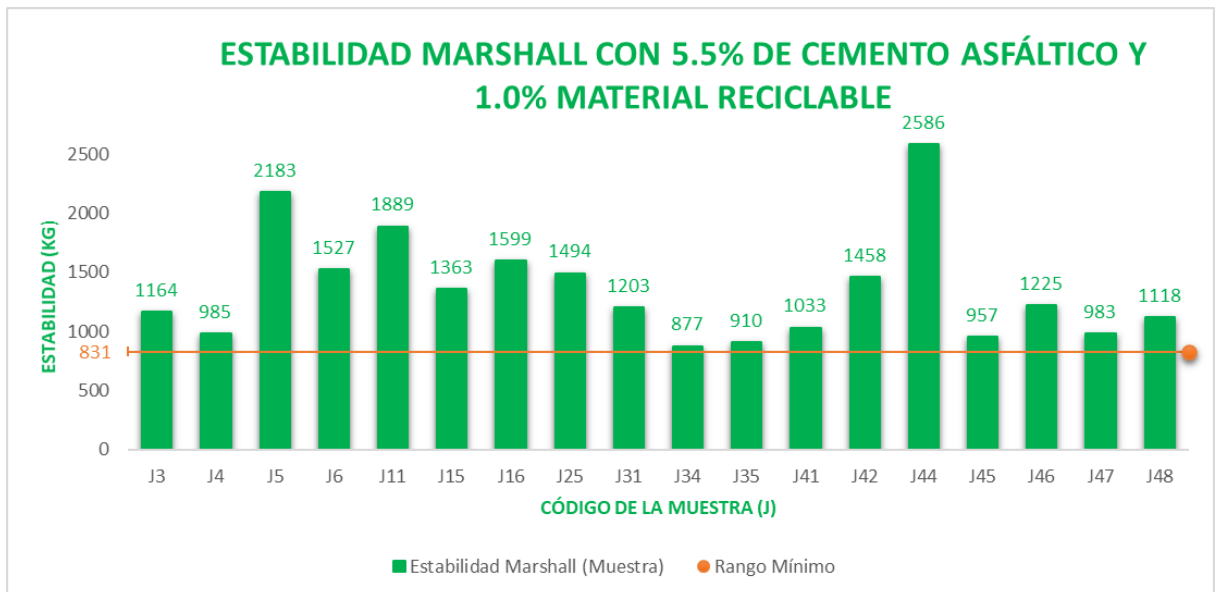
Pavimento Modificado: Estabilidad con 5.0% de cemento asfáltico y 1% de material reciclable



Nota: Gráfico donde se muestra los valores de Estabilidad Marshall con un porcentaje de 5.0% de cemento asfáltico más 1.0% de material reciclable y su rango mínimo bajo la norma EG -2013.

Figura 52

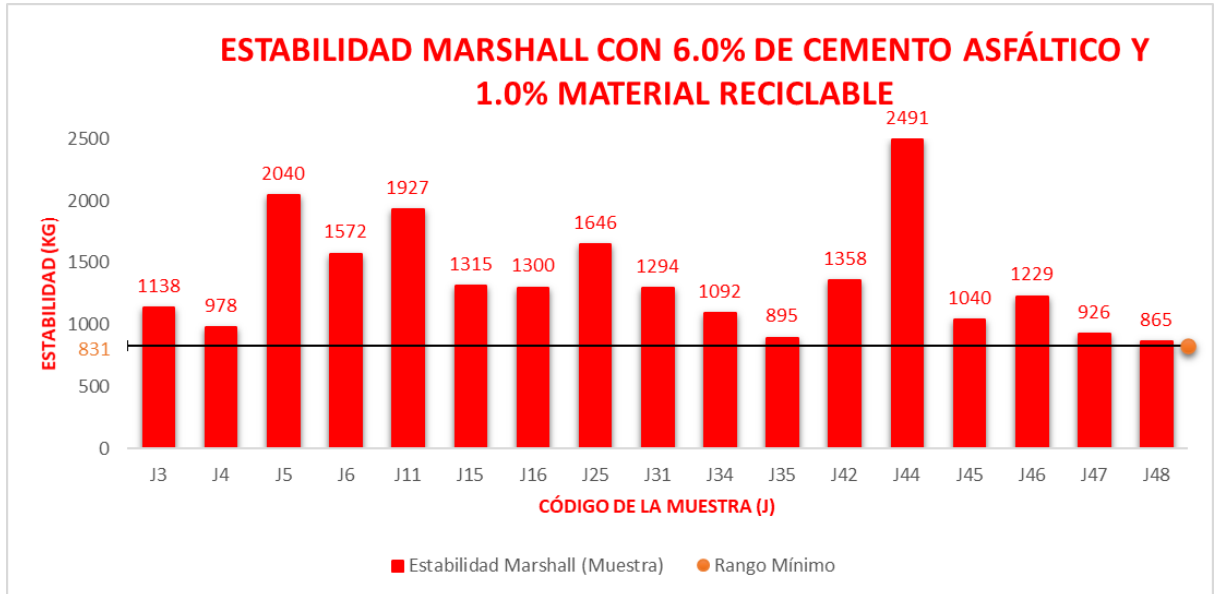
Pavimento Modificado: Estabilidad con 5.5% de cemento asfáltico y 1% de material reciclable



Nota: Gráfico donde se denota los valores de Estabilidad Marshall con un porcentaje de 5.5% de cemento asfáltico más 1.0% de material reciclable y el límite mínimo bajo la norma EG -2013.

Figura 53

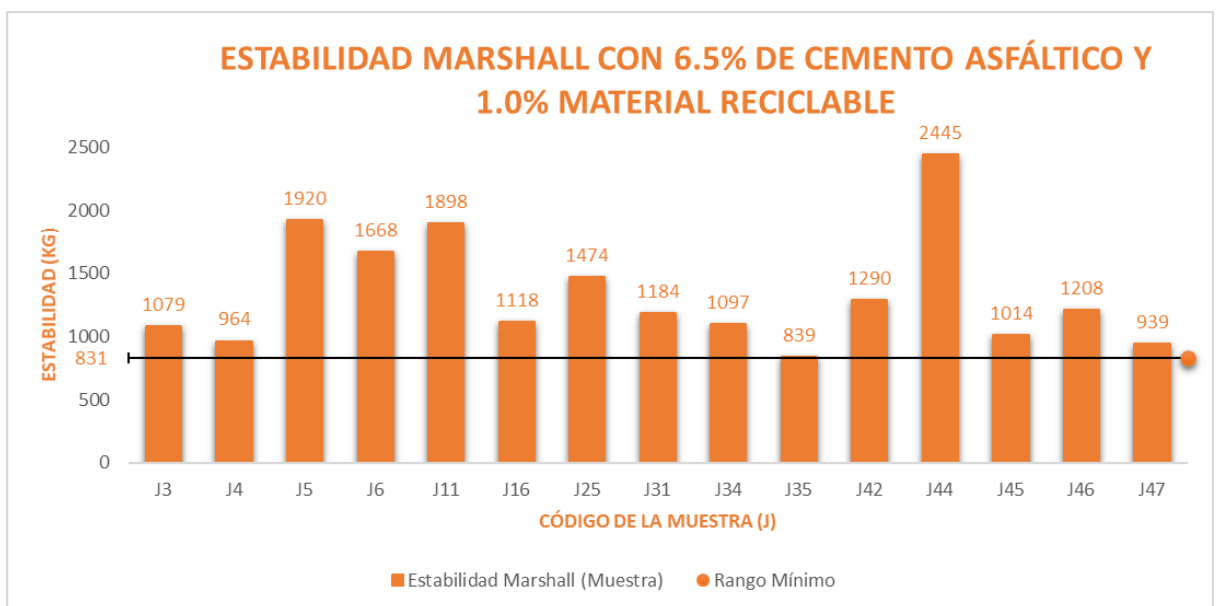
Pavimento Modificado: Estabilidad con 6.0% de cemento asfáltico y 1% de material reciclable



Nota: Gráfico donde se muestra los valores de Estabilidad Marshall con un porcentaje de 6.0% de cemento asfáltico más 1.0% de material reciclable y su valor mínimo bajo la norma EG -2013.

Figura 54

Pavimento Modificado: Estabilidad con 6.5% de cemento asfáltico y 1% de material reciclable

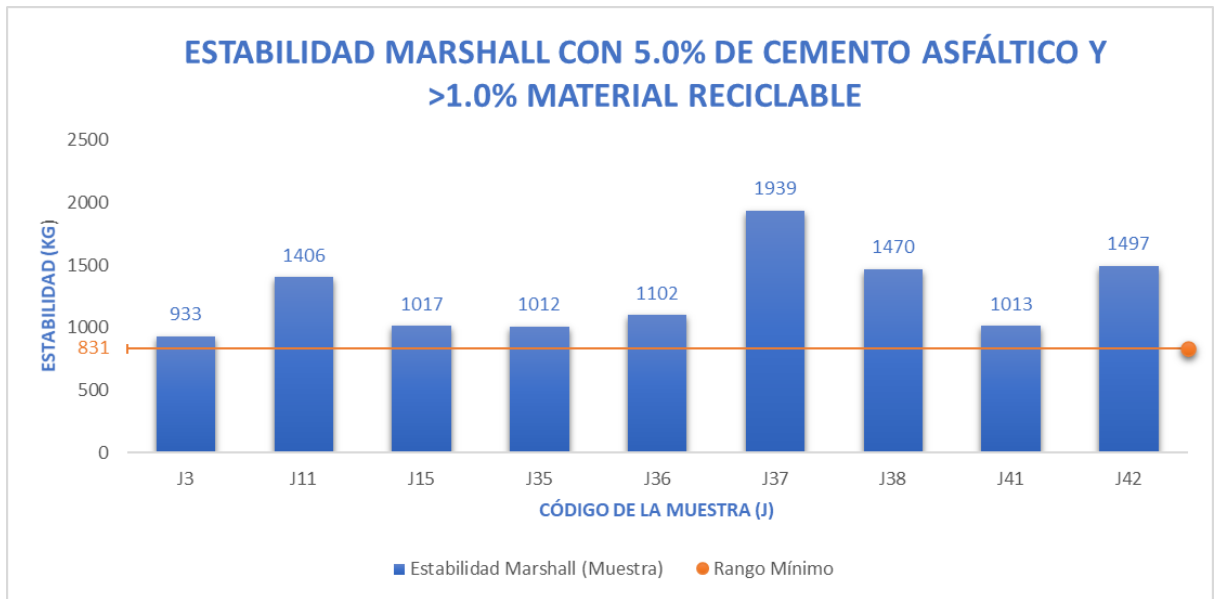


Nota: Gráfico donde se denota los valores de Estabilidad Marshall con un porcentaje de 6.0% de cemento asfáltico más 1.0% de material reciclable y el margen mínimo bajo la norma EG -2013.

3.1.4 Pavimento Modificado: 5%, 5.5%, 6% y 6.5% de C.A. + >1% M.R.

Figura 55

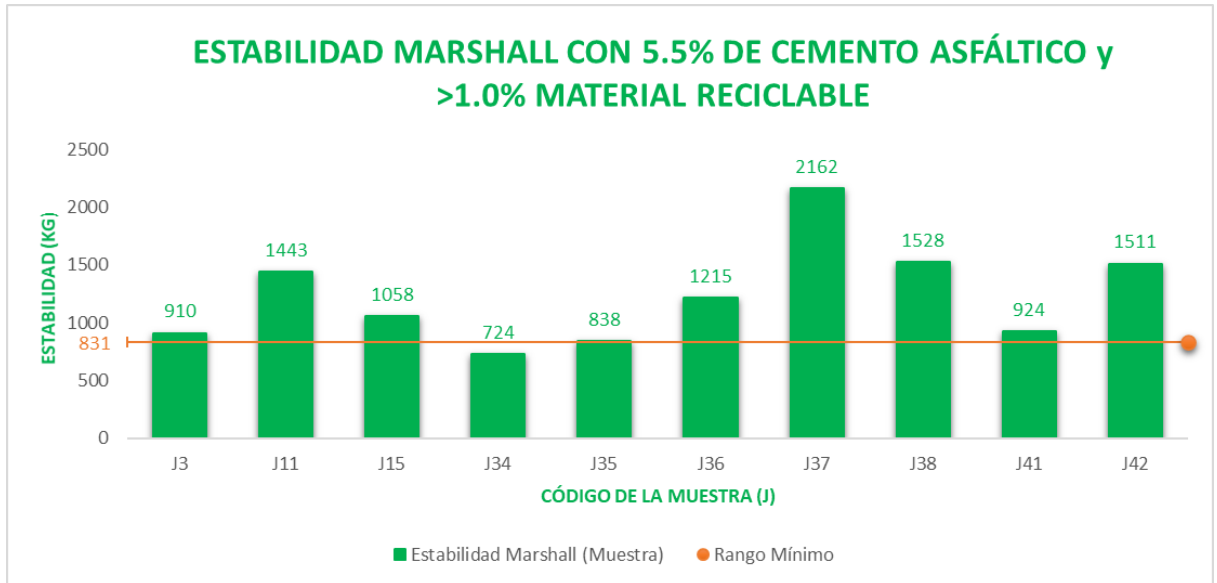
Pavimento Modificado: Estabilidad con 5.0% de cemento asfáltico y +1% de material reciclable



Nota: Gráfico donde se muestra los valores de Estabilidad Marshall con un porcentaje de 5.0% de cemento asfáltico y más del 1.0% de material reciclable y su rango mínimo bajo la norma EG -2013.

Figura 56

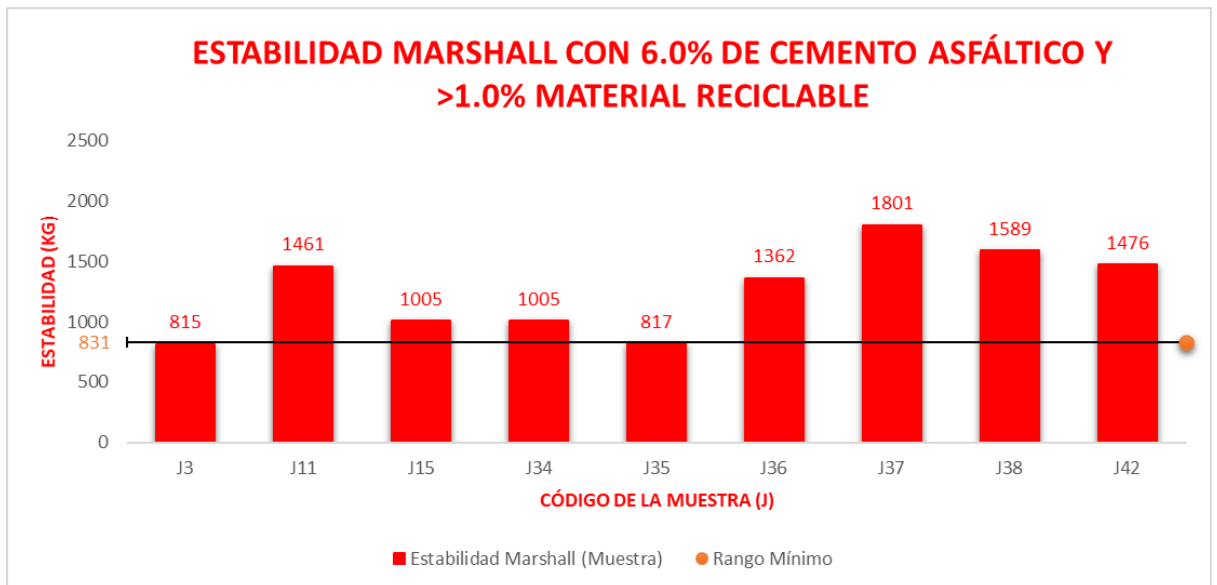
Pavimento Modificado: Estabilidad con 5.5% de cemento asfáltico y +1% de material reciclable



Nota: Gráfico donde se denota los valores de Estabilidad Marshall con un porcentaje de 5.5% de cemento asfáltico y más del 1.0% de material reciclable y el límite mínimo bajo la norma EG - 2013.

Figura 57

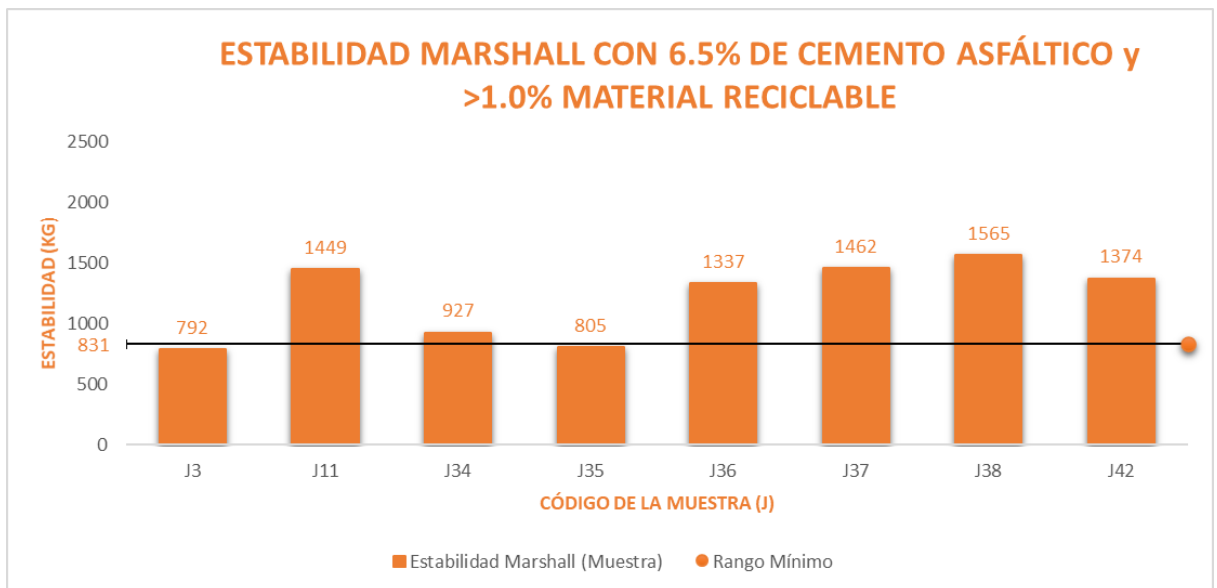
Pavimento Modificado: Estabilidad con 6.0% de cemento asfáltico y +1% de material reciclable



Nota: Gráfico donde se muestra los valores de Estabilidad Marshall con un porcentaje de 6.0% de cemento asfáltico y más del 1.0% de material reciclable y su valor mínimo bajo la norma EG -2013.

