



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS
EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UNA MEZCLA
ASFÁLTICA EN CALIENTE EN LA CIUDAD DE CHICLAYO
2018

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Jhon Albert Silva Mantilla

Asesor:

MBA. Ing. Josualdo Villar Quiroz

Trujillo – Perú

2018

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	22
1.1. Realidad problemática	22
1.2. Formulación del problema	24
1.3. Justificación	24
1.3.1. Justificación general	24
1.3.2. Justificación teórica	24
1.3.3. Justificación aplicativa	24
1.3.4. Justificación valorativa	24
1.3.5. Justificación académica	25
1.4. Limitaciones	25
1.5. Objetivos	26
1.5.1. Objetivo General	26
1.5.2. Objetivos Específicos	26
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	27
2.1. Antecedentes	27
2.2. Bases teóricas	28
2.2.1. Pavimentos flexibles	28
2.2.2. Mezclas Asfálticas	29
2.2.3. Propiedades consideradas en el diseño de mezclas asfálticas	31
2.2.3.1. Estabilidad	31
2.2.3.2. Durabilidad	32
2.2.3.3. Impermeabilidad	34
2.2.3.4. Trabajabilidad	35
2.2.3.5. Flexibilidad	36

2.2.3.6.	Resistencia a la fatiga	36
2.2.3.7.	Resistencia al deslizamiento	37
2.2.4.	Clasificación de las Mezclas ASFálticas	38
2.2.4.1.	Por Fracciones de agregado pétreo empleado.	38
2.2.4.2.	Por la Temperatura de puesta en obra.	39
2.2.4.3.	Por la proporción de vacíos en la mezcla asfáltica.	40
2.2.4.4.	Por el tamaño máximo del agregado pétreo.	40
2.2.4.5.	Por la estructura del agregado pétreo.	41
2.2.5.	Consideraciones en el diseño de la mezcla	41
2.2.6.	Método de diseño de la Mezcla	42
2.2.7.	Mezclas asfálticas modificadas	43
2.2.7.1.	Mezcla asfáltica modificada por vía húmeda	44
2.2.7.2.	Mezcla asfáltica modificada por vía seca	45
2.2.8.	Características de los materiales para una mezcla asfáltica	47
2.2.8.1.	Asfalto	47
2.2.8.2.	Agregados Minerales Gruesos y finos	49
2.2.8.3.	Filler o polvo mineral	52
2.2.8.4.	Plástico	52
2.2.9.	Análisis económico de pavimentos	57
2.2.9.1.	Costos	58
2.2.9.2.	Beneficios	58
2.2.9.3.	Método de la relación beneficio – costo	59
CAPÍTULO 3.	HIPÓTESIS	60
3.1.	Formulación de la hipótesis	60
3.1.1.	Hipótesis General	60

3.1.2.	Hipótesis específica	61
3.2.	Variables	61
3.2.1.	Independientes.	61
3.2.2.	Dependientes.	62
3.2.3.	Operacionalización de variables.	62
CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA		63
4.1.	Tipo y diseño de Investigación.	63
4.2.	Unidad de estudio	64
4.3.	Población.	64
4.4.	Muestra.	64
4.5.	Métodos y procedimiento para obtención de datos	66
4.5.1.	Técnicas de recolección de datos	67
4.5.1.1.	Análisis Granulométrico por Tamizado.	67
4.5.1.2.	Límites de Atterberg	69
4.5.1.3.	Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso	72
4.5.1.4.	Peso Específico y Absorción del Agregado Fino	73
4.5.1.5.	Equivalente de Arena	75
4.5.1.6.	Porcentaje de Caras Fracturadas.	77
4.5.1.7.	Porcentaje de Partículas Chatas y Alargadas	78
4.5.1.8.	Contenido de Sales Solubles Totales.	80
4.5.1.9.	Abrasión de los Ángeles al desgaste de los agregados	81
4.5.1.10.	Resistencia De Mezclas Bituminosas Empleando El Aparato Marshall.	82
4.5.2.	Análisis de información	87

