

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

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

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.

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 Petro Perú. (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.

- 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 asfaltica 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>