Figura 58

Pavimento Modificado: Estabilidad con 6.5% de cemento asfáltico y +1% de material reciclable



Nota: Gráfico donde se denota los valores de Estabilidad Marshall con un porcentaje de 6.5% de cemento asfáltico y más del 1.0% de material reciclable y el margen mínimo bajo la norma EG -2013.

3.2 Presenta una mejor Estabilidad según el tipo de material reciclable

3.2.1 Estabilidad máxima promedio según el material reciclable

3.2.2.1 Estabilidad: 0.5% Material Reciclable (M.R.)

Tabla 26

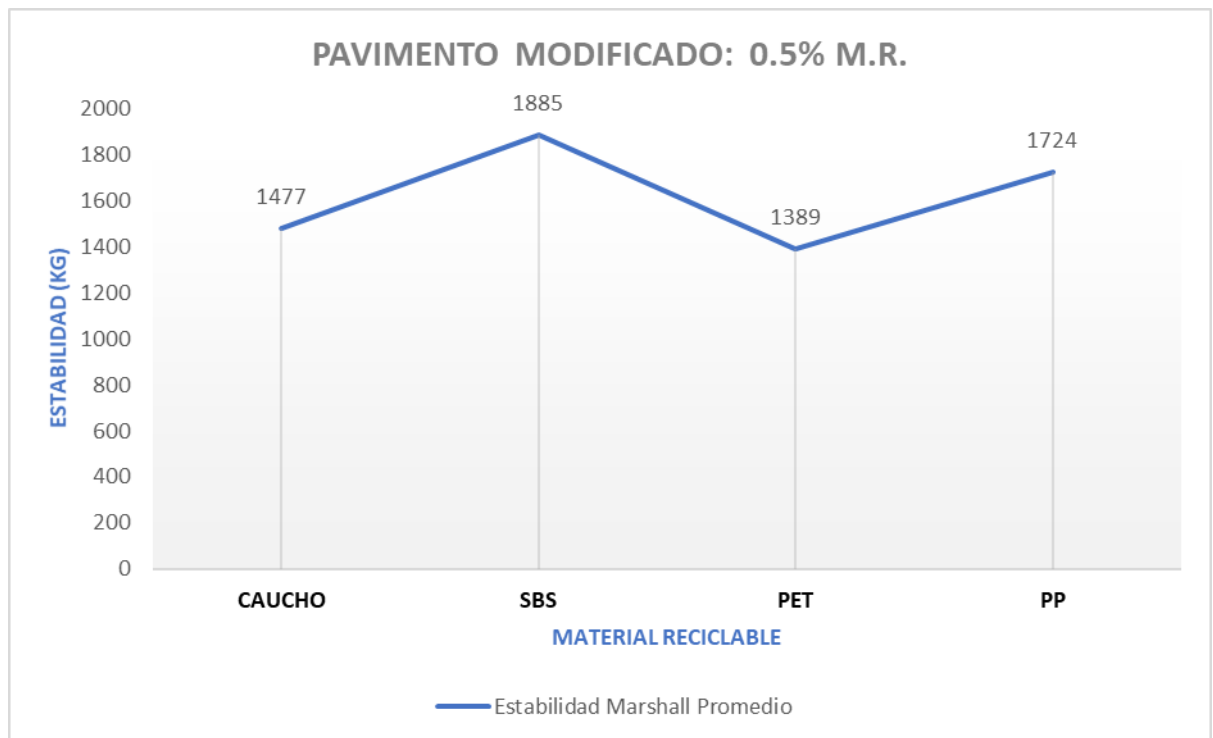
Estabilidad promedio máxima: Pavimento Modificado con 0.5% de material reciclable

PAVIMENTO MODIFICADO 0.5%	
MATERIAL	ESTABILIDAD (Kg)
CAUCHO	1477
SBS	1885
PET	1389
PP	1724

Nota: Tabla de los valores de Estabilidad Marshall promedio máxima con la incorporación del 0.5% por cada material reciclable.

Figura 59

Estabilidad Promedio Máxima: Pavimento modificado 0.5% de material reciclable



Nota: Gráfica que presenta los valores de Estabilidad Marshall promedio máxima con la adición del 0.5% por cada material reciclable identificado.

3.2.2.1 Estabilidad: 1% Material Reciclable (M.R.)

Tabla 27

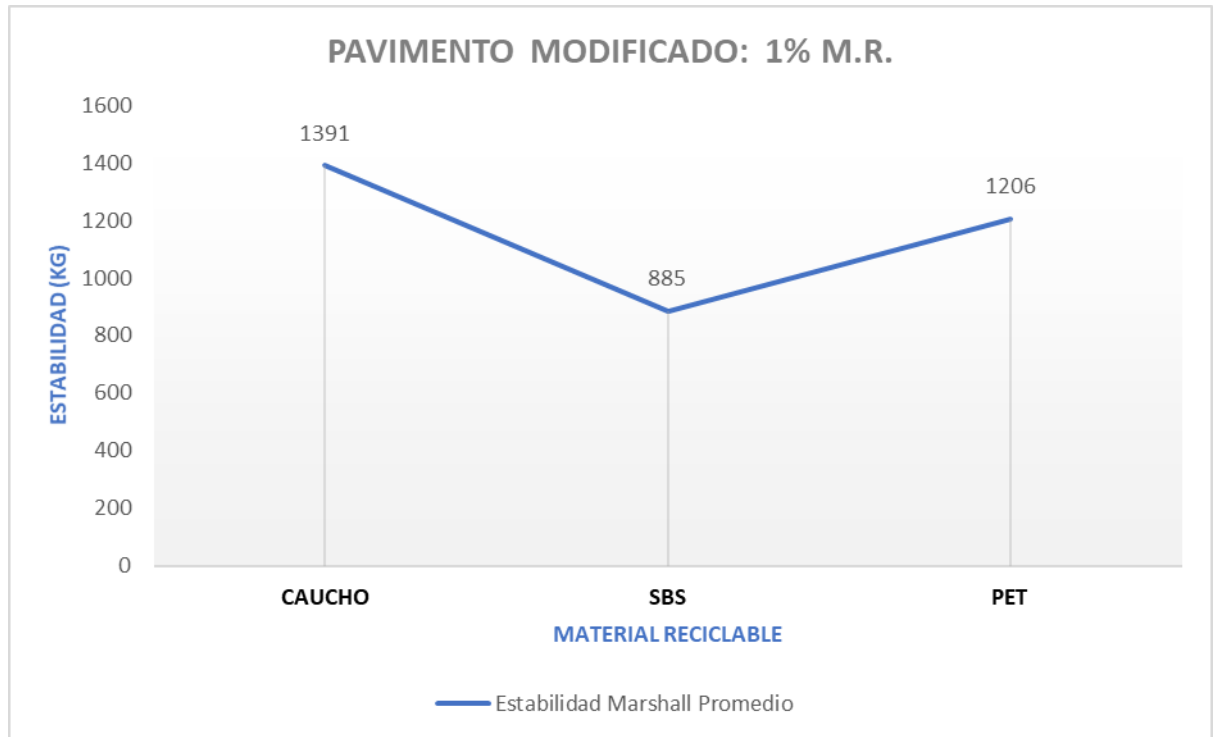
Estabilidad promedio máxima: Pavimento Modificado con 1% de material reciclable

PAVIMENTO MODIFICADO 1%	
MATERIAL	ESTABILIDAD (Kg)
CAUCHO	1391
SBS	885
PET	1206

Nota: Tabla de los valores de Estabilidad Marshall promedio máxima con la incorporación del 1.0% por cada material reciclable.

Figura 60

Estabilidad Promedio Máxima: Pavimento modificado 1% de material reciclable



Nota: Gráfica que presenta los valores de Estabilidad Marshall promedio máxima con la adición del 1.0% por cada material reciclable identificado.

3.2.2.1 Estabilidad: +1% Material Reciclable (M.R.)

Tabla 28

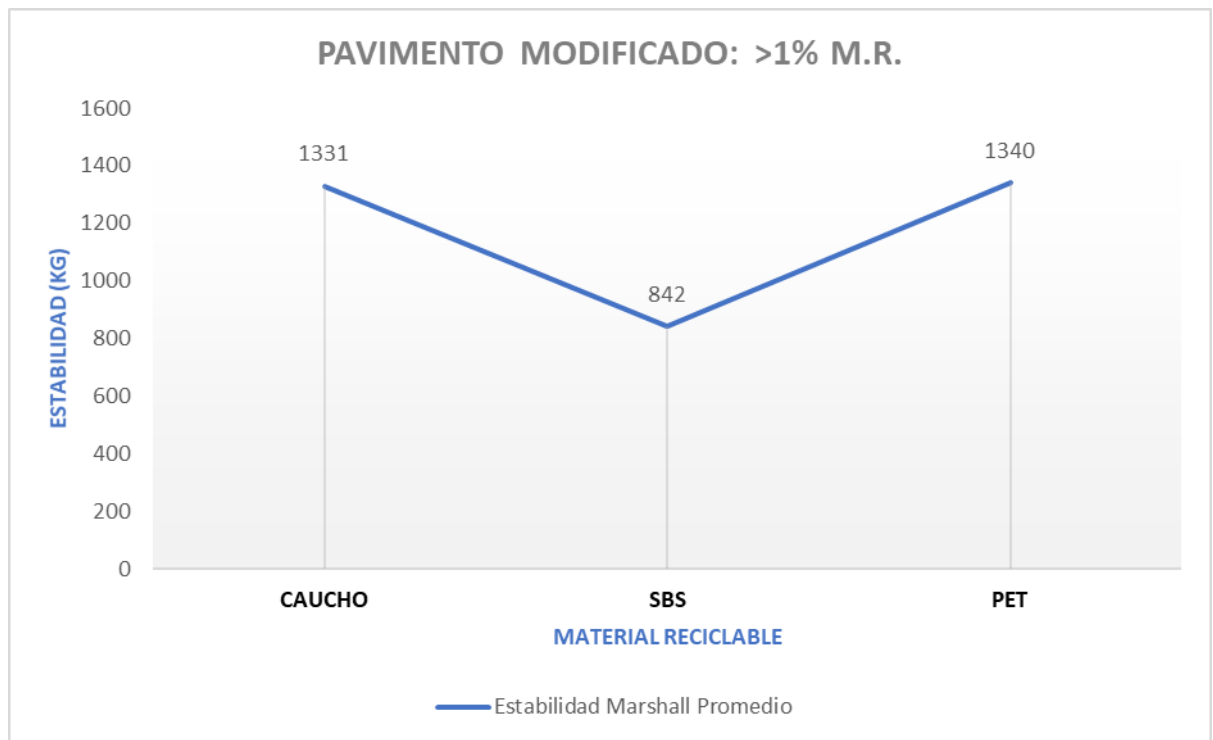
Estabilidad promedio máximo: Pavimento Modificado con +1% de material reciclable

PAVIMENTO MODIFICADO +1%	
MATERIAL	ESTABILIDAD (Kg)
CAUCHO	1331
SBS	842
PET	1340

Nota: Tabla de los valores de Estabilidad Marshall promedio máxima con la incorporación de más del 1.0% por cada material reciclable.

Figura 61

Estabilidad Promedio Máxima: Pavimento modificado +1% de material reciclable



Nota: Gráfica que presenta los valores de Estabilidad Marshall promedio máxima con la adición de más del 1.0% de cada material identificado.

3.3 Porcentaje óptimo para el pavimento convencional y pavimento modificado

3.3.1 Pavimento Convencional

Tabla 29

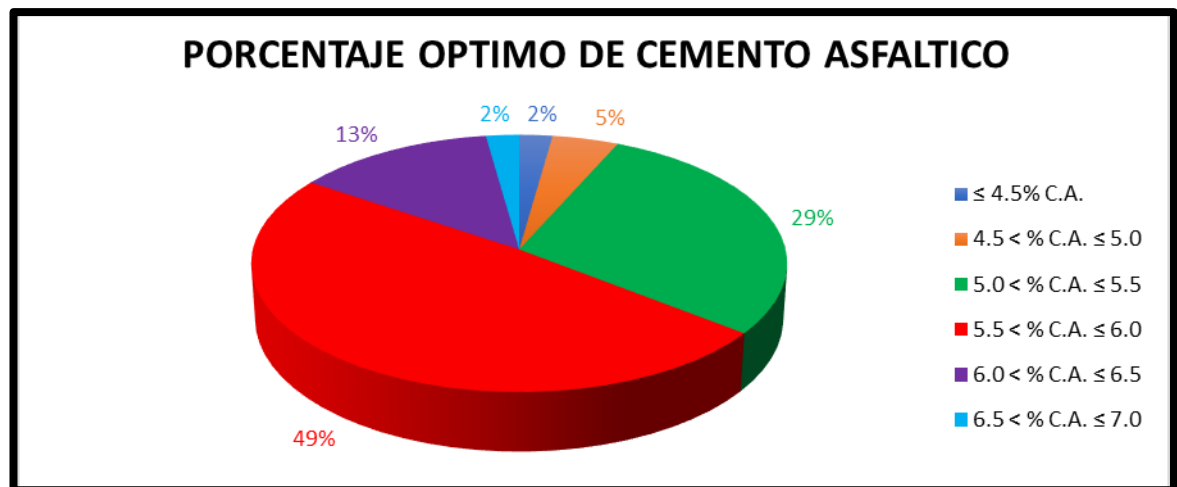
Rango de porcentajes de cemento asfáltico para un pavimento convencional

Porcentaje óptimo de cemento asfáltico	
Rango	Cantidad de resultados
$\leq 4.5\%$ C.A.	1
$4.5 < \% \text{ C.A.} \leq 5.0$	2
$5.0 < \% \text{ C.A.} \leq 5.5$	13
$5.5 < \% \text{ C.A.} \leq 6.0$	22
$6.0 < \% \text{ C.A.} \leq 6.5$	6
$6.5 < \% \text{ C.A.} \leq 7.0$	1

Nota: Tabla donde se indica los porcentajes óptimos de cemento asfáltico asignados en los rangos obtenidos de las investigaciones para un pavimento convencional.

Figura 62

Rango de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento convencional



Nota: Gráfica que presenta los valores de porcentajes óptimos de cemento asfáltico establecidos en diferentes rangos encontrados en las investigaciones para un pavimento convencional.

3.3.2 Pavimento Modificado

3.3.2.1 Caucho 0.5%: Porcentaje óptimo

Tabla 30

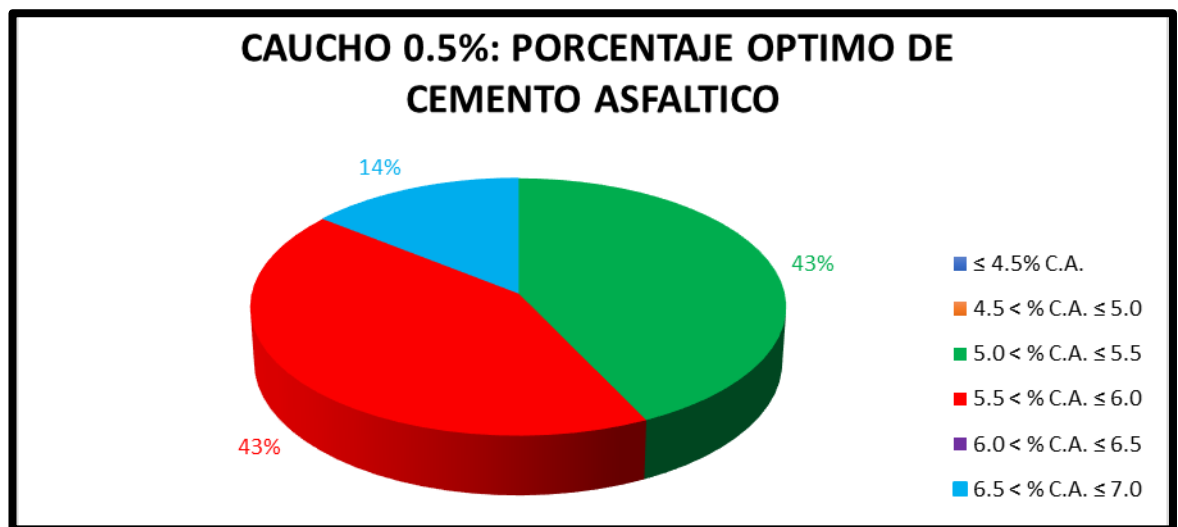
Caucho 0.5%: Rango de porcentaje de cemento asfáltico para un pavimento modificado

Porcentaje óptimo de cemento asfáltico	
Rango	Cantidad de investigaciones
$\leq 4.5\%$ C.A.	0
$4.5 < \% \text{ C.A.} \leq 5.0$	0
$5.0 < \% \text{ C.A.} \leq 5.5$	3
$5.5 < \% \text{ C.A.} \leq 6.0$	3
$6.0 < \% \text{ C.A.} \leq 6.5$	0
$6.5 < \% \text{ C.A.} \leq 7.0$	1

Nota: Tabla donde se indica los porcentajes óptimos de cemento asfáltico asignados en los rangos obtenidos de las investigaciones, con la incorporación de caucho al 0.5%.

Figura 63

Caucho 0.5%: Rango de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado



Nota: Gráfica que presenta los valores de porcentajes óptimos de cemento asfáltico establecidos en diferentes rangos encontrados en las investigaciones, con la incorporación de caucho al 0.5%.

