FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE POSTGRADO
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA DE PAVIMENTOS
BOGOTÁ D.C.

LICENCIA CREATIVE COMMONS: Señale en la casilla la licencia que insertó en el trabajo de grado, tesis o artículo:

Atribución		Atribución no comercial	X	Atribución no comercial sin derivadas	
Atribución no comercial compartir igual		Atribución sin derivadas		Atribución compartir igual	

AÑO DE ELABORACIÓN: 2020

TÍTULO: ESTUDIO COMPARATIVO DEL ENVEJECIMIENTO A LARGO PLAZO DE UNA MEZCLA CON ASFALTO MODIFICADO CON GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

AUTOR (ES): Agudelo Cendales, Miguel Angel y Martínez gómez, Stivinson.

DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES):

Bastidas Martínez, Juan Gabriel.

MODALIDAD:

Ejemplo: Práctica empresarial; Trabajo de investigación; Artículo de investigación (reflexión, revisión); Especial interés, línea de investigación (para las especializaciones), etc.

PÁGINAS:	**60**	**TABLAS:**	**12**	**CUADROS:**		**FIGURAS:**	**14**	**ANEXOS:**	**6**

Se escriben cuántas páginas, tablas, cuadros, figuras y anexos, cuando aplique.

CONTENIDO: Se refiere a los capítulos que se desarrollaron. Sólo los grandes capítulos. Ejemplo:

1. RESUMEN
2. ABSTRACT
3. INTRUCCION
4. METODOLOGIA
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
6. JUSTIFICACION DEL PROBLEMA
7.OBJETIVOS
8. ESTADO DEL ARTE
9. MARCO DE REFERENCIA
10. MARCO TEORICO
11. MARCO LEGAL
12. RESULTADOS

13. CONCLUSIONES
14. ANEXOS
15. BIBLIOGRAFIAS
ANEXOS

DESCRIPCIÓN: Usando el método Marshall se identifican los porcentajes óptimos de asfalto, para la selección del diseño final de la mezcla. De igual manera se va a realizar el envejecimiento a largo plazo de las mezclas con el diseño final en el laboratorio, para luego calcular el módulo resiliente en la maquina UTM - 30 y hacer una comparación entre las mezclas envejecidas y no envejecidas, para posteriormente realizar el ensayo a tracción indirecta.

METODOLOGÍA: Se realiza el metodo marshall para obtener los porcentajes optimos de asfalto, se envejecieron las muestras con el optimo obtenido,se calcularon los modulos resilientes con la maquina UTM-10 y se realizo el ensayo a tracción indirecta .

PALABRAS CLAVE: Grano de caucho reciclado, envejecimiento, Durabilidad, modulo resilente, traccion indirecta, marshhal, asfalto, temperatura, rigidez, deformacion, elasticidad, esfuerzo, frecuencia, tiempo.

CONCLUSIONES:

1. La mezcla asfáltica convencional con envejecimiento presenta valores muy altos de módulo resiliente, haciendo que la mezcla sea más rígida con el tiempo y más susceptible a las fisuras por fatiga.
2. La mezcla asfáltica modifica con GCR presenta una disminución en la rigidez de la mezcla presentando valores de módulo resiliente más bajo con respecto al asfalto convencional esto debido a que requiere mayores contenidos de asfalto presentándose una reducción en la resistencia de la mezcla, y haciendo la mezcla mucho más frágil.
3. La mezcla modificada con GCR presenta un mejor comportamiento al envejecimiento debido a que el módulo resiliente aumenta en un 3.0 % después de envejecida la mezcla, variando muy poco la rigidez de la mezcla en el tiempo, presentando una muy poca variación de sus propiedades y sus características, aumentando así su vida útil.
4. La mezcla asfáltica convencional sin envejecimiento presenta valores similares de módulo resiliente con respecto a una mezcla modificada con GCR con envejecimiento, esto quiere decir que el asfalto modificado con GCR conserva sus propiedades en el tiempo, haciendo la mezcla mucho más durable.
5. De acuerdo con el ensayo Marshall se determina que la mezcla modificada con GCR necesita un mayor contenido de asfalto, que la mezcla convencional por ende la mezcla

modificada con GCR presenta una reducción en la fricción interna de la mezcla, generando una reducción en la resistencia general de la mezcla.

6. La mezcla modificada con GCR presenta mejores valores de flujo haciendo que la mezcla sea menos susceptible a los cambios por temperatura, esto debido a las propiedades elásticas del caucho.
7. La mezcla modificada con GCR presenta una buena estabilidad, haciendo que el pavimento soporte los desplazamientos y las deformaciones que produce el tránsito, mejorando la capacidad de respuesta al ahuellamiento.

8. La mezcla asfáltica modificada con GCR es una buena solución a los problemas que presentan los pavimentos, debido a que presenta mejores valores de estabilidad/flujo, haciendo que la mezcla sea más resistente a las cargas elevadas del tránsito y a las inclemencias del clima, aumentado así su vida útil.

FUENTES:

[1] D. 4. D. 2. D.C Secretaria Distrital de Ambiente, «Alcaldia de bogota,» 09 noviembre 2015. [En línea]. Available: https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=63644.

[2] C. Correa, Artist, *"Implementación de mezcla asfáltica modificada con granulo de caucho en el barrio san Carlos de la localidad de Tunjuelito".* [Art]. tesis de postgrado, Faculta de Ingeniería, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia, 2018.