3.3.2.2 Caucho 1%: Porcentaje óptimo

Tabla 31

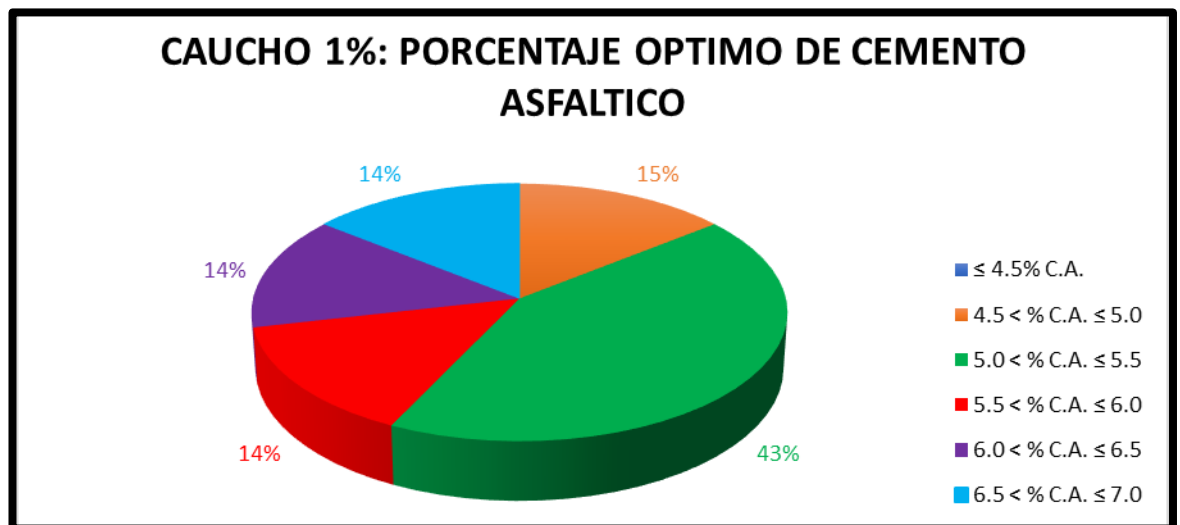
Caucho 1%: Rango de porcentaje de cemento asfáltico para un pavimento modificado

Porcentaje óptimo de cemento asfáltico	
Rango	Cantidad de investigaciones
$\leq 4.5\% \text{ C.A.}$	0
$4.5 < \% \text{ C.A.} \leq 5.0$	1
$5.0 < \% \text{ C.A.} \leq 5.5$	3
$5.5 < \% \text{ C.A.} \leq 6.0$	1
$6.0 < \% \text{ C.A.} \leq 6.5$	1
$6.5 < \% \text{ C.A.} \leq 7.0$	1

Nota: Tabla donde se indica los porcentajes óptimos de cemento asfáltico asignados en los rangos obtenidos de las investigaciones, con la incorporación de caucho al 1.0%.

Figura 64

Caucho 1%: Rango de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado



Nota: Gráfica que presenta los valores de porcentajes óptimos de cemento asfáltico establecidos en diferentes rangos encontrados en las investigaciones, con la incorporación de caucho al 1.0%.

3.3.2.3 Caucho +1%: Porcentaje óptimo

Tabla 32

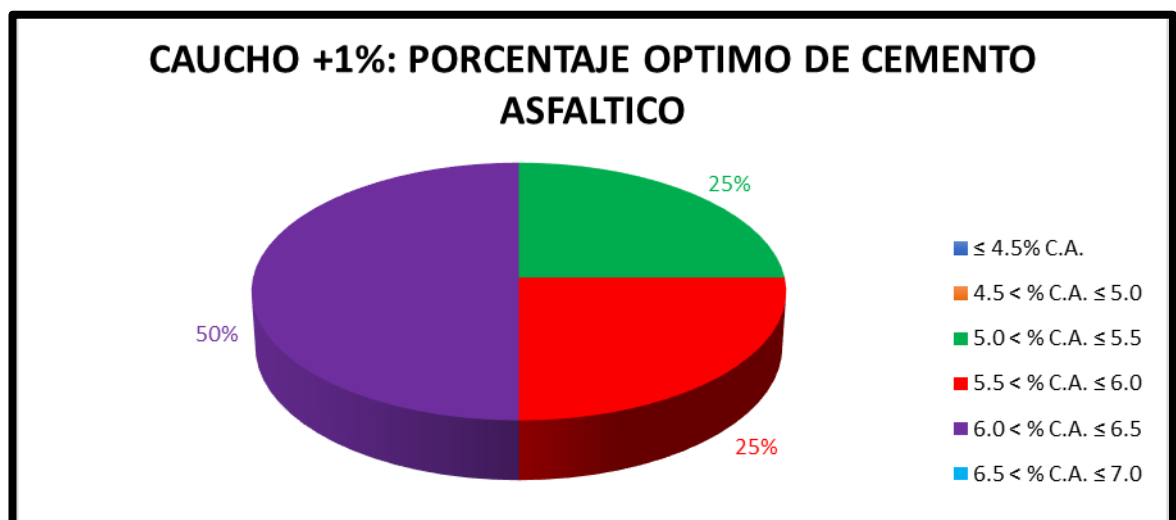
Caucho +1%: Rango de porcentaje de cemento asfáltico para un pavimento modificado

Porcentaje óptimo de cemento asfáltico	
Rango	Cantidad de investigaciones
$\leq 4.5\% \text{ C.A.}$	0
$4.5 < \% \text{ C.A.} \leq 5.0$	0
$5.0 < \% \text{ C.A.} \leq 5.5$	1
$5.5 < \% \text{ C.A.} \leq 6.0$	1
$6.0 < \% \text{ C.A.} \leq 6.5$	2
$6.5 < \% \text{ C.A.} \leq 7.0$	0

Nota: Tabla donde se indica los porcentajes óptimos de cemento asfáltico asignados en los rangos obtenidos de las investigaciones, con la adición de más del 1.0% de caucho.

Figura 65

Caucho +1%: Rango de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado



Nota: Gráfica que presenta los valores de porcentajes óptimos de cemento asfáltico establecidos en diferentes rangos encontrados en las investigaciones, con la incorporación de más del 1.0% de caucho.

3.3.2.4 PET 0.5%: Porcentaje óptimo

Tabla 33

PET 0.5%: Rango de porcentaje de cemento asfáltico para un pavimento modificado

Porcentaje óptimo de cemento asfáltico	
Rango	Cantidad de investigaciones
$\leq 4.5\% \text{ C.A.}$	0
$4.5 < \% \text{ C.A.} \leq 5.0$	0
$5.0 < \% \text{ C.A.} \leq 5.5$	1
$5.5 < \% \text{ C.A.} \leq 6.0$	2
$6.0 < \% \text{ C.A.} \leq 6.5$	0
$6.5 < \% \text{ C.A.} \leq 7.0$	0

Nota: Tabla donde se indica los porcentajes óptimos de cemento asfáltico asignados en los rangos obtenidos de las investigaciones, con la incorporación de PET al 0.5%.

Figura 66

PET 0.5%: Rango de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado



Nota: Gráfica que presenta los valores de porcentajes óptimos de cemento asfáltico establecidos en diferentes rangos encontrados en las investigaciones, con la incorporación de PET al 0.5%.

3.3.2.5 PET 1%: Porcentaje óptimo

Tabla 34

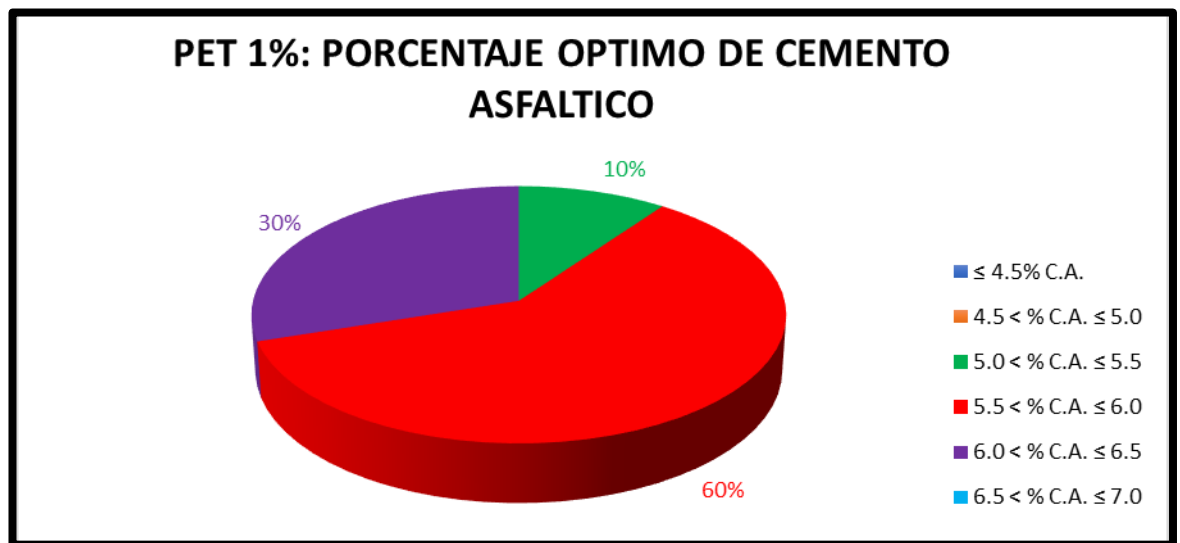
PET 1%: Rango de porcentaje de cemento asfáltico para un pavimento modificado

Porcentaje óptimo de cemento asfáltico	
Rango	Cantidad de investigaciones
$\leq 4.5\% \text{ C.A.}$	0
$4.5 < \% \text{ C.A.} \leq 5.0$	0
$5.0 < \% \text{ C.A.} \leq 5.5$	1
$5.5 < \% \text{ C.A.} \leq 6.0$	6
$6.0 < \% \text{ C.A.} \leq 6.5$	3
$6.5 < \% \text{ C.A.} \leq 7.0$	0

Nota: Tabla donde se indica los porcentajes óptimos de cemento asfáltico asignados en los rangos obtenidos de las investigaciones, con la incorporación de PET al 1.0%.

Figura 67

PET 1%: Rango de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado



Nota: Gráfica que presenta los valores de porcentajes óptimos de cemento asfáltico establecidos en diferentes rangos encontrados en las investigaciones, con la incorporación de PET al 1.0%.

3.3.2.6 PET +1%: Porcentaje óptimo

Tabla 35

PET +1%: Rango de porcentaje de cemento asfáltico para un pavimento modificado

Porcentaje óptimo de cemento asfáltico	
Rango	Cantidad de investigaciones
$\leq 4.5\% \text{ C.A.}$	0
$4.5 < \% \text{ C.A.} \leq 5.0$	0
$5.0 < \% \text{ C.A.} \leq 5.5$	0
$5.5 < \% \text{ C.A.} \leq 6.0$	1
$6.0 < \% \text{ C.A.} \leq 6.5$	1
$6.5 < \% \text{ C.A.} \leq 7.0$	0

Nota: Tabla donde se indica los porcentajes óptimos de cemento asfáltico asignados en los rangos obtenidos de las investigaciones, con la adición de más de 1.0% de PET.

Figura 68

PET +1%: Rango de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado



Nota: Gráfica que presenta los valores de porcentajes óptimos de cemento asfáltico establecidos en diferentes rangos encontrados en las investigaciones, con la incorporación de más del 1.0% de PET.

3.3.2.7 SBS 0.5%: Porcentaje óptimo

Tabla 36

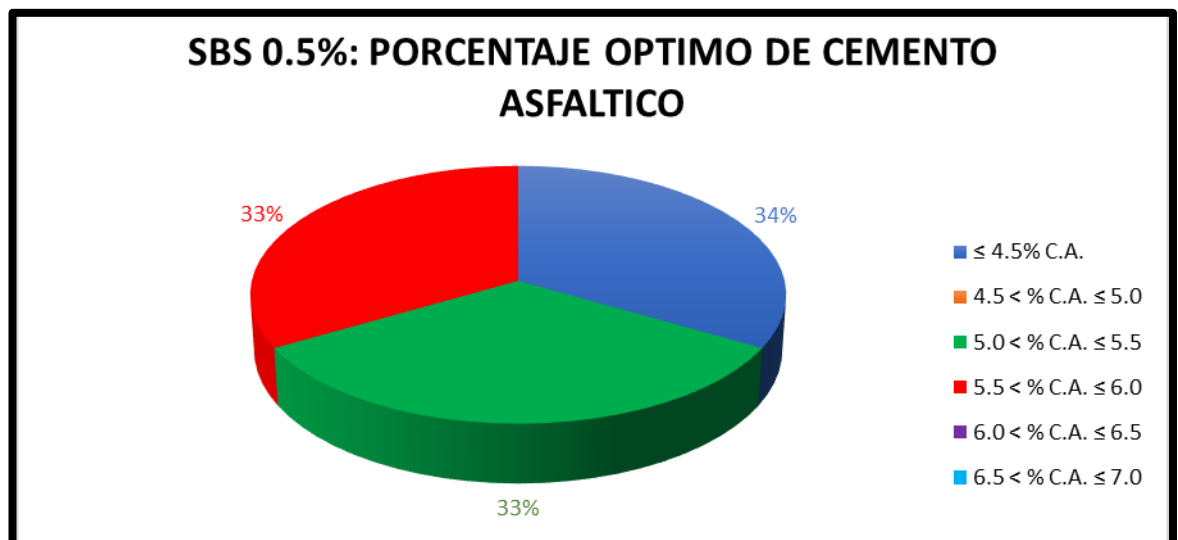
SBS 0.5%: Rango de porcentaje de cemento asfáltico para un pavimento modificado

Porcentaje óptimo de cemento asfáltico	
Rango	Cantidad de investigaciones
$\leq 4.5\%$ C.A.	1
$4.5 < \% \text{ C.A.} \leq 5.0$	0
$5.0 < \% \text{ C.A.} \leq 5.5$	1
$5.5 < \% \text{ C.A.} \leq 6.0$	1
$6.0 < \% \text{ C.A.} \leq 6.5$	0
$6.5 < \% \text{ C.A.} \leq 7.0$	0

Nota: Tabla donde se indica los porcentajes óptimos de cemento asfáltico asignados en los rangos obtenidos de las investigaciones, con la incorporación de SBS al 0.5%.

Figura 69

SBS 0.5%: Rango de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado



Nota: Gráfica que presenta los valores de porcentajes óptimos de cemento asfáltico establecidos en diferentes rangos encontrados en las investigaciones, con la incorporación de SBS al 0.5%.

3.3.2.8 SBS 1%: Porcentaje óptimo

Tabla 37

SBS 1%: Rango de porcentaje de cemento asfáltico para un pavimento modificado

Porcentaje óptimo de cemento asfáltico	
Rango	Cantidad de investigaciones
$\leq 4.5\% \text{ C.A.}$	0
$4.5 < \% \text{ C.A.} \leq 5.0$	0
$5.0 < \% \text{ C.A.} \leq 5.5$	0
$5.5 < \% \text{ C.A.} \leq 6.0$	0
$6.0 < \% \text{ C.A.} \leq 6.5$	1
$6.5 < \% \text{ C.A.} \leq 7.0$	0

Nota: Tabla donde se indica los porcentajes óptimos de cemento asfáltico asignados en los rangos obtenidos de las investigaciones, con la incorporación de SBS al 1.0%.

Figura 70

SBS 1%: Rango de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado



Nota: Gráfica que presenta los valores de porcentajes óptimos de cemento asfáltico establecidos en diferentes rangos encontrados en las investigaciones, con la incorporación de SBS al 1.0%.

3.3.2.9 SBS +1%: Porcentaje óptimo

Tabla 38

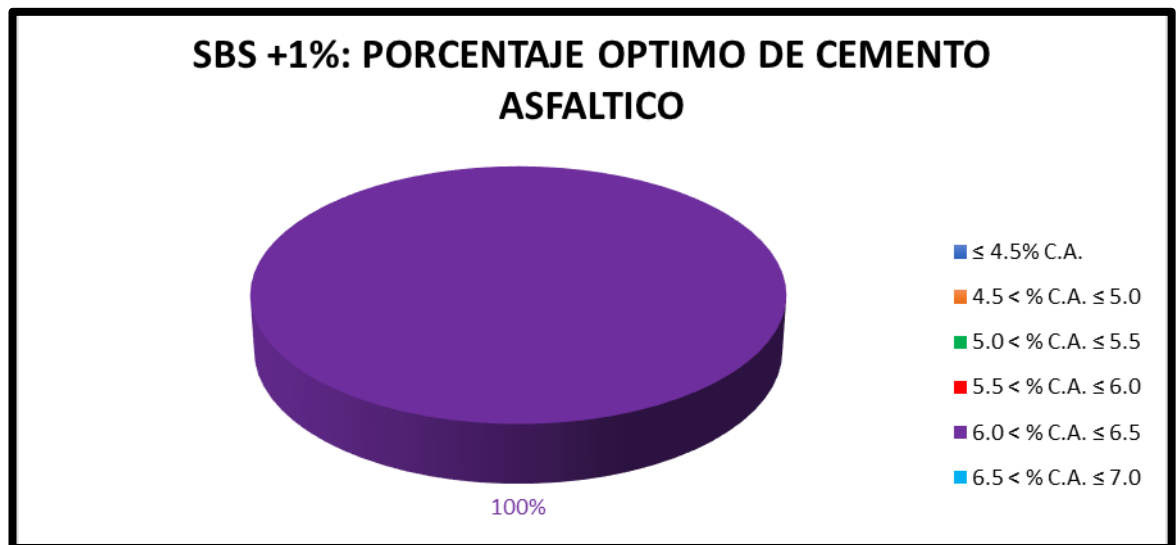
SBS +1%: Rango de porcentaje de cemento asfáltico para un pavimento modificado

Porcentaje óptimo de cemento asfáltico	
Rango	Cantidad de investigaciones
$\leq 4.5\%$ C.A.	0
$4.5 < \% \text{ C.A.} \leq 5.0$	0
$5.0 < \% \text{ C.A.} \leq 5.5$	0
$5.5 < \% \text{ C.A.} \leq 6.0$	0
$6.0 < \% \text{ C.A.} \leq 6.5$	1
$6.5 < \% \text{ C.A.} \leq 7.0$	0

Nota: Tabla donde se indica los porcentajes óptimos de cemento asfáltico asignados en los rangos obtenidos de las investigaciones, con la adición de más de 1.0% de SBS.

Figura 71

SBS +1%: Rango de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado



Nota: Gráfica que presenta los valores de porcentajes óptimos de cemento asfáltico establecidos en diferentes rangos encontrados en las investigaciones, con la incorporación de más del 1.0% de SBS.

3.3.2.10 PP 0.5%: Porcentaje óptimo

Tabla 39

PP 0.5%: Rango de porcentaje de cemento asfáltico para un pavimento modificado

Porcentaje óptimo de cemento asfáltico	
Rango	Cantidad de investigaciones
$\leq 4.5\%$ C.A.	0
$4.5 < \% \text{ C.A.} \leq 5.0$	0
$5.0 < \% \text{ C.A.} \leq 5.5$	0
$5.5 < \% \text{ C.A.} \leq 6.0$	0
$6.0 < \% \text{ C.A.} \leq 6.5$	0
$6.5 < \% \text{ C.A.} \leq 7.0$	1

Nota: Tabla donde se indica los porcentajes óptimos de cemento asfáltico asignados en los rangos obtenidos de las investigaciones, con la incorporación de PP al 0.5%.

Figura 72

PP 0.5%: Rango de porcentaje óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado



Nota: Gráfica que presenta los valores de porcentajes óptimos de cemento asfáltico establecidos en diferentes rangos encontrados en las investigaciones, con la incorporación de PP al 0.5%.

3.4 Comparación de los dos tipos de pavimentos

3.4.1 Pavimento Convencional vs Pavimento Modificado 0.5%

Tabla 40

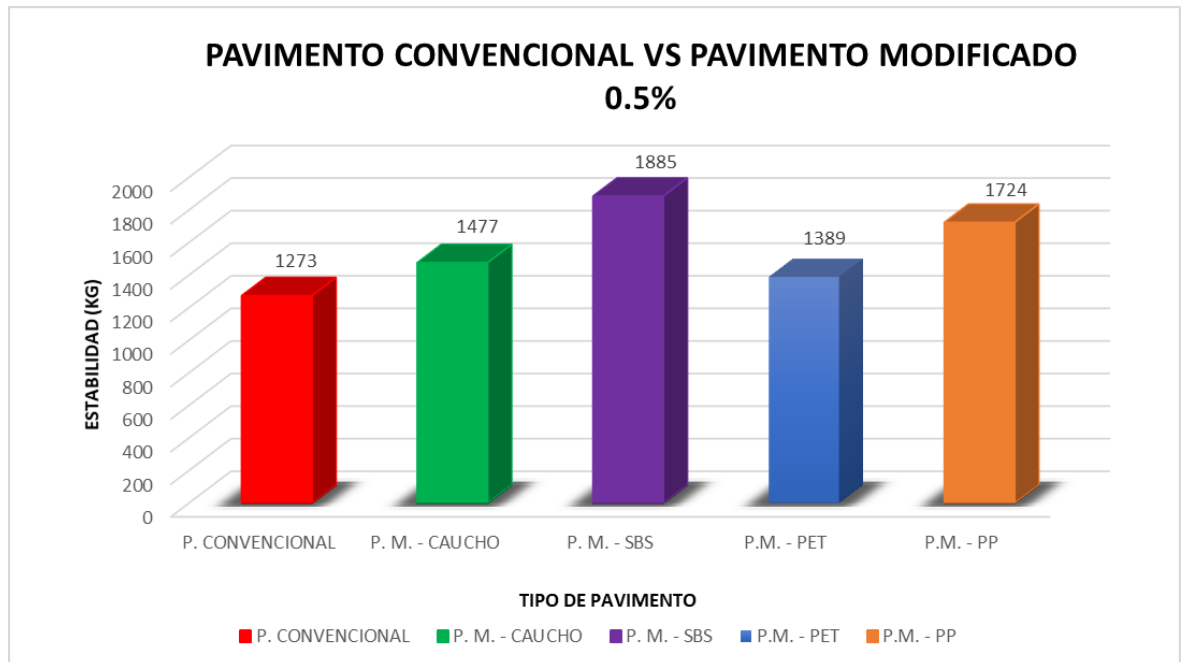
Promedio: Pavimento Convencional vs Pavimento Modificado 0.5% M.R.

COMPARACIÓN DE ESTABILIDADES	
PAVIMENTO	ESTABILIDAD (KG)
P. CONVENCIONAL	1273
P. MODIFICADO - CAUCHO	1477
P. MODIFICADO - SBS	1885
P. MODIFICADO - PET	1389
P. MODIFICADO - PP	1724

Nota: Tabla donde se muestra los valores de Estabilidad Marshall promedio obtenidos de un pavimento convencional y un pavimento modificado con la incorporación de 0.5% por material reciclable.

Figura 73

Pavimento Convencional vs Pavimento Modificado con 0.5% de material reciclable



Nota: Gráfica que presenta los valores de Estabilidad Marshall promedio hallados de un pavimento convencional y un pavimento modificado con la incorporación del 0.5% por cada material reciclable.

3.4.2 Pavimento Convencional vs Pavimento Modificado 1%

Tabla 41

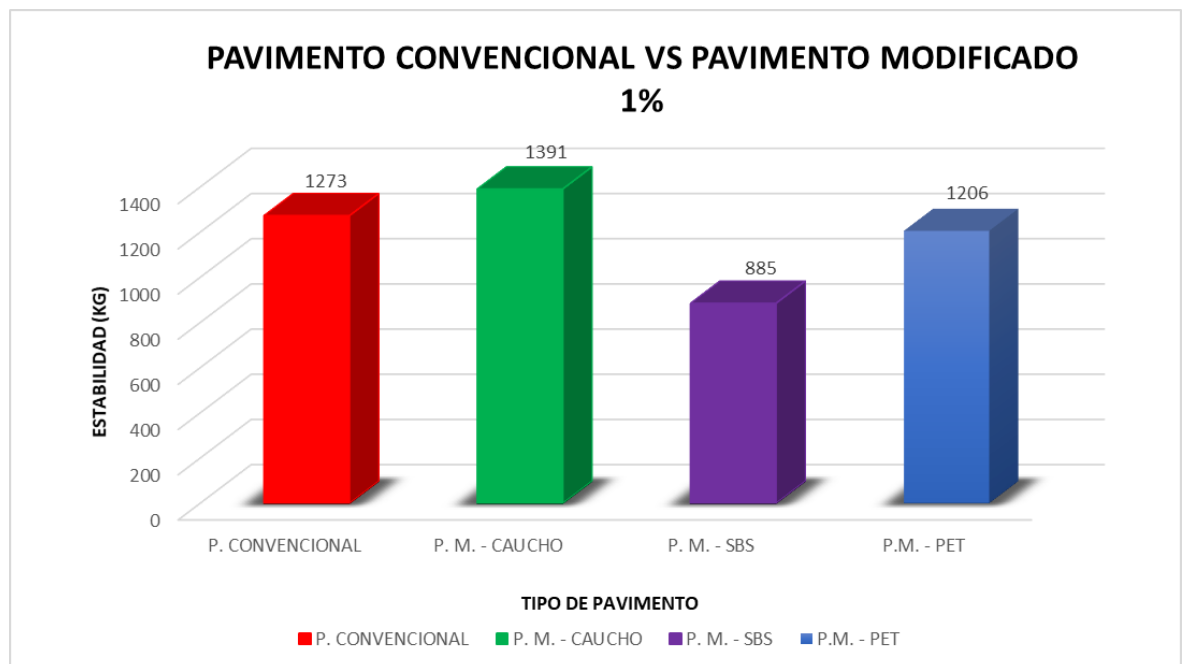
Promedio: Pavimento Convencional vs Pavimento Modificado 1% M.R.

COMPRACION DE ESTABILIDADES	
PAVIMENTO	ESTABILIDAD (KG)
P. CONVENCIONAL	1273
P. MODIFICADO - CAUCHO	1391
P. MODIFICADO - SBS	885
P. MODIFICADO - PET	1206

Nota: Tabla donde se muestra los valores de Estabilidad Marshall promedio obtenidos de un pavimento convencional y un pavimento modificado con la incorporación de 1.0% por material reciclable.

Figura 74

Pavimento Convencional vs Pavimento Modificado con 1% de material reciclable



Nota: Gráfica que presenta los valores de Estabilidad Marshall promedio hallados de un pavimento convencional y un pavimento modificado con la incorporación del 1.0% por cada material reciclable.

3.4.3 Pavimento Convencional vs Pavimento Modificado +1%

Tabla 42

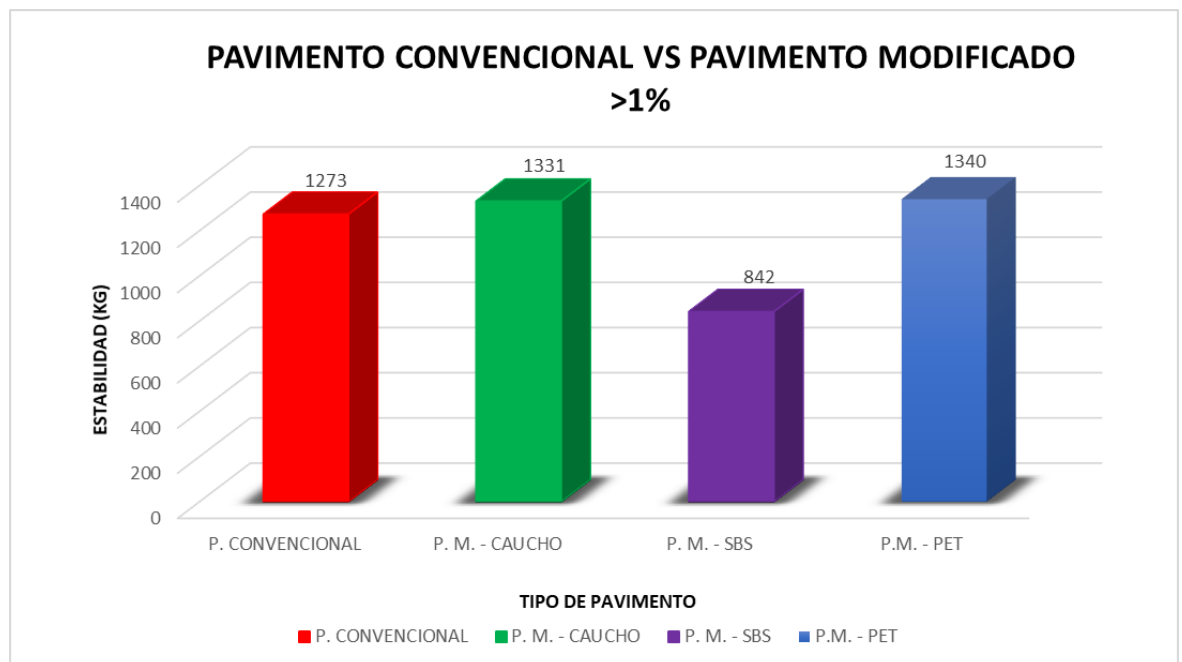
Promedio: Pavimento Convencional vs Pavimento Modificado +1% M.R.

COMPARACION DE ESTABILIDADES	
PAVIMENTO	ESTABILIDAD (KG)
P. CONVENCIONAL	1273
P. MODIFICADO - CAUCHO	1331
P. MODIFICADO - SBS	842
P. MODIFICADO - PET	1340

Nota: Tabla donde se muestra los valores de Estabilidad Marshall promedio obtenidos de un pavimento convencional y un pavimento modificado con la incorporación de más del 1.0% por material reciclable.

Figura 75

Pavimento Convencional vs Pavimento Modificado con +1% de material reciclable



Nota: Gráfica que presenta los valores de Estabilidad Marshall promedio hallados de un pavimento convencional y un pavimento modificado con la incorporación de más del 1.0% por cada material reciclable.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

La presente investigación, valida la hipótesis de que un pavimento modificado con material reciclable tiene un mejor rendimiento que un pavimento convencional. Esto se afirma debido a que, la propiedad mecánica de la estabilidad Marshall en un pavimento modificado tiene un aumento respecto a un pavimento convencional, donde se puede observar una comparación de que al modificar al pavimento con 0.5% de SBS presenta una Estabilidad promedio máxima de 1885 Kg y el convencional, 1273 Kg. Lo mismo sucede al modificar al pavimento con 1.0% de caucho triturado presenta una Estabilidad promedio máxima de 1391 Kg y el convencional, 1273 Kg. Por último, se confirma que al modificar al pavimento con más de 1.0% de PET, este presenta una Estabilidad promedio máxima de 1340 Kg y el convencional, 1273 Kg. Además, el pavimento modificado con 0.5% con PP presenta una Estabilidad promedio máxima de 1724 Kg y el convencional, 1273 Kg.

En la figura 39-40, se obtuvo la Estabilidad Marshall para un pavimento convencional usando 5% de cemento asfáltico, obteniendo que el resultado mínimo es 799 kg y el máximo es 1924 kg. En la figura 41-42, se obtuvo la Estabilidad Marshall para un pavimento convencional usando 5.5% de cemento asfáltico, obteniendo que el resultado mínimo es 889 kg y el máximo es 2117 kg. En la figura 43-44, se obtuvo la Estabilidad Marshall para un pavimento convencional usando 6% de cemento asfáltico, obteniendo que el resultado mínimo es 825 kg y el máximo es 1859 kg. En la figura 45-46, se obtuvo la Estabilidad Marshall para un pavimento convencional usando 6.5% de cemento asfáltico, obteniendo que el resultado mínimo es 733 kg y el máximo es 1871 kg. En la figura 47, se presenta los resultados de la Estabilidad Marshall para un pavimento modificado usando 5% de cemento asfáltico y 0.5% de material reciclable, obteniendo que el resultado mínimo es 1095 kg y el máximo es 2065 kg. En la figura 48, se presenta los resultados de la Estabilidad Marshall

para un pavimento modificado usando 5.5% de cemento asfáltico y 0.5% de material reciclable, obteniendo que el resultado mínimo es 839 kg y el máximo es 2179 kg. En la figura 49, se presenta los resultados de la Estabilidad Marshall para un pavimento modificado usando 6% de cemento asfáltico y 0.5% de material reciclable, obteniendo que el resultado mínimo es 939 kg y el máximo es 2164 kg. En la figura 50, se presenta los resultados de la Estabilidad Marshall para un pavimento modificado usando 6.5% de cemento asfáltico y 0.5% de material reciclable, obteniendo que el resultado mínimo es 1039 kg y el máximo es 2044 kg. En la figura 51, se obtuvo la Estabilidad Marshall para un pavimento modificado usando 1% de material reciclable y 5% de cemento asfáltico, obteniendo que el resultado mínimo es 884 kg y el máximo es 2422 kg. En la figura 52, se obtuvo la Estabilidad Marshall para un pavimento modificado usando 1% de material reciclable y 5.5% de cemento asfáltico, obteniendo que el resultado mínimo es 877 kg y el máximo es 2586 kg. En la figura 53, se obtuvo la Estabilidad Marshall para un pavimento modificado usando 1% de material reciclable y 6% de cemento asfáltico, obteniendo que el resultado mínimo es 865 kg y el máximo es 2491 kg. En la figura 54, se obtuvo la Estabilidad Marshall para un pavimento modificado usando 1% de material reciclable y 6.5% de cemento asfáltico, obteniendo que el resultado mínimo es 839 kg y el máximo es 2445 kg. En la figura 55, se presenta los resultados de la Estabilidad Marshall para un pavimento modificado usando 5% de cemento asfáltico y más de 1% de material reciclable, obteniendo que el resultado mínimo es 933 kg y el máximo es 1939 kg. En la figura 56, se presenta los resultados de la Estabilidad Marshall para un pavimento modificado usando 5.5% de cemento asfáltico y más de 1% de material reciclable, obteniendo que el resultado mínimo es 724 kg y el máximo es 2162 kg. En la figura 57, se presenta los resultados de la Estabilidad Marshall para un pavimento modificado usando 6% de cemento asfáltico y más de 1% de material reciclable, obteniendo que el resultado mínimo es 815 kg y el máximo es 1801 kg.

En la figura 58, se presenta los resultados de la Estabilidad Marshall para un pavimento modificado usando 6.5% de cemento asfáltico y más de 1% de material reciclable, obteniendo que el resultado mínimo es 792 kg y el máximo es 1565 kg. Como se puede observar en las gráficas de los resultados respecto a la Estabilidad Marshall, podemos encontrar valores que superan el rango mínimo de 831 Kg que establece el manual de carreteras EG – 2013, sin embargo, también presentamos cifras de Estabilidad Marshall que no sobrepasan el rango mínimo de 831 Kg que estipula el manual de carreteras EG-2013, debido a que los ensayos que se realizaron en las investigaciones pudo haber un error al momento de adherir los agregados, una mala compactación o porque los materiales que se emplearon no eran de buena calidad. En la tabla 26 se puede observar la Estabilidad promedio máxima para un pavimento modificado añadiendo 0.5% de material reciclable, obteniendo que el SBS es quien presenta un mejor resultado con 1885 kg respecto a los demás materiales como el Caucho, PET y PP. En la tabla 27 se obtuvo la Estabilidad promedio máxima para un pavimento modificado añadiendo 1% de material reciclable, obteniendo que el Caucho es quien presenta un mejor resultado con 1391 kg respecto a los demás materiales como el SBS y PET. En la tabla 28 se puede observar la Estabilidad promedio máxima para un pavimento modificado añadiendo más de 1% de material reciclable, obteniendo que el PET es quien presenta un mejor resultado con 1340 kg respecto a los demás materiales como el Caucho y SBS. Los resultados arrojaron que el SBS presentó una mejor Estabilidad respecto al caucho, PET y PP, debido a que el SBS tiene la doble propiedad de ser elastómero y termoplástico porque al estar expuesto a altas temperaturas, este puede volver a su forma original. Por último, todos los valores de Estabilidad Marshall cumplen con el rango mínimo de 831 Kg que indica el manual de carreteras EG-2013. Si este valor encontrado está por debajo de la norma, entonces el pavimento sufrirá fallas (agrietamientos o fisuras) en su resistencia, ante las cargas pesadas de tránsito. En la tabla

29, se obtuvieron resultados del contenido óptimo de cemento asfáltico para un pavimento convencional, donde se aprecia una gran cantidad de resultados (22) en el rango de 5.5% a 6%. En la tabla 30, se presenta los resultados del contenido óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado añadiendo 0.5% de caucho, teniendo una gran cantidad de resultados (3) en el rango de 5% a 6%. En la tabla 31, se muestra los resultados del contenido óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado añadiendo 1% de caucho, donde se observa una gran cantidad de resultados (3) en el rango de 5% a 5.5%. En la tabla 32, se muestra los diferentes resultados del contenido óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado añadiendo más de 1% de caucho, donde se puede apreciar una gran cantidad de resultados (2) en el rango de 6% a 6.5%. En la tabla 33, se obtuvieron resultados del contenido óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado añadiendo 0.5% de PET, donde se aprecia una gran cantidad de resultados (2) en el rango de 5.5% a 6%. En la tabla 34, se presenta los resultados del contenido óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado añadiendo 1% de PET, teniendo una gran cantidad de resultados (6) en el rango de 5.5% a 6%. En la tabla 35, se muestra los resultados del contenido óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado añadiendo más de 1% de PET, donde se observa una cantidad de resultados (1) en el rango de 5.5% a 6.5%. En la tabla 36, se muestra los diferentes resultados del contenido óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado añadiendo 0.5% de SBS, donde se puede apreciar una cantidad de resultados (2) en el rango de 4.5% a 6%. En la tabla 37, se obtuvieron resultados del contenido óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado añadiendo 1% de SBS, donde se aprecia una gran cantidad de resultados (1) en el rango de 6% a 6.5%. En la tabla 38, se presenta los resultados del contenido óptimo de cemento asfáltico para un pavimento modificado añadiendo más de 1% de SBS, teniendo una gran cantidad de resultados (1) en el rango de 6% a 6.5%. En la tabla 39, se obtuvieron resultados del contenido óptimo de cemento

asfáltico para un pavimento modificado añadiendo 0.5% de PP, donde se aprecia una gran cantidad de resultados (1) en el rango de 6% a 6.5%. En la tabla 40, se logra apreciar la comparación de la Estabilidad promedio máxima de un pavimento convencional y un pavimento modificado usando 0.5% de material reciclable, en donde el SBS presenta un mejor resultado que el pavimento convencional con 1885kg y 1273kg respectivamente. En la tabla 41, se presenta la comparación de la Estabilidad promedio máxima de un pavimento convencional y un pavimento modificado usando 1% de material reciclable, en donde el Caucho presenta un mejor resultado que el pavimento convencional con 1391kg y 1273kg respectivamente. La disminución de porcentaje del contenido óptimo de asfalto del pavimento modificado respecto al pavimento tradicional en algunos valores, se debe a la reducción del ligante asfáltico que es reemplazado por el material reciclable y da una mejor resistencia. Sin embargo, también hubo porcentajes del pavimento modificado que estuvieron por encima del pavimento convencional, debido a que la influencia del material reciclable si mejora sus propiedades de resistencia y durabilidad, pero debido a la disminución del ligante provoca una mala adherencia en los agregados de la mezcla. En la tabla 42, se logra apreciar la comparación de la Estabilidad promedio máxima de un pavimento convencional y un pavimento modificado usando más de 1% de material reciclable, en donde el PET presenta un mejor resultado que el pavimento convencional con 1340kg y 1273kg respectivamente. Los resultados de Estabilidad Marshall de un pavimento modificado con diferentes porcentajes de contenido de material reciclable mejoran y superan los resultados de Estabilidad Marshall de un pavimento convencional, esto se debe a que mejoran la resistencia y tienen buen comportamiento a las variaciones de la temperatura de la mezcla asfáltica. Sin embargo, el agregar mucho material reciclable en la mezcla bituminosa puede ocasionar la disminución de la Estabilidad y con ello presentar fallas en

su resistencia y deformación, debido a que la combinación de agregados tiende a perder su adherencia.