[3] C. Martinez, Artist, *Analisis de ciclo de vida de los pavimentos asfalticos.* [Art]. Tesis de postgrado, Facultad de ingenieria civil, Universidad Militar Nueva Granada, 2015.

[4] M. Toledo, «Slideshare.net,» 4 marzo 2014. [En línea]. Available: Available:https://es.slideshare.net/ceciliahuapaya1/ejemplo-de-proyecto-de-investigacin- 32316099.

[5] J. Forero, Artist, *Evaluación comparativa de mezclas convencionales y mezclas modificadas con granulo de caucho (GCR), por medio de briquetas desarrolladas en los laboratorios de la Unidad Administrativa Especial de Rehabilitación y Mantenimiento Vial (UAERMV)".* [Art]. Tesis de postgrado, Facultad Ingeniería, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia, 2018.

[6] L. C. C.M Diaz, Artist, *Implementaicon del grano de caucho reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en.* [Art]. tesis de pregrado, faculta de ingeniería civil, Universidad santo tomas, 2017.

[7] J. Maldonado, Artist, *"Estado del conocimiento de las mezclas asfálticas modificadas con grano caucho reciclado (GCR) en Colombia".* [Art]. Tesis de Pregrado, Facultad de ingeniería Universidad militar Nueva Granda, Bogotá, Colombia, 2018.

[8] F. R. M. C. &. M.-E. M. J. Moreno, Artist, *Analysis of digestion time and the crumb rubber percentage in dry-process crumb rubber modified hot bituminousmixes. Construction and Building Materials 25 2323–2334.* [Art]. diciembre 2010.

[9] X. R. F. Vargas, Artist, *"El fenómeno de envejecimiento de los asfaltos".* [Art]. Universidad nacional de Colombia, ingeniería de investigación volumen 3 núm. 3, Bogotá, 2010.

[10] j. J. c. Apaza, Artist, *"asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles".* [Art]. tesis de pregrado, facultad de ingeniería civil y arquitectura escuela profesional de ingeniería civil, universidad nacional del altiplano,

en puno peru, 2015.

[11] L. Varon, Artist, *“Diseño de mezcla asfáltica de gradación tipo 1 (IDU) con asfalto modificado con grano de caucho reciclado (GCR) de MPI LTDA.”, manufacturas y.* [Art]. MPI LTDA, 2015.

[12] I. L. J. R. A. Ramírez, Artist, *"diseño de mezcla asfáltica con asfalto caucho tecnología gap graded para la ciudad de Bogotá".* [Art]. Tesis de Postgrado, facultad de, 2014.

[13] F. Fernández, Artist, *"Estudio de un asfalto con adición de caucho de neumático reciclado como polímero base, chachapoyas – amazonas – 2017".* [Art]. Tesis de pregrado, Facultad de Ingeniería civil y Ambiental, Escuela profesional de ingeniería civil, Chachapoyas, Perú, 2019.

[14] J. F. García, Artist, *"Influencia del triturado de restos de llantas como agregados en mezclas asfálticas".* [Art]. Tesis de Pregrado, Facultad de ingeniería civil, Universidad de Cartagena, Cartagena de indias DT Y C, Colombia, 2014.

[15] D. Vega, Artist, *"Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo del pavimento asfáltico".* [Art]. Tesis de Pregrado, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, 2016.

[16] R. Fernández, «https://ligante-asfaltico.blogspot.com,» [En línea]. Available: https://ligante- asfaltico.blogspot.com/p/llantas-usadas-en-pavimentos.html.

[17] N. Ramirez, Artist, *"Estudio de la utilización de caucho de neumáticos en mezclas asfálticas en caliente mediante proceso seco".* [Art]. tesis de pregrado, facultad de ingeniería civil,Universidad de Chile, Santiago de chile, 2016.

[18] I. A. d. B. U. de los andes, Artist, *"Estudio de las mejoras mecánicas de las mezclas asfálticas con desechos de llantas".* [Art]. 2002.

[19] L. V. y. R. R. M. A. Patiño, «Llantas usadas: materia prima para,» *Revista Ontare,* p. 5, 2017.

[20] J. M. X. V. E.A. Lemus, Artist, *"Estudio de mezclas asfálticas densas con adición de materiales alternativos".* [Art]. "Tesis de postgrado, Facultad de ingeniería,Tesis de postgrado, Facultad de ingeniería", 2018.

[21] F. Goicochea, Artist, *"estudio de un asfalto con adición de caucho de neumático reciclado como polímero base, Chachapoyas – amazonas – 2017".* [Art]. Tesis de Pregrado, Facultad de ingeniería civil y ambiental, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas", Chachapoyas, Perú, 2019.

[22] S. A. C. A. M. Dueñas, Artist, *"Recopilación y análisis sobre el uso del grano de caucho modificado (GCM) para la utilización por vía seca en el diseño de carpetas asfálticas en Bogotá".* [Art]. Tesis de Pregrado, Facultad de Ingeniería Civil, División de Ingenierías, Universidad Santo Tomas, Bogotá, Colombia, 2017.

[23] O. G. C.D. Amado, Artist, *"Análisis del costo en el ciclo de vida para dos alternativas de pavimento".* [Art]. Tesis de postgrado, Facultad de ingeniería, Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia, 2017.

[24] O. Ramírez, Artist, *"Análisis comparativo del proyecto de norma de044-16 con la especificación idu 560 – 11 y con el articulo invias 467-13 y la norma inv – e – 824 -13 de mezclas asfálticas con grano*