En el estudio Gastelo & Chávez (2021) titulada *Estudio comparativo del comportamiento a compresión de pavimentos asfálticos flexibles: convencional y con adición de polímeros reciclados*, realizó el ensayo Marshall para un diseño de vías de tránsito pesado con probetas de 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5% de asfalto, donde se determinó que con una mezcla tradicional con 5.0% de cemento asfáltico obtuvo una Estabilidad de 1080 Kg; con 5.5%, 1109 Kg; con 6.0%, 1093 Kg y con 6.5%, 1026 Kg. La tesis también presentó una Estabilidad entre los rangos de [799 Kg – 1924 Kg] con un porcentaje de 5.0% de cemento asfáltico, asimismo la investigación de Gastelo & Chávez presentó una Estabilidad que está conforme dentro del rango propuesto. Además, la tesis también mostró una Estabilidad entre los rangos de [889 Kg – 2117 Kg] con un 5.5% de cemento asfáltico, de igual manera la investigación de Gastelo & Chávez presentó una Estabilidad acorde que está dentro del rango propuesto. De igual modo, la tesis mostró una Estabilidad entre los rangos de [825 Kg – 1859 Kg] con 6.0% de cemento asfáltico, asimismo la investigación de Gastelo & Chávez evidenció una Estabilidad que concuerda con los datos dentro del rango propuesto. También la tesis expuso una Estabilidad entre los rangos de [733 Kg – 1871 Kg] con un porcentaje de 6.5% de cemento asfáltico, de igual manera la investigación de Gastelo & Chávez presentó una Estabilidad que se conforma al rango propuesto. Dichas estabildades para Chávez cumplen el rango mínimo de 831 Kg para clases de mezclas (tipo A) dictadas por la MTC, mientras que los rangos de Estabilidad, hubo resultados de tesis que no superaban el rango estipulado, debido a una mala adherencia o compactación al momento que realizaron el ensayo Marshall.

En el estudio Castillo & Moreno (2021) titulada *Aplicación de Método Marshall en el Diseño de una mezcla asfáltica incorporando escoria de acero y caucho triturado*, realizó un

número de briquetas con un asfalto convencional y con asfalto modificado al 1.0% de caucho triturado, donde obtuvo una Estabilidad de 1335 Kg con un contenido óptimo de 5.8% para un pavimento tradicional. Asimismo, nuestra tesis ofreció un contenido óptimo de asfalto entre los rangos de [5.5% - 6.0%], donde se encuentra la mayor estabilidad promedio de 1299 Kg, de igual modo la investigación Castillo & Moreno mostró un contenido óptimo que cumple con los rangos propuestos de la tesis, sin embargo, la Estabilidad promedio de la tesis no supera a la Estabilidad dicha por Castillo & Moreno, esto se dio porque algunos resultados de la tesis pudo haber presentado ciertas anomalías debido a que los materiales no fueron de una buena procedencia y que la investigación de Castillo & Moreno se realizó con materiales de mejor calidad, pero incluso así ambas estabilidades ofrecen una mejor resistencia frente a las cargas de tránsito cumpliendo con los estándares dichos por la MTC. Además, la investigación trabajó con GCR al 1.0% en las mezclas asfálticas, donde obtuvo una Estabilidad de 1692 Kg con un contenido óptimo de 5.8 % de asfalto. De igual forma la tesis expuso que para un pavimento modificado con 1.0% de GCR obtuvo una Estabilidad promedio máxima de 1391 Kg y un mayor uso en los ensayos de las investigaciones con un contenido óptimo de asfalto entre los rangos de $5.5 < \% \text{ C.A.} \leq 6.0$, asimismo la investigación de Castillo & Moreno mostró un contenido óptimo que está dentro los parámetros propuestos por la tesis y que el uso de GCR al 1.0% como modificador es sugerido para comprobar si es factible su uso en el diseño de la carpeta asfáltica. Además, la tesis obtuvo una Estabilidad promedio máxima de 1391 Kg usando 1.0% de GCR, asimismo Castillo & Moreno también obtuvieron dicho porcentaje de GCR lo que cumple con la cantidad propuesta de material reciclable para el diseño del pavimento.

En el estudio Arévalo (2019) titulada *Diseño de mezcla asfáltica incorporando geomallas de botellas recicladas para mejorar la transitabilidad en el sector Tarapotillo, Tarapoto-2018*, Propuso una alternativa de diseño de pavimento modificado con 1.0% de PET

mediante el ensayo Marshall para mejoras de trabajabilidad y resistencia, donde se determinó que, para una mezcla convencional, la investigación obtuvo una Estabilidad de 900 Kg con un contenido óptimo de 6.0% de asfalto. Asimismo, nuestra tesis ofreció un contenido óptimo de asfalto entre los rangos de [5.5% - 6.0%], donde se encuentra la mayor estabilidad promedio de 1299 Kg, asimismo la investigación de Arévalo mostró un contenido óptimo que cumple con los rangos propuestos de la tesis, sin embargo, la Estabilidad de la tesis es superior a la Estabilidad encontrada por Arévalo en una diferencia de 399 Kg, esto se evidenció porque los resultados de la tesis es un promedio total de muchas investigaciones y que la investigación de Arévalo no superó más de 1065 Kg en la curva de Estabilidad, pero aun así ambas estabilidades ofrecen una mejor resistencia frente a las cargas de tránsito cumpliendo con los estándares dichos por la MTC. También la investigación trabajó con un porcentaje de PET al 1.0% en las mezclas asfálticas, donde obtuvo una Estabilidad de 1200 Kg con un contenido óptimo de 5.75 % de asfalto. De igual forma la tesis expuso que para un pavimento modificado con 1.0% de PET obtuvo una Estabilidad promedio máxima de 1206 Kg y un mayor uso en los ensayos de las investigaciones con un contenido óptimo de asfalto entre los rangos de $5.5 < \% C.A. \leq 6.0$, asimismo la investigación de Arévalo mostró un contenido óptimo que está dentro los parámetros propuestos por la tesis y que el uso de PET al 1.0% demuestra que es un porcentaje ya dictaminado por los investigadores, debido a que con ese dato tendrán mejores resultados al momento de usar PET como modificador, sin embargo, la tesis presentó que el material reciclable que da mejor resultado de Estabilidad Marshall promedio máxima usando 1.0% en la mezcla asfáltica, es el caucho con 1391 Kg.

En el estudio Montejó & Nieto (2020) titulada *Comparación de asfalto convencional frente a asfalto modificado con material orgánico y granulo de caucho*, analizó el ensayo Marshall para un diseño de vías de tránsito pesado con probetas de 5.0%, 5.5%, 6.0% de asfalto (3 probetas por cada porcentaje), donde se determinó que con una mezcla tradicional con 5.0%

de cemento asfáltico obtuvo una Estabilidad de 1287 Kg; con 5.5%, 1346 Kg y con 6.0%, 1087 Kg. La tesis también presentó una Estabilidad entre los rangos de [799 Kg – 1924 Kg] con un porcentaje de 5.0% de cemento asfáltico, asimismo la investigación de Montejo & Nieto, presentó una Estabilidad que está conforme dentro del rango propuesto. Además, la tesis también mostró una Estabilidad entre los rangos de [889 Kg – 2117 Kg] con un 5.5% de cemento asfáltico, de igual manera la investigación de Montejo & Nieto presentó una Estabilidad acorde que está dentro del rango propuesto. De igual modo, la tesis mostró una Estabilidad entre los rangos de [825 Kg – 1859 Kg] con 6.0% de cemento asfáltico, asimismo la investigación de Montejo & Nieto evidenció una Estabilidad que concuerda con los datos dentro del rango propuesto. Dichas estabildades para Montejo & Nieto cumplen las especificaciones propuestas por INVIAS, mientras que los rangos de Estabilidad de la tesis, había resultados con 5.0% y 6.5% de cemento asfáltico que no superaban el rango estipulado para clases de mezclas (tipo A) dictadas por la MTC, debido a una falla al momento que realizaron el ensayo Marshall. Además, nuestra tesis ofreció un contenido óptimo de cemento asfáltico entre los rangos de [5.5% - 6.0%], donde se encuentra la mayor estabilidad promedio máxima que ofrece una mejor resistencia frente a las cargas de tránsito y que cumple con especificaciones dadas por la MTC, asimismo la investigación de Montejo & Nieto evidenció una estabilidad de 1346 Kg un contenido óptimo de 5.5% de cemento asfáltico, que también satisface sus resultados con la norma INVIAS E – 748-13 y que es estable ante cargas repetidas de tránsito.

En el estudio Herrera & Valencia (2021) titulada *Mezcla asfáltica modificada con PET. Características que aporta el PET (polietileno tereftalato) en la mezcla de asfalto*, se evaluó si el PET con 2.5% a la mezcla asfáltica tuvo mejores resultados respecto a una mezcla tradicional respetando los rangos específicos de la norma INVIAS a través del ensayo Marshall mediante probetas con diferentes porcentajes de cemento asfáltico. Se evaluó el

comportamiento mecánico para mezcla asfáltica modificada con 2.5% de PET, donde se obtuvo que con 5.0% de cemento asfáltico obtuvo una Estabilidad de 1171 Kg; con 5.5%, 1237 Kg; y con 6.0%, 1284 Kg; asimismo presentó una Estabilidad de 1290 Kg con un contenido óptimo de 5.8% de asfalto. La tesis también presentó una Estabilidad promedio máximo usando más de 1.0% de material reciclable entre los rangos de [933 Kg – 1939 Kg] con un porcentaje de 5.0% de cemento asfáltico, asimismo la investigación de Herrera & Valencia presentó una Estabilidad que está conforme dentro del rango propuesto. Además, la tesis también mostró una Estabilidad entre los rangos de [724 Kg – 2162 Kg] con un 5.5% de cemento asfáltico. De igual manera la investigación de Herrera & Valencia presentó una Estabilidad acorde que está dentro del rango propuesto. De igual modo, la tesis mostró una Estabilidad entre los rangos de [815 Kg – 1801 Kg] con 6.0% de cemento asfáltico, asimismo la investigación de Herrera & Valencia evidenció una Estabilidad que concuerda con los datos dentro del rango propuesto. Dichas estabildades de Herrera & Valencia cumplen las especificaciones propuestas por INVIAS, mientras que los rangos de Estabilidad de la tesis, había resultados con 5.5% y 6.5% de asfalto que no superaban el rango para mezclas (tipo A) dictada por la MTC. Asimismo, la investigación de Herrera & Valencia mostró que con PET al 2.5% obtuvo una Estabilidad promedio de 1340 Kg, mientras que la tesis presentó que el material reciclable que da mejor resultado de Estabilidad Marshall promedio máxima usando más de 1.0% en la mezcla asfáltica es el PET con 1340 Kg.

En el estudio Jerez & Ossa (2021) titulada *Estudio del caucho triturado, materiales reciclables como agregado en mezclas de concreto asfáltico*, Se desarrolló el Ensayo Marshall con asfalto convencional y asfalto modificado con GCR al 1.0% y 2.0% donde se determinó que, para una mezcla convencional la investigación obtuvo una Estabilidad de 906 Kg con un contenido óptimo de 5.7% de asfalto. Asimismo, nuestra tesis ofreció un contenido óptimo de asfalto entre los rangos de [5.5% - 6.0%], donde se encuentra la mayor

estabilidad promedio de 1299 Kg, asimismo la investigación de Jerez & Ossa mostró un contenido óptimo que cumple con los rangos planteados de la tesis. Asimismo, la investigación trabajó con 1.0% de GCR que obtuvo una Estabilidad de 959 Kg con un contenido óptimo de 5.3% de asfalto. De igual forma la tesis expuso que para un asfalto modificado con 1.0% de GCR obtuvo una Estabilidad promedio máxima de 1391, además Jerez & Ossa trabajó con 1.0% de GCR y obtuvo una Estabilidad de 959 Kg mejorando la resistencia del pavimento. De igual modo la tesis respalda este resultado porque el material reciclable que da mejor resultado de Estabilidad Marshall promedio máxima usando 1.0% en la mezcla asfáltica, es el caucho con 1391 Kg y que su uso con esa cantidad es factible para el diseño de la carpeta asfáltica. Asimismo, la investigación trabajó también con más del 1.0% de GCR (2.0% de caucho triturado) que obtuvo una Estabilidad de 1213 Kg con un contenido óptimo de 4.6% de asfalto, lo que discrepa con la tesis debido a que el uso de más del 1.0% de GCR trabajó con contenido óptimo de [6.0% - 6.5%] y que también obtuvo una Estabilidad promedio máxima de 1331, lo que supera en un 9.86 % al resultado obtenido por la investigación. Además, Jerez & Ossa trabajó con 2.0% de GCR y obtuvo una Estabilidad de 1213 Kg mejorando la resistencia del pavimento; sin embargo, la tesis no concuerda con este resultado porque el material reciclable que da mejor resultado de Estabilidad Marshall promedio máxima usando más de 1.0% en la mezcla asfáltica es el PET con 1340 Kg.

Hubo limitaciones, como la búsqueda de información al presentar restricciones a la fuente completa, varios estudios rechazados por su antigüedad, ausencia de variable o de no haber realizado resultados confiables, pero sobre todo se debió a la falta de estudios realizados dentro de la localidad, por lo que tuvimos que globalizar la búsqueda de información. También tuvimos que descartar tesis porque sus datos no cumplían con los porcentajes a trabajar o presentaban estabilidades incoherentes que ningún diseño de pavimento puede presentar. Por último, esta tesis demuestra la importancia del uso el material reciclable en la

mezcla asfáltica debido a que mejora las propiedades mecánicas del pavimento y reduce la contaminación del ambiente.

La Estabilidad Marshall de los dos tipos de pavimentos presentó diferentes resultados producto de varias investigaciones seleccionadas para nuestro proyecto. El primer resultado se conformó por los diferentes porcentajes de asfalto para los dos tipos de pavimentos, presentando un aumento de la Estabilidad Marshall máxima promedio en el pavimento modificado respecto a un pavimento convencional. Posteriormente se analizó el tipo de material reciclable que presenta un aumento de estabilidad y que mejora la resistencia ante las cargas pesadas de tránsito en un pavimento modificado, en donde después de calcular un promedio general de varias investigaciones se obtuvo que el mejor material al 0.5% en la mezcla asfáltica es el SBS, al 1.0% es el grano de caucho triturado y más de 1.0% es el PET. Por último, se obtuvo que el uso del SBS es el mejor material añadir al pavimento modificado, al tener la mayor Estabilidad después de haber analizado un promedio total de 50 investigaciones.

Al momento de analizar los antecedentes, encontramos que las investigaciones coinciden con los resultados de la tesis, confirmando que para obtener una Estabilidad que supere el rango dictaminado por la MTC, se debe trabajar con un contenido de asfalto entre los rangos de [5.5% - 6.0%]. Además, pudimos observar que algunos antecedentes cumplían con los estudios encontrados que el GCR como modificador al 1.0% es el mejor material reciclable que presenta un aumento y mejora de la Estabilidad Marshall con dicho porcentaje. Sin embargo, también hubo antecedentes que no cumplían con las características de nuestros resultados de la tesis al momento de trabajar con GCR a un porcentaje de más de 1.0% de material reciclable, debido a que nuestros resultados presentaron que el material reciclable que da mejor resultado de Estabilidad Marshall usando más del 1.0% en la mezcla asfáltica,

es el PET. Por último, podemos decir que tanto los antecedentes como nuestros resultados infieren que el uso de material reciclable mejora las propiedades mecánicas del pavimento convencional.

4.2 Conclusiones

Se realizó el análisis comparativo de la Estabilidad Marshall en un pavimento convencional y un pavimento modificado con material reciclable, obteniendo resultados que usando 0.5% de M.R. el SBS llega a presentar una mejor estabilidad que el convencional con 1885 Kg y 1273 Kg respectivamente, usando 1% de M.R. el Caucho llega a presentar una mejor estabilidad que el convencional con 1391 Kg y 1273 Kg respectivamente, y por último, usando +1% M.R. el PET llega a presentar una mejor estabilidad que el convencional con 1340 Kg y 1273 Kg respectivamente. Cada resaltar que estos resultados son promedios de todas las investigaciones encontradas en el Perú.

Se analizó la estabilidad con diferentes porcentajes de cemento asfáltico en un pavimento convencional y modificado, donde se obtuvo resultados con 5%, 5.5%, 6% y 6.5% de cemento asfáltico para ambos pavimentos, donde se aprecia que para un pavimento convencional solo una investigación usando el 5% no cumple con los estándares dictaminados por la norma, mientras que para el pavimento modificado usando 0.5% y 1% de M.R. todas las investigaciones están dentro del parámetro estipulado según la norma, por último, con +1% M.R. solo usando el 5% cumple con todos los estándares dictaminados por la norma.

Se identificó que tipo de material reciclable presenta una mejor estabilidad, obteniendo que con 0.5% de M.R. es el SBS, con 1% de M.R. es el Caucho y con +1% de M.R. es el PET. Todo esto en comparación con los demás tipos de material reciclable.

Se evaluó el porcentaje óptimo de mezcla asfáltica para un pavimento convencional y modificado, obteniendo resultados que para un pavimento convencional el porcentaje está

entre el rango de 5.5% a 6.0%. Para un pavimento modificado usando 0.5%, 1% y +1% de Caucho, el porcentaje está entre el rango de 5% a 6%, 5% a 5.5% y 6% a 6.5% respectivamente, usando 0.5%, 1% y +1% de PET, el porcentaje está entre el rango de 5.5% a 6%, 5.5% a 6% y 5.5% a 6.5% respectivamente, usando 0.5%, 1% y +1% de SBS, el porcentaje está entre el rango de 4.5% a 6%, 6% a 6.5% y 6% a 6.5% respectivamente, usando 0.5% de PP, el porcentaje está entre el rango de 6.5% a 7%.

4.3 Recomendaciones

Se le aconseja y se le propone a las entidades públicas y privadas de todo el mundo a investigar las construcciones y derivaciones de los pavimentos modificados con diferentes materiales reciclables e invertir en su fabricación debido a que genera grandes beneficios para sus propiedades físicas, su mantenimiento es de bajo costo y reduce la contaminación del medio ambiente.

Se recomienda a los ingenieros especialistas en diseños de pavimentos flexibles, utilizar los materiales reciclables como elemento mejorador en la mezcla asfáltica, debido a que mejoran y aumentan los resultados de Estabilidad Marshall respecto a un pavimento convencional y cumplen con los parámetros establecidos por la norma MTC.

Se les incita a los futuros investigadores que deseen realizar un estudio de los pavimentos modificados, entender el concepto de sus propiedades físicas y mecánicas y realizar si es posible todos los ensayos que se necesitan hacer para un diseño de pavimento, pero haciendo la comparación de resultados de un pavimento convencional y un pavimento modificado y seguir proponiendo en un futuro su construcción.

REFERENCIAS

- Acuña Sánchez, Y. I., & Pariona Bustamante, J. S. (2021). Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, avenida antigua panamericana Sur, Chilca 2021. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79239>
- Aguilar Ampuero, J. A., & Valer Arotaipe, Á. S. (2021). *Análisis del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional frente a una mezcla asfáltica adicionada con botellas de plástico trituradas recicladas (BPTR) y granos de neumáticos reciclados (GNR) con agregados de la región del Cusco*.
<http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/4179>
- Alvarado Mendoza, R. J., & Francia Campos, J. G. (2021). Influencia del asfalto altamente modificado (HIMA) sobre la fluencia y la capacidad de soporte de cargas del pavimento flexible en la av. Zarumilla, Lima – Perú 2021. *Universidad Privada del Norte*. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29021>
- Angulo, R., & Duarte, J. (s. f.). *MODIFICACIÓN DE UN ASFALTO CON CAUCHO RECICLADO DE LLANTA PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS RICARDO ALBERTO ANGULO RODRÍGUEZ JOSÉ LUIS DUARTE AYALA - PDF Descargar libre*. Recuperado 8 de octubre de 2022, de <https://docplayer.es/31530597-Modificacion-de-un-asfalto-con-caucho-reciclado-de-llanta-para-su-aplicacion-en-pavimentos-ricardo-alberto-angulo-rodriguez-jose-luis-duarte-ayala.html>
- Arévalo Morales, J. C. R. (2019). Diseño de mezcla asfáltica incorporando geomallas de botellas recicladas para mejorar la transitabilidad en el sector Tarapotillo, Tarapoto-2018. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39516>
- Armanta, A. (2002). Propiedades y estudios de los materiales asfálticos y pétreos.

Sonora-México: Universidad de Sonora. Capítulo 2.

<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/11811/capitulo2.pdf>

Aroni, E. C. (2015, julio 16). Emilio Castillo Aroni - Ingeniero Civil: PAUTAS METODOLÓGICAS PARA EL DESARROLLO DE ALTERNATIVAS DE PAVIMENTOS EN LA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA DE CARRETERAS (RD N° 003-2015-EF/63.01, vigente 28.Feb.15). *Emilio Castillo Aroni - Ingeniero Civil*. <http://emiliocastilloaroni.blogspot.com/2015/07/pautas-metodologicas-para-el-desarrollo.html>

Asfalto líquido, cemento asfáltico y emulsión asfáltica. (s. f.). *Asfalto Perú*. Recuperado 8 de octubre de 2022, de <https://www.asfalto peru.com/tipos-de-asfalto-en-el-peru/>

Asfaltos modificados – E -Asfalto. (s. f.). Recuperado 8 de octubre de 2022, de <https://e-asfalto.com/asfaltos-modificados/>

Asfaltos PetroPerú. (s. f.). Recuperado 8 de octubre de 2022, de <https://asfaltos.petroperu.com.pe/descripcion-tipos-liquidados.php>

Balbin Archi, R., & Chochon Gomez, V. H. (2019). Diseño de mezcla asfáltica con material reciclado para la mejora del comportamiento mecánico del pavimento en el tramo km 90+000 al km 95+000 de la carretera Canta a Huayllay ubicado en el distrito y provincia de Canta en el departamento de Lima 2019. *Repositorio Académico USMP*. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/6001>

Ballena Tapia, C. J. (2016). Utilización de fibras de polietileno de botellas de plástico para su aplicación en el diseño de mezclas asfálticas ecológicas en frío. *Repositorio Institucional - USS*. <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/2256>

Barrionuevo Aldaz, L. G. (2012). *Diseño del micropavimento utilizando emulsión asfáltica modificada con polímero con agregado procedente de la Cantera Calagua de la*

Ciudad de San Miguel, Provincia de Bolívar.

<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/457>

Bejarano Espitia, J. C., & Salgado Ariza, M. F. (2018). *Análisis de las características físicas de un cemento asfáltico CA 60-70 modificado con policloruro de vinilo (PVC) pulverizado* [BachelorThesis, Universidad de Ibagué].

<http://repositorio.unibague.edu.co:80/jspui/handle/20.500.12313/738>

Benites Cruz, Y. P. (2020). Incorporación del grano de caucho y plástico reciclado para determinar el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en la avenida Trapiche-Chillón, Lima 2019. *Repositorio Institucional - UCV.*

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50865>

Cabezas Dulanto, V., & Mendoza Aguirre, C. fiorela. (2018). Alternativa de diseño de mezcla asfáltica en caliente con polvo de caucho de NFU para la ciudad de Lima 2018. *Repositorio Institucional - UCV.*

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34939>

Cabrejos Nieto, L. P., & Vigo Flores, M. M. J. (2022). Influencia del tereftalato de polietileno en las propiedades físicas – mecánicas de una mezcla asfáltica, Trujillo 2021. *Universidad Privada del Norte.*

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/30461>

Campos Rivera, D. A., & Broncano Montes, J. D. (2021). Influencia del cemento asfáltico modificado con polímeros SBS y ELVALOY sobre las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente. *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.*

<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/12782>

Canta Huarcaya, F. A., & Vivas Jines, K. S. (2018). Diseño de mezclas asfálticas adicionando elastómeros y PET reciclado para cargas de tránsito pesado en vías

metropolitanas, Lima 2018. *Universidad Cesar Vallejo.*

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34380>

Cañari Otero, C. (2019). Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente con adición de fibras de polipropileno. *Repositorio institucional - URP.*

<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2488>

Capcha Espinoza, K. J. (2018). Diseño de mezcla asfáltica con incorporación del caucho reciclado, Tacna 2018. *Repositorio Institucional - UCV.*

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36367>

Castillo Calle, E. D., & Moreno Chiroque, N. A. (2021). Aplicación de método Marshall en el diseño de una mezcla asfáltica incorporando escoria de acero y caucho triturado.

Repositorio Institucional - UCV.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/90305>

Castillo Rutti, A. E., & Chávarri Vásquez, A. J. (2020). Diseño de mezcla asfáltica en caliente con la incorporación de caucho reciclado en Lima, 2020. *Repositorio Institucional - UCV.*

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55690>

Ccora Borja, T. (2021). Diseño de Asfalto Modificado con Polímeros SBS para Mejoramiento Vial en la Ciudad de Huancayo. *Repositorio Institucional - UPLA.*

<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2668>

CEMENTO ASFALTICO / DAGER COMPANY, Venta Mantos Asfálticos Lima. (s. f.).

Recuperado 8 de octubre de 2022, de

<http://ventamantoasfaltico.com.pe/impermeabilizacion-asfalto-lima-peru/venta-cemento-asfaltico-peru/>

CementoPacasmayo. (s. f.). *Adoquines de concreto.* Recuperado 8 de octubre de 2022, de

<https://www.cementospacasmayo.com.pe/productos/prefabricados/adoquines>

- Cervera Borja, C. A. (2016). Influencia en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, Cajamarca, 2016. *Universidad Privada del Norte*. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11236>
- Chacón, J. (s. f.). *Asfaltos modificados SBS y su comportamiento en carreteras pavimentadas – Cimientos*. Recuperado 8 de octubre de 2022, de <https://revistacimientos.com/asfaltos-modificados-sbs-y-su-comportamiento-en-carreteras-pavimentadas/>
- Chamba Gonzaga, F. G., & Benavides Suárez, J. F. (2019). *Diseño de mezcla asfáltica en caliente incorporando caucho triturado de neumático reciclado*. [BachelorThesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2019.]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5225>
- Chávez Armas, J. J. (2017). Análisis de la carpeta asfáltica modificada con polímero SBS en el clima frígido de la región Junín – Yauli. 2017. *Universidad César Vallejo*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1391>
- Chavez Bravo, L. S. (2019). Mejoramiento del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando polímeros Elvaloy 4170 RET para la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/86131>
- Chochabot Prenón, J. (2020). Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabayllo – Lima—2020. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58111>
- Contreras Martínez, C. H., & Mamani Vilcatoma, D. P. (2019). Reducción de la deformación permanente en pavimentos diseñados con mezclas asfálticas en caliente a través de

- la incorporación de polvo de caucho proveniente de neumáticos usados. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://doi.org/10.19083/tesis/651885>
- Corbacho Chipana, J. E. (2019). Análisis de la estabilidad Marshall y la deformación permanente mediante el ensayo de Rueda Cargada de Hamburgo de una mezcla asfáltica modificada en caliente con fibras de tereftalato de polietileno reciclado en la ciudad del Cusco-2018. *Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/3571>
- Cruzado Molina, C. (2021). Análisis comparativo del pavimento flexible al aplicársele residuos plásticos reciclados en la Avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/93856>
- Delgado Reyes, C. N., & Solano Paredes, S. J. (2019). Análisis de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de plástico peletizado LDPE-2019. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/41898>
- Editor. (2009, noviembre 6). Mezcla de asfalto y filler. *CANTERAS EL CERRO piedra decorativa cantos rodados negros*. <https://www.canteraselcerro.com/mezcla-de-asfalto-y-filler/>
- Estrada Escalante, V. R. (2017). Estudio y análisis de desempeño de mezcla asfáltica convencional PEN 85/100 plus y mezcla asfáltica modificada con polímero tipo SBS PG 70-28". *Universidad Andina del Cusco*. <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/1057>
- EUCLID, G. (s. f.). *Guía básica para juntas de pavimentos de concreto ver 2019— VERSIÓN 2 019 GUIA BÁSICA PARA JUNTAS*. StuDocu. Recuperado 8 de octubre de 2022, de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-privada-del->

norte/disenio/guia-basica-para-juntas-de-pavimentos-de-concreto-ver-

2019/28751444

Fajardo Cachay, L. E., & Vergaray Huamán, D. A. (2014). Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas.

Universidad de San Martín de Porres - USMP.

<https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/1044>

Farfan Canchis, D. M., & Romero Dextre, Z. M. (2019). Propiedades mecánicas del asfalto en caliente adicionando 1.5% de caucho reciclado granular, Chimbote—2019.

Repositorio Institucional - UCV.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45919>

Fonseca, A. M. (1998). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Universidad Católica de Colombia.

Galvez Villanueva, J. (2019). Diseño de un pavimento flexible usando polvo de neumático en el tramo: Empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 Caserío San

José – CP. Carhuapoma – 2018. *Repositorio Institucional - UCV.*

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/62735>

Gargate Alva, F. M., & Huamaní Sánchez, J. N. (2018). Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en

pavimento flexible—Lima, 2018. *Repositorio Institucional - UCV.*

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34891>

Gastelo Fernandez, K. R., & Chavez Penas, N. R. L. (2021). *Estudio comparativo del comportamiento a compresión de pavimentos asfálticos flexibles: Convencional y*

con adición de polímeros reciclados.

<http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10180>

- Granados Noa, J. L. (2017). Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente modificada con caucho mediante proceso por vía seca respecto a la mezcla asfáltica convencional. *Universidad Ricardo Palma*.
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/1572>
- Herrera-Fierro, J. L., & Valencia-Rubiano, A. (2022). *Mezcla asfáltica modificada con PET. Características que aporta el PET (Polietileno Tereftalato) en la mezcla de Asfalto*.
<https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/27098>
- Huamán Pereyra, V. S., & Huauya Gaspar, J. A. (2020). Cálculo de un pavimento flexible con mezcla asfáltica incorporando polímero (SBS) para el distrito de Villa El Salvador-Lima 2020. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57210>
- Jerez Caballero, C. J., & Ossa Montilla, J. D. (2021). *Estudio del caucho triturado, materiales reciclables como agregado en mezclas de concreto asfáltico*.
<http://repositorio.unimilitar.edu.co/handle/10654/39958>
- Jiménez, C. (s. f.). *Diseño de pavimentos flexibles: Método del instituto de ingeniería de la UNAM - ESCUELA SUPERIOR DE*. StuDocu. Recuperado 8 de octubre de 2022, de <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-autonoma-de-coahuila/ingenieria-civil/disenio-de-pavimentos-flexibles-metodo-del-instituto-de-ingenieria-de-la-unam/14742266>
- Jiménez Rojano, C. E. (2017). *Análisis comparativo de la estabilidad y la deformación del pavimento asfáltico con fibras celulósicas y pavimento asfáltico tradicional* [BachelorThesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil].
<https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/25151>

La adherencia en la vida del pavimento. (2019, marzo 19). *Carreteras Pan-Americana*.

<https://www.carreteras-pa.com/reportajes/la-adherencia-en-la-vida-del-pavimento/>

Lizcano, F. R., & Quintana, H. R. (2015). *Pavimentos: Materiales, construcción y diseño*.

Ecoe Ediciones.

López Cortez, C. A., & Nonato Cruzalegui, B. A. (2020). Propiedades mecánicas del asfalto

en caliente adicionándole Polietileno de Tereftalato (PET) en porcentajes de 0.75%,

1% y 1.25%, Nuevo Chimbote, Ancash-2020. *Repositorio Institucional - UCV*.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60639>

Luque Leon, A. M. (2019). Influencia de la incorporación del tereftalato de polietileno en el

comportamiento de los parámetros del diseño Marshall del concreto asfáltico –

Juliaca, 2018. *Universidad Nacional del Altiplano*.

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/13230>

Mariano. (2011, mayo 30). PET | Tecnología de los Plásticos. *PET | Tecnología de los*

Plásticos. <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/05/pet.html>

matias. (2005, agosto 14). *Polipropileno* [Text].

<http://www.textoscientificos.com/polimeros/polipropileno>

MinisteriodeTransportesyComunicaciones. (s. f.). *MANUAL DE ENSAYO DE*

MATERIALES. Recuperado 8 de octubre de 2022, de

https://www.academia.edu/36339300/MANUAL_DE_ENSAYO_DE_MATERIAL

ES

Montejo-Avila, K. J., & Nieto-Bohorquez, L. P. (2021). *Comparación de asfalto*

convencional frente a asfalto modificado con material orgánico y granulo de caucho.

<https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/25823>

Moreno Caballero, L. M. (2021). Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en

caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020.

Repositorio *Institucional* - *UCV.*

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/76948>

natural. (2021, marzo 23). ¿Qué es el asfalto en caliente? - Involucra: asfalto y construcción.

Asfaltos y Construcciones Involucra, S.L. <https://www.involucrasl.es/que-es-el-asfalto-en-caliente/>

Noguera, I. B. (s. f.). Los elastómeros: Características y usos. *Ingeniería Química Reviews*.

Recuperado 8 de octubre de 2022, de

<https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2021/02/los-elastomeros-caracteristicas-y-usos.html>

Padilla, A. (s. f.). *CAPÍTULO 3. MEZCLAS ASFÁLTICAS.* · 2016-02-20 · *CAPÍTULO 3.*

Alejandro Padilla Rodríguez. 42 Como resumen, se puede decir que en una mezcla asfáltica, en general ... - [PDF Document]. fdocuments.es. Recuperado 8 de octubre de 2022, de <https://fdocuments.es/document/capitulo-3-mezclas-asfa-2016-02-20-capitulo-3-alejandro-padilla-rodriguez.html>

Pavimento rígido y tipos de pavimentos rígidos. (s. f.). Recuperado 8 de octubre de 2022, de

<https://www.slideshare.net/jesuslunallantirhuay/pavimento-rigido-y-tipos-de-pavimentos-rigidos>

Pilares Calla, C. A. (2018). *Análisis del comportamiento de mezclas asfálticas en caliente con fibras de polipropileno incorporada para condiciones de zonas de altura.*

<https://repositorio.usil.edu.pe/handle/usil/8514>

Pinedo García, C. A. (2016). Diseño de la carpeta asfáltica modificada con polímero polietileno para el mejoramiento del camino vecinal nuevo Shupishiña—2016.

Universidad *César* *Vallejo.*

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10332>

Polímeros Termofijos. (2017, abril 24). <https://todoenpolimeros.com/2017/04/24/3209/>

- Ponce Subia, C. F., & Villa Calvet, C. A. (2020). Análisis comparativo de características y propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica en caliente adicionada con fibras de polipropileno respecto a una mezcla asfáltica en caliente convencional, empleando los agregados de la cantera: La Poderosa de la provincia de Arequipa, Arequipa - Perúa. *Universidad Católica de Santa María*.
<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/10429>
- Puente Ganz, J. (2020). Análisis técnico – económico de mezclas asfálticas con tereftalato de polietileno reciclado para la construcción de carreteras asfaltadas. *Universidad Peruana Los Andes*. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1856>
- ¿Qué son los materiales reciclables? (2018, diciembre 26). *Energya*.
<https://www.energyavm.es/que-son-los-materiales-reciclables/>
- ¿Qué son los termoplásticos? (2020, enero 20). *Aristegui Maquinaria*.
<https://www.aristegui.info/que-son-los-termoplasticos/>
- Ricardo Requejo Carrillo. (03:10:19 UTC). *Pavimento articulado*.
<https://es.slideshare.net/ricadorequejocarrillo/pavimento-articulado>
- Rodríguez-Castro, E. (2016). *Uso de polvo de caucho de llantas en pavimentos asfálticos*.
<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/316>
- Romero Chambi, L. A. (2019). “Estudio de la influencia de la Adición de Neumático reciclado en Mezclas Asfálticas en Caliente, en la Ciudad de Juliaca”. *Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez*.
<http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/2597>
- Ruiz, C. M. de, & Esther, M. (2020). Efecto del polímero etileno vinil acetato en la estabilidad del concreto asfáltico. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44641>

- Salazar Lluen, J. M. (2021). Uso de caucho reciclado para mejorar las propiedades de carpeta asfáltica en carretera Monsefu-Valle Hermoso. Lambayeque 2021. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/93545>
- Salazar Ocampo, G. F., & Palacios Espinoza, W. A. (2021). Diseño del pavimento flexible de una carpeta asfáltica mejorada agregando residuos plásticos reciclados en la avenida Cuzco, Ventanilla, Callao. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/73018>
- Salazar Saldaña, G. K. (2019). Comportamiento de las mezclas asfálticas adicionándole caucho por la técnica de vía seca. *Universidad César vallejo*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31641>
- Salazar Zela, W. G. (2020). Evaluación de mezcla asfáltica con aplicación de plástico reciclado para los pavimentos flexibles en San Juan de Miraflores, Lima 2019. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50498>
- Salvatierra Cerda, J. M. (2014). Desarrollo de un aglomerado asfáltico con polvo de caucho, en la ciudad de Huanta—Ayacucho. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1042>
- Sánchez Córdova, H. M. (2021). Mejoras mecánicas de la mezcla asfáltica con la incorporación de caucho como parte del agregado fino para la ciudad de Piura. *Universidad de Piura*. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4871>
- Sánchez, F. (s. f.-a). (PDF) *MÓDULO 5: CONSIDERACIONES SOBRE DRENAJE EN LOS PAVIMENTOS - FERNANDO SÁNCHEZ SABOGAL*. dokumen.tips. Recuperado 8 de octubre de 2022, de <https://dokumen.tips/engineering/modulo-5-consideraciones-sobre-drenaje-en-los-pavimentos-fernando-sanchez.html>

- Sánchez, F. (s. f.-b). (PDF) *MÓDULO 8: LIGANTES BITUMINOSOS - FERNANDO SÁNCHEZ SABOGAL*. pdfslide.net. Recuperado 8 de octubre de 2022, de <https://pdfslide.net/engineering/modulo-8-ligantes-bituminosos-fernando-sanchez-sabogal.html>
- Sanchez, N. (s. f.). Comportamiento Físico-Mecánico del Asfalto. *CivilGeeks.com*. Recuperado 8 de octubre de 2022, de <https://civilgeeks.com/2014/04/02/comportamiento-fisico-mecanico-del-asfalto/>
- Silvestre Velasquez, D. F. (2017). Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de Lima-2017. *Universidad César Vallejo*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1506>
- Soto Avalos, E. Y. (2018). Influencia de la incorporación de porcentajes de caucho de llanta reciclado sobre los parámetros Marshall en las mezclas asfálticas en caliente, Trujillo 2017. *Universidad Privada del Norte*. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13751>
- Tapia Pérez, R. (2021). Diseño de mezcla asfáltica incorporando plástico Pet para mejorar la resistencia de la infraestructura vial en avenida Villa Hermosa, Chiclayo. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/76760>
- Tipos de pavimentos de concreto. (s. f.). *CivilGeeks.com*. Recuperado 8 de octubre de 2022, de <https://civilgeeks.com/2011/12/11/tipos-de-pavimentos-de-concreto/>
- Tobar, M., Pardo, J., Castillo, H., Garcia, D., & Guzman, D. (s. f.). *PROCESO CONSTRUTIVO PAVIMENTO CON ADOQUINES* by Diego Garcia Ruiz—Issuu. Recuperado 8 de octubre de 2022, de https://issuu.com/diego2849/docs/cartilla_virtual_proceso_construc_adoquines

- Tueros Davila, M. N. (2017). Incorporacion de polvo de caucho en mezcla asfáltica convencional para mejorar el comportamiento de la superficie de rodadura frente al ahuellamiento en la Ciudad de Huancayo 2016. *Repositorio Institucional-UPLA*.
<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/283>
- Valdivia Sánchez, V. L. (2017). “Análisis del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente incorporando polímeros SBS en la Av. Universitaria cuadra 53 al 57- Comas, Lima 2017”. *Universidad César Vallejo*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1523>
- Vega Zurita, D. S. (2017). *Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo del pavimento asfáltico* [BachelorThesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil].
<https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/25264>
- Velásquez Castañeda, T. (2007). Modificación de mezclas asfálticas con fibras de polipropileno. *instname:Universidad de los Andes*.
<https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/23079>
- Villafana Huamán, G. L., & Ramírez Villanueva, R. M. (2019). Análisis del comportamiento de una mezcla asfáltica modificada con polímeros SBS Betutec IC y una mezcla asfáltica convencional 60/70. *Universidad Privada del Norte*.
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21259>
- Villagaray Medina, E. J. (2017). Aplicación de caucho reciclado en un diseño de mezcla asfáltica para el tránsito vehicular de la avenida Trapiche-Comas (Remanso) 2017. *Universidad César Vallejo*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1535>


Yepes, V. (s. f.). *Ligante bituminoso – El blog de Víctor Yepes*. Recuperado 8 de octubre de 2022, de <https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/ligante-bituminoso/>

Zuñiga, R. (s. f.). *Mezclas Asfálticas—Pavimentos—Rosa Zúñiga C. Jefa SubDepartamento Tecnológico y Materiales Curso*. StuDocu. Recuperado 8 de octubre de 2022, de <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-nacional-autonoma-de-honduras/disenio-y-administracion-del-curriculum/mezclas-asfalticas-pavimentos/9652535>

ANEXOS

Anexo N° 01: Instrumento Ficha Resumen

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:					
TITULO:					
AUTOR:					
LUGAR Y AÑO:					
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
					0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)					
% OPTIMO DE C.A.					
PAVIMENTO MODIFICADO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
					0.5% M.R.
					1.0% M.R.
					>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.		% OPTIMO DE C.A.	0.5% M.R.	
	1.0% M.R.			1.0% M.R.	
	>1% M.R.			>1% M.R.	


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 02: Extracción de muestra 1

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J1				
TITULO:	Diseño de un pavimento flexible usando polvo de neumático en el tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018				
AUTOR:	Bach. Villanueva Jose				
LUGAR Y AÑO:	Tarapoto - 2019				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1242	1226	1133	1184	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1120				
% OPTIMO DE C.A.	5.8				
PAVIMENTO MODIFICADO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	% OPTIMO DE C.A.	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	-		1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-		>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 03: Extracción de muestra 2

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J2				
TITULO:	Diseño de la mezcla asfáltica con incorporación del caucho reciclado, Tacna 2018				
AUTOR:	Bach. Capcha Karla				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2018				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1345	1337	1326	-	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1339				
% OPTIMO DE C.A.	5.4				
PAVIMENTO MODIFICADO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	1.0% M.R.	>1% M.R.	% OPTIMO DE C.A.	% M.R.
	-	-	-		-
	-	-	-		-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 04: Extracción de muestra 3

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J3				
TITULO:	Incorporación de polvo de caucho en la mezcla asfáltica convencional para mejorar el comportamiento de la superficie de rodadura frente al ahuecamiento en la ciudad de Huancayo 2016				
AUTOR:	Bach. Tueros Mercedes				
LUGAR Y AÑO:	Huancayo - 2017				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1254	1147	1022	957	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1035				
% OPTIMO DE C.A.	6.2				
PAVIMENTO MODIFICADO: CAUCHO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	1328	1164	1138	1079	1.0% M.R.
	933	910	815	792	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	%	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	1128	OPTIMO	1.0% M.R.	6.1
	>1% M.R.	843	DE C.A.	>1% M.R.	6.1



Robertson Rawson Rivera Chidote
ING. CIVIL
R. CIP. N° 178230

Anexo N° 05: Extracción de muestra 4

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J4				
TITULO:	Aplicación de caucho reciclado en un diseño de mezcla asfáltica para el tránsito vehicular de la avenida Trapiche-Comas (Remanso) 2017				
AUTOR:	Bach. Villagary Edwin				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2017				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1381	1427	1227	1097	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1389				
% OPTIMO DE C.A.	5.6				
PAVIMENTO MODIFICADO: CAUCHO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1550	1331	1343	1060	0.5% M.R.
	1355	985	978	964	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	1448	% OPTIMO DE C.A.	0.5% M.R.	5.4
	1.0% M.R.	1314		1.0% M.R.	4.6
	>1% M.R.	-		>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 06: Extracción de muestra 5

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J5				
TITULO:	Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas				
AUTOR:	Bach. Fajardo Luis, Bach. Vergaray Douglas				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2014				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1693	1871	1859	1871	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1860				
% OPTIMO DE C.A.	5.6				
PAVIMENTO MODIFICADO: CAUCHO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	2240	2183	2040	1920	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	%	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	2274	OPTIMO	1.0% M.R.	5.3
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 07: Extracción de muestra 6

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J6				
TITULO:	Influencia en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, Cajamarca, 2016				
AUTOR:	Bach. Cervera César				
LUGAR Y AÑO:	Cajamarca - 2016				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1474	1749	1675	1093	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1553				
% OPTIMO DE C.A.	5.8				
PAVIMENTO MODIFICADO: CAUCHO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1308	1555	1654	1739	0.5% M.R.
	1491	1527	1572	1668	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	1635	%	0.5% M.R.	5.9
	1.0% M.R.	1513	OPTIMO	1.0% M.R.	5.3
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-



Robertson Rawson Rivera Chidote
ING. CIVIL
R. CIP. N° 178230

Anexo N° 08: Extracción de muestra 7

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J7				
TITULO:	Análisis del comportamiento de mezclas asfálticas en caliente con fibras de polipropileno incorporada para condiciones de zonas de altura				
AUTOR:	Bach. Pilares Carlos				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2018				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1461				
% OPTIMO DE C.A.	5				
PAVIMENTO MODIFICADO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	%	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	-	OPTIMO	1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 09: Extracción de muestra 8

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J8				
TITULO:	Análisis de la estabilidad marshall y la deformación permanente mediante el ensayo de rueda cargada de hamburgo de una mezcla asfáltica modificada en caliente con fibras de tereftalato de polietileno reciclado en la ciudad del Cusco - 2018				
AUTOR:	Bach. Corbacho Jorge				
LUGAR Y AÑO:	Cusco - 2018				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	860	889	929	952	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	938				
% OPTIMO DE C.A.	6.2				
PAVIMENTO MODIFICADO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	%	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	-	OPTIMO	1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 10: Extracción de muestra 9

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J9				
TITULO:	Análisis del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente incorporando polímeros SBS en la Av. Universitaria cuadra 53 al 57-Comas, Lima 2017				
AUTOR:	Bach. Valvidia Vitmer				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2017				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1381	1427	1221	1097	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1389				
% OPTIMO DE C.A.	5.6				
PAVIMENTO MODIFICADO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	%	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	-	OPTIMO	1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-



Robertson Rawson Rivera Chidote
ING. CIVIL
R. CIP. N° 178230

Anexo N° 11: Extracción de muestra 10

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J10				
TITULO:	Desarrollo de un aglomerado asfáltico con el polvo de caucho, en la ciudad de Huanta - Ayacucho				
AUTOR:	Bach. Salvatierra José María				
LUGAR Y AÑO:	Ayacucho - 2014				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	919	1114	959	843	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	-				
% OPTIMO DE C.A.	6				
PAVIMENTO MODIFICADO: CAUCHO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	1667	1427	1418	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	%	0.5% M.R.	5.7
	1.0% M.R.	-	OPTIMO	1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 12: Extracción de muestra 11

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J11				
TITULO:	Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente modificada con caucho mediante proceso por vía seca respecto a la mezcla asfáltica convencional				
AUTOR:	Bach. Granados Jose Luis				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2017				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1259	1360	1356	1311	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1350				
% OPTIMO DE C.A.	5.5				
PAVIMENTO MODIFICADO: CAUCHO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	2065	2178	2164	2044	0.5% M.R.
	1768	1889	1927	1898	1.0% M.R.
	1406	1443	1461	1449	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	2175	% OPTIMO DE C.A.	0.5% M.R.	5.5
	1.0% M.R.	-		1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-		>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 13: Extracción de muestra 12

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J12				
TITULO:	Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018				
AUTOR:	Bach. Gargate Felipe, Bach. Huamaní Jheyson				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2018				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1468	1402	1394	-	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1395				
% OPTIMO DE C.A.	5.5				
PAVIMENTO MODIFICADO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	1.0% M.R.	>1% M.R.	% OPTIMO DE C.A.	% M.R.
	-	-	-		-
	-	-	-		-
	-	-	-		-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 14: Extracción de muestra 13

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J13				
TITULO:	Diseño de la carpeta asfáltica modificada con polimero polietileno para el mejoramiento del camino vecinal nuevo Shupshiña Morales - 2016				
AUTOR:	Bach. Pinedo César				
LUGAR Y AÑO:	Tarapoto - 2016				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	-				
% OPTIMO DE C.A.	-				
PAVIMENTO MODIFICADO: PET					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1290	1366	939	1039	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	1118	%	0.5% M.R.	5.8
	1.0% M.R.	-	OPTIMO	1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-



Robertson Rawson Rivera Chidote
ING. CIVIL
R. CIP. N° 178230

Anexo N° 15: Extracción de muestra 14

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J14				
TITULO:	Efecto del polímero Etileno vinil acetato en la estabilidad del concreto asfáltico				
AUTOR:	Bach. Carranza Myrtha				
LUGAR Y AÑO:	Trujillo - 2020				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1062	1283	1177	1034	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1230				
% OPTIMO DE C.A.	5.7				
PAVIMENTO MODIFICADO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	% OPTIMO DE C.A.	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	-		1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-		>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 16: Extracción de muestra 15

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J15				
TITULO:	Mejoras mecánicas de la mezcla asfáltica con la incorporación de caucho como parte del agregado fino para la ciudad de Piura				
AUTOR:	Bach. Sánchez Hildebrando				
LUGAR Y AÑO:	Piura - 2021				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1664	1647	1625	-	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1633				
% OPTIMO DE C.A.	5.2				
PAVIMENTO MODIFICADO: CAUCHO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	1330	1363	1315	-	1.0% M.R.
	1017	1058	1005	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	%	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	1361	OPTIMO	1.0% M.R.	5.7
	>1% M.R.	998	DE C.A.	>1% M.R.	6


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 17: Extracción de muestra 16

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J16				
TITULO:	Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de Lima - 2017				
AUTOR:	Bach. Silvestre Velasquez Deyvis Fausto				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2017				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1381	1427	1227	1097	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1389				
% OPTIMO DE C.A.	5.6				
PAVIMENTO MODIFICADO: PET					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	1400	1599	1300	1118	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	% OPTIMO DE C.A.	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	1434		1.0% M.R.	5.8
	>1% M.R.	-		>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 18: Extracción de muestra 17

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J17				
TITULO:	Análisis de la carpeta asfáltica modificada con polímero SBS en el clima frígido de la región Junín - Yauli 2017				
AUTOR:	Bach. Chávez Janina				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2017				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1166				
% OPTIMO DE C.A.	5.8				
PAVIMENTO MODIFICADO: SBS					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1992	1941	1671	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	2.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	1949	%	0.5% M.R.	5.6
	1.0% M.R.	-	OPTIMO	1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-



Robertson Rawson Rivera Chidote
ING. CIVIL
R. CIP. N° 178230

Anexo N° 19: Extracción de muestra 18

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J18				
TITULO:	Influencia de la incorporación de porcentajes de caucho de llanta reciclado sobre los parámetros marshall en las mezclas asfálticas en caliente, Trujillo 2017				
AUTOR:	Bach. Soto Edwin				
LUGAR Y AÑO:	Trujillo - 2018				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	799	977	1046	1006	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1050				
% OPTIMO DE C.A.	5.8				
PAVIMENTO MODIFICADO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	%	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	-	OPTIMO	1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-



Robertson Rawson Rivera Chidote
ING. CIVIL
R. CIP. N° 178230

Anexo N° 20: Extracción de muestra 19

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J19				
TITULO:	Influencia de la incorporación del tereftalato de polietileno en el comportamiento de los parámetros del diseño marshall del concreto asfáltico - Juliaca, 2018				
AUTOR:	Bach. Luque Alex				
LUGAR Y AÑO:	Puno - 2019				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1002	1304	1227	1089	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1224				
% OPTIMO DE C.A.	6				
PAVIMENTO MODIFICADO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	% OPTIMO DE C.A.	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	-		1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-		>1% M.R.	-



Robertson Rawson Rivera Chidote
ING. CIVIL
R. CIP. N° 178230

Anexo N° 21: Extracción de muestra 20

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J20				
TITULO:	Influencia del cemento asfáltico modificado con polímeros SBS y Elvaloy sobre las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente				
AUTOR:	Bach. Broncano José, Bach. Campos Diego				
LUGAR Y AÑO:	Arequipa - 2021				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1609	1397	978	-	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1648				
% OPTIMO DE C.A.	5				
PAVIMENTO MODIFICADO: SBS					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1834	1716	1614	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	1870	%	0.5% M.R.	4.5
	1.0% M.R.	-	OPTIMO	1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-



Robertson Rawson Rivera Chidote
ING. CIVIL
R. CIP. N° 178230

Anexo N° 22: Extracción de muestra 21

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J21				
TITULO:	Alternativa de diseño de mezcla asfáltica en caliente con polvo de caucho de NFU para la ciudad de Lima 2018				
AUTOR:	Bach. Cabezas Victor, Bach. Mendonza Catalina				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2018				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1234	1261	1242	1230	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1242				
% OPTIMO DE C.A.	6				
PAVIMENTO MODIFICADO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	%	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	-	OPTIMO	1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-



Robertson Rawson Rivera Chidote
ING. CIVIL
R. CIP. N° 178230

Anexo N° 23: Extracción de muestra 22

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J22				
TITULO:	Comportamiento de las mezclas asfálticas adicionándole caucho por la técnica de vía seca				
AUTOR:	Bach. Salazar Giancarlo				
LUGAR Y AÑO:	Chimbote - 2019				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1449	1311	1624	1446	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1410				
% OPTIMO DE C.A.	5.7				
PAVIMENTO MODIFICADO: CAUCHO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1665	1669	1298	1319	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	1507	%	0.5% M.R.	5.7
	1.0% M.R.	-	OPTIMO	1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 24: Extracción de muestra 23

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J23				
TITULO:	Reducción de la deformación permanente en pavimentos diseñados con mezclas asfálticas en caliente a través de la incorporación de polvo de caucho proveniente de neumáticos usados				
AUTOR:	Bach. Contreras Cesar, Bach. Mamani Diego				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2019				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1312				
% OPTIMO DE C.A.	5.3				
PAVIMENTO MODIFICADO: CAUCHO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	1090	% OPTIMO DE C.A.	0.5% M.R.	5.5
	1.0% M.R.	1060		1.0% M.R.	5.5
	>1% M.R.	-		>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 25: Extracción de muestra 24

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J24				
TITULO:	Influencia del asfalto altamente modificado (HIMA) sobre la fluencia y la capacidad de soporte de carga del pavimento flexible en la av. Zarumilla, Lima - Peru 2021				
AUTOR:	Bach. Alvarado Rony, Bach. Francia Junior				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2021				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1263	1225	1073	-	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1264				
% OPTIMO DE C.A.	5.3				
PAVIMENTO MODIFICADO: PET					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1684	1563	1476	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	1611	%	0.5% M.R.	5.4
	1.0% M.R.	-	OPTIMO	1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-



Robertson Rawson Rivera Chidote
ING. CIVIL
R. CIP. N° 178230

Anexo N° 26: Extracción de muestra 25

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J25				
TITULO:	Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, avenida antigua panamericana Sur, Chilca 2021				
AUTOR:	Bach. Acuña Yngrid, Bach. Pariona Jose				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2021				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1266	1327	1389	1229	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1406				
% OPTIMO DE C.A.	6				
PAVIMENTO MODIFICADO: PET					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1324	1384	1472	1244	0.5% M.R.
	1355	1494	1646	1474	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	1438	%	0.5% M.R.	5.9
	1.0% M.R.	1615	OPTIMO	1.0% M.R.	6.1
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-



Robertson Rawson Rivera Chidote
ING. CIVIL
R. CIP. N° 178230

Anexo N° 27: Extracción de muestra 26

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J26				
TITULO:	Cálculo de un pavimento flexible con mezcla asfáltica incorporando polímero SBS para el dsitrito de Villa el Salvador - Lima 2020				
AUTOR:	Bach. Huamán Víctor, Bach. Huauya José				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2020				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1197	1235	1211	1107	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1224				
% OPTIMO DE C.A.	5.3				
PAVIMENTO MODIFICADO: SBS					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1802	1837	1804	1714	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	1835	%	0.5% M.R.	5.3
	1.0% M.R.	-	OPTIMO	1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-



Robertson Rawson Rivera Chidote
ING. CIVIL
R. CIP. N° 178230

Anexo N° 28: Extracción de muestra 27

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J27				
TITULO:	Análisis del comportamiento de una mezcla asfáltica modificada con polímeros SBS Betutec IC y una mezcla asfáltica convencional 60/70				
AUTOR:	Bach. Villafana Gerardo, Bach. Ramirez Raúl				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2019				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1376	1442	1321	-	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1373				
% OPTIMO DE C.A.	5.4				
PAVIMENTO MODIFICADO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	% OPTIMO DE C.A.	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	-		1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-		>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 29: Extracción de muestra 28

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J28				
TITULO:	Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente con adición de fibras de polipropileno				
AUTOR:	Bach. Cañari Calixto				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2019				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1205	1242	1210	1125	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1242				
% OPTIMO DE C.A.	5.5				
PAVIMENTO MODIFICADO: PP					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1095	1700	1791	1751	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	1724	% OPTIMO DE C.A.	0.5% M.R.	6.7
	1.0% M.R.	-		1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-		>1% M.R.	-



Robertson Rawson Rivera Chidote
ING. CIVIL
R. CIP. N° 178230

Anexo N° 30: Extracción de muestra 29

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J29				
TITULO:	Análisis de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de plástico peletizado LDPE - 2019				
AUTOR:	Bach. Delegado Cecilio, Bach. Solano Silver				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2019				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1085	1181	1198	1135	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1200				
% OPTIMO DE C.A.	5.8				
PAVIMENTO MODIFICADO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	%	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	-	OPTIMO	1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-



Robertson Rawson Rivera Chidote
ING. CIVIL
R. CIP. N° 178230

Anexo N° 31: Extracción de muestra 30

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J30				
TITULO:	Análisis del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional frente a una mezcla asfáltica adicionada con botellas de plásticos trituradas recicladas (BPTR) y granos de neumáticos reciclados (GNR) con agregados de la región del Cusco				
AUTOR:	Bach. Aguilar Jose, Bach. Valer Angela				
LUGAR Y AÑO:	Cusco -2021				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1234	1291	1328	1297	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1305				
% OPTIMO DE C.A.	5.2				
PAVIMENTO MODIFICADO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	%	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	-	OPTIMO	1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 32: Extracción de muestra 31

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J31				
TITULO:	Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020				
AUTOR:	Bach. Moreno Lenny				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2021				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	-				
% OPTIMO DE C.A.	-				
PAVIMENTO MODIFICADO: PET					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	1083	1203	1294	1184	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	%	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	1279	OPTIMO	1.0% M.R.	6
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 33: Extracción de muestra 32

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J32				
TITULO:	Diseño de mezcla asfáltica con material reciclado para la mejora del comportamiento mecánico del pavimento del tramo KM 90+000 al KM 95+000 de la carretera canta a Huayllay ubicado en el Distrito y Provincia de Canta en el departamento de Lima 2019				
AUTOR:	Bach. Balbin Robinson, Bach. Chochon Victor				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2019				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	2170				
% OPTIMO DE C.A.	6.3				
PAVIMENTO MODIFICADO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	%	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	-	OPTIMO	1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-



Robertson Rawson Rivera Chidote
ING. CIVIL
R. CIP. N° 178230

Anexo N° 34: Extracción de muestra 33

FICHA RESUMEN						
DATOS GENERALES						
CODIGO:	J33					
TITULO:	Incorporación del grano de caucho y plástico reciclado para determinar el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en la avenida Trapiche-Chillon, Lima 2019					
AUTOR:	Bach. Benites Yossmel					
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2020					
RESULTADOS GENERALES						
PAVIMENTO CONVENCIONAL						
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.	
	-	-	-	-	0.0% M.R.	
ESTABILIDAD (kg)	1389					
% OPTIMO DE C.A.	5.6					
PAVIMENTO MODIFICADO: PET						
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.	
	-	-	-	-	0.5% M.R.	
	-	-	-	-	1.0% M.R.	
	-	-	-	-	>1% M.R.	
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	1.0% M.R.	>1% M.R.	% OPTIMO DE C.A.	0.5% M.R.	1.0% M.R.
	-	1430	-		-	5.8
	-	-	-		>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 35: Extracción de muestra 34

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J34				
TITULO:	Estudio de la influencia de adición de neumatico reciclado en mezclas asfálticas en caliente en la ciudad de Juliaca				
AUTOR:	Bach. Romero Luis				
LUGAR Y AÑO:	Juliaca - 2018				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	1413	1456	1051	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1207				
% OPTIMO DE C.A.	6.4				
PAVIMENTO MODIFICADO: CAUCHO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	839	1014	1054	0.5% M.R.
	-	877	1092	1097	1.0% M.R.
	-	724	1005	927	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	1004	%	0.5% M.R.	6.7
	1.0% M.R.	1085	OPTIMO	1.0% M.R.	7
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-



Robertson Rawson Rivera Chidote
ING. CIVIL
R. CIP. N° 178230

Anexo N° 36: Extracción de muestra 35

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J35				
TITULO:	Diseño de asfalto modificado con polímeros SBS para mejoramiento vial en la ciudad de Huancayo				
AUTOR:	Bach. Cora Thalia				
LUGAR Y AÑO:	Huancayo - 2020				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1132	988	943	847	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	922				
% OPTIMO DE C.A.	5.8				
PAVIMENTO MODIFICADO: SBS					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	1060	910	895	839	1.0% M.R.
	1012	838	817	805	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	% OPTIMO DE C.A.	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	885		1.0% M.R.	5.9
	>1% M.R.	842		>1% M.R.	5.8



Robertson Rawson Rivera Chidote
ING. CIVIL
R. CIP. N° 178230

Anexo N° 37: Extracción de muestra 36

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J36				
TITULO:	Diseño de mezcla asfáltica en caliente con la incorporación de caucho reciclado en Lima, 2020				
AUTOR:	Bach. Castillo Alvaro, Bach. Chávarri Alex				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2020				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1030	1094	1039	983	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1091				
% OPTIMO DE C.A.	5.8				
PAVIMENTO MODIFICADO: CAUCHO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	1102	1215	1362	1337	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	% OPTIMO DE C.A.	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	-		1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	1417		>1% M.R.	6.2


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 38: Extracción de muestra 37

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J37				
TITULO:	Propiedades mecánicas del asfalto en caliente adicionando 1.5% de caucho reciclado granular, Chimbote 2019				
AUTOR:	Bach. Farfan Daniel, Bach. Fernandez Jenisse				
LUGAR Y AÑO:	Chimbote - 2019				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1924	2117	1740	1479	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	2013				
% OPTIMO DE C.A.	5.5				
PAVIMENTO MODIFICADO: CAUCHO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	1939	2162	1801	1462	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	%	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	-	OPTIMO	1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	2064	DE C.A.	>1% M.R.	5.3



Robertson Rawson Rivera Chidote
ING. CIVIL
R. CIP. N° 178230

Anexo N° 39: Extracción de muestra 38

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J38				
TITULO:	Mejoramiento del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando polímeros Elvaloy 4170 RET para la av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019				
AUTOR:	Bach. Chavez Liz				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2019				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1405	1420	1316	-	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1421				
% OPTIMO DE C.A.	5.5				
PAVIMENTO MODIFICADO: PET					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	1470	1528	1589	1565	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	%	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	-	OPTIMO	1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	1566	DE C.A.	>1% M.R.	5.8



Robertson Rawson Rivera Chidote
ING. CIVIL
R. CIP. N° 178230

Anexo N° 40: Extracción de muestra 39

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J39				
TITULO:	Influencia del tereftalato de polietileno en las propiedades físicas - mecánicas de una mezcla asfáltica, Trujillo 2021				
AUTOR:	Bach. Cabrejos Luz, Bach. Vigo Marco				
LUGAR Y AÑO:	Trujillo - 2022				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	831				
% OPTIMO DE C.A.	6				
PAVIMENTO MODIFICADO: PET					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.		% OPTIMO DE C.A.	0.5% M.R.	
	1.0% M.R.	865		1.0% M.R.	6
	>1% M.R.	-		>1% M.R.	-



Robertson Rawson Rivera Chidote
ING. CIVIL
R. CIP. N° 178230


Anexo N° 41: Extracción de muestra 40

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J40				
TITULO:	Análisis comparativo del pavimento flexible al aplicársele residuos plásticos reciclados en la avenida los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022				
AUTOR:	Bach. Cruzado Cecilia				
LUGAR Y AÑO:	Callao - 2021				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1033				
% OPTIMO DE C.A.	6.3				
PAVIMENTO MODIFICADO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	%	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	-	OPTIMO	1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 42: Extracción de muestra 41

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J41				
TITULO:	Análisis comparativo de características y propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica en caliente adiconada con fibras de polipropileno respecto a una mezcla asfáltica en caliente convencional, empleando los agregados de la cantera: la poderosa de la provincia de Arequipa, Arequipa - Perú				
AUTOR:	Bach. Ponce Carolay, Bach. Villa Cesar				
LUGAR Y AÑO:	Arequipa - 2020				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1173	946	825	733	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1276				
% OPTIMO DE C.A.	4.5				
PAVIMENTO MODIFICADO: PP					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	1205	1033	-	-	1.0% M.R.
	1013	924	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	%	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	-	OPTIMO	1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 43: Extracción de muestra 42

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J42				
TITULO:	Diseño de mezclas asfálticas adicionando elastómeros y PET reciclado par cargas de tránsito pesado en vias metropolitanas, Lima 2018				
AUTOR:	Bach. Canta Franklin, Bach. Vivas Khaterine				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2018				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	868	938	926	925	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	925				
% OPTIMO DE C.A.	6.4				
PAVIMENTO MODIFICADO: PET					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	1342	1458	1358	1290	1.0% M.R.
	1497	1511	1476	1374	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	%	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	1303	OPTIMO	1.0% M.R.	6.4
	>1% M.R.	1394	DE C.A.	>1% M.R.	6.4



Robertson Rawson Rivera Chidote
ING. CIVIL
R. CIP. N° 178230

Anexo N° 44: Extracción de muestra 43

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J43				
TITULO:	Diseño de mezcla asfáltica incorporando plástico PET para mejorar a resistencia de la infraestructura vial en avenida Villa Hermosa, Chiclayo				
AUTOR:	Bach. Tapia Rosmery				
LUGAR Y AÑO:	Chiclayo - 2021				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	-				
% OPTIMO DE C.A.	-				
PAVIMENTO MODIFICADO: PET					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	%	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	953	OPTIMO	1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	1061	DE C.A.	>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 45: Extracción de muestra 44

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J44				
TITULO:	Evaluación de mezcla asfáltica con ampliación de plástico reciclado para los pavimentos flexibles en San Juan de Miraflores, Lima 2019				
AUTOR:	Bach. Salazar Walther				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2020				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	-				
% OPTIMO DE C.A.	-				
PAVIMENTO MODIFICADO: PET					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	2422	2586	2491	2445	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	% OPTIMO DE C.A.	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	-		1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-		>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 46: Extracción de muestra 45

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J45				
TITULO:	Diseño del pavimento flexible de una carpeta asfáltica mejorada agregando residuos plásticos reciclados en la avenida Cuzco, Ventanilla, Callao				
AUTOR:	Bach. Salazar Giang, Bach. Palacios Wilfredo				
LUGAR Y AÑO:	Callao - 2021				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1034				
% OPTIMO DE C.A.	6.5				
PAVIMENTO MODIFICADO: PET					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	884	957	1040	1014	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	%	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	1012	OPTIMO	1.0% M.R.	6.1
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 47: Extracción de muestra 46

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J46				
TITULO:	Diseño de pavimento flexible adecuado con carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020				
AUTOR:	Bach. Chochabot Jose				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2020				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1093				
% OPTIMO DE C.A.	6.7				
PAVIMENTO MODIFICADO: PET					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	1191	1225	1229	1208	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	% OPTIMO DE C.A.	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	1227		1.0% M.R.	6
	>1% M.R.	-		>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 48: Extracción de muestra 47

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J47				
TITULO:	Análisi técnico-económico de mezclas asfálticas con tereftalato de polietileno reciclado para la construcción de carreteras asfaltadas				
AUTOR:	Bach. Puente Jorge				
LUGAR Y AÑO:	Huancayo - 2020				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1124	940	943	848	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	905				
% OPTIMO DE C.A.	6				
PAVIMENTO MODIFICADO: PET					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	1053	983	926	939	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	1.0% M.R.	% OPTIMO DE C.A.	0.5% M.R.	1.0% M.R.
	-	949		-	6
	>1% M.R.	-		>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 49: Extracción de muestra 48

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J48				
TITULO:	Propiedades mecánicas del asfalto en caliente adicionándole polietileno de Tereftalato (PET) en porcentajes de 0.75%, 1% y 1.25%, Nuevo Chimbote, Ancash - 2020				
AUTOR:	Bach. López Carlos, Bach. Nonato Brayán				
LUGAR Y AÑO:	Chimbote - 2020				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	1068	1095	1024	863	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1022				
% OPTIMO DE C.A.	5.4				
PAVIMENTO MODIFICADO: PET					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	1157	1118	865	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	%	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	1199	OPTIMO	1.0% M.R.	5.3
	>1% M.R.	-	DE C.A.	>1% M.R.	-



Robertson Rawson Rivera Chidote
ING. CIVIL
R. CIP. N° 178230

Anexo N° 50: Extracción de muestra 49

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J49				
TITULO:	Modificación de la mezcla asfáltica mediante la incorporación de polímeros SBS en la av. Naranjal y la av. Alisos				
AUTOR:	Bach. Acosta Keny				
LUGAR Y AÑO:	Lima - 2019				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1141				
% OPTIMO DE C.A.	6				
PAVIMENTO MODIFICADO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	% OPTIMO DE C.A.	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	-		1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-		>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230

Anexo N° 51: Extracción de muestra 50

FICHA RESUMEN					
DATOS GENERALES					
CODIGO:	J50				
TITULO:	Uso de caucho reciclado para mejorar las propiedades de carpeta asfáltica en carretera Monsefu - Valle Hermoso. Lambayeque 2021				
AUTOR:	Bach. Salazar Jairo				
LUGAR Y AÑO:	Chiclayo - 2021				
RESULTADOS GENERALES					
PAVIMENTO CONVENCIONAL					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.0% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	1190				
% OPTIMO DE C.A.	5.7				
PAVIMENTO MODIFICADO					
ESTABILIDAD P/C PORCENTAJE (kg)	5.0% C.A.	5.5% C.A.	6.0% C.A.	6.5% C.A.	% M.R.
	-	-	-	-	0.5% M.R.
	-	-	-	-	1.0% M.R.
	-	-	-	-	>1% M.R.
ESTABILIDAD (kg)	0.5% M.R.	-	% OPTIMO DE C.A.	0.5% M.R.	-
	1.0% M.R.	-		1.0% M.R.	-
	>1% M.R.	-		>1% M.R.	-


 Robertson Rawson Rivera Chidote
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 178230