CAPÍTULO 5. RESULTADOS	88
5.1. Ensayos a los agregados	88
5.1.1. Análisis Granulométrico por tamizado	88
5.1.2. Límites de consistencia para pasante de la malla N°40	90
5.1.3. Límites de consistencia para pasante de la malla N°200	92
5.1.4. Porcentaje de Partículas Chatas y Alargadas,	94
5.1.5. Caras fracturadas.	95
5.1.6. Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso	97
5.1.7. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino	98
5.1.8. Equivalente de arena	99
5.1.9. Contenido de sales solubles	100
5.1.10. Durabilidad al sulfato de magnesio	101
5.1.11. Abrasión de Los Ángeles	102
5.1.12. Resumen general de ensayos a los agregados.	104
5.2. Ensayo Marshall	105
5.2.1. Mezcla asfáltica convencional	105
5.2.2. Mezcla asfáltica con residuos plásticos.	115
5.3. Análisis de costos de producción	126
5.3.1. Selección de método para pruebas de normalidad	126
5.4. Análisis estadístico de resultados	128
5.4.1. Selección de método para pruebas de normalidad	128
5.4.2. ANOVA	128
5.4.2.1. Grado de Libertad del contenido de asfalto (%CA) (A)	128
5.4.2.2. Grado de Libertad del tipo de mezcla (B)	128
5.4.2.3. Grado de Libertad de las variables conjugadas (A x B)	129
5.4.2.4. Grado de Libertad del error (E)	129

5.4.2.5. Nivel de significancia	129
5.4.2.6. Criterio de rechazo	129
5.4.3. Prueba de normalidad para la variable de Estabilidad	130
5.4.4. Prueba de ANOVA para la variable de Estabilidad	130
5.4.5. Prueba de normalidad para la variable de Flujo	135
5.4.6. Prueba de ANOVA para la variable de Flujo	136
5.4.7. Prueba de normalidad para la variable de índice de rigidez	141
5.4.8. Prueba de ANOVA para la variable de Índice de rigidez	142
CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN	148
6.1. Análisis de resultados de agregados	148
6.2. Análisis comparativo de diseños Marshall	155
6.2.1. Contenido de asfalto	155
6.2.2. Vacíos	156
6.2.3. Peso específico	157
6.2.4. VMA	158
6.2.5. Vacíos llenos de asfalto	159
6.2.6. Flujo	160
6.2.7. Estabilidad	161
6.2.8. Índice de rigidez	162
6.3. Análisis de costos	163
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES	164
CAPÍTULO 8. RECOMENDACIONES	166
CAPÍTULO 9. REFERENCIAS	167
CAPÍTULO 10. ANEXOS	169

RESUMEN

La presente investigación está orientada a utilizar plástico reciclado pulverizado en la fabricación de pavimentos flexibles, usándose este material como un agregado sustituto de un porcentaje del agregado fino, sin alterar la composición del cemento asfáltico.

Para este proyecto se utilizó PEN 60/70, elaborando así mezclas asfálticas en caliente que cumplan con las exigencias establecidas, por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, para la estabilidad, flujo, porcentaje de vacíos e índice de rigidez en pavimentos flexibles.

El plástico reciclado, es una alternativa para utilizar en la construcción de pavimentos flexibles, evitando de esta forma la mala disposición final de estos elementos reciclables y contribuyendo a disminuir la contaminación ambiental que ataca a nivel mundial. Para esta investigación se ha utilizado plástico reciclado en cantidades de 1% con respecto al peso de los agregados, proporcionado por la empresa Plastimax, que se dedica al pulverizado de este material, obteniéndose a través de procesos de trituración y pre-granulación.

Para el desarrollo de los ensayos de laboratorio, en la fabricación de la mezcla asfáltica se hizo uso del plástico reciclado con diferentes porcentajes de cemento asfáltico PEN 60/70; comparando las características de la estabilidad, flujo, porcentaje de vacíos e índice de rigidez de acuerdo al tipo de tránsito pesado tradicional definidos en este estudio.

Así mismo, se concluye que la incorporación de plástico reciclado influye de manera positiva en la mezcla asfáltica en caliente, incrementando y mejorando la estabilidad, flujo, porcentaje de vacíos e índice de rigidez y disminuyendo los costos unitarios de una mezcla convencional.

ABSTRACT

The present investigation is oriented to use pulverized recycled plastic in the manufacture of flexible pavements, using this material as a substitute complement of an aggregate of the fine aggregate, without altering the composition of the asphalt cement.

PEN 60/70 was used for the project, thus preparing hot asphalt mixtures that meet the requirements established by the Ministry of Transport and Communications, for the transmission speed, flow, vacuum percentage and rigidity index in flexible pavements.

The recycled plastic is an alternative to be used in the construction of flexible pavements, avoiding this way the final bad disposition of these recyclable elements and contributing to the environmental pollution that attacks worldwide. For this research, recycled plastic has been used in quantities of 1% with respect to the weight of the aggregates, provided by the company Plastimax, which is dedicated to the pulverization of this material, obtained through crushing and pre-granulation processes.

For the development of the laboratory tests, in the manufacture of the asphalt mix, recycled plastic was used with different percentages of asphalt cement PEN 60/70; comparing the characteristics of stability, flow, percentage of voids and stiffness index according to the type of traditional heavy traffic defined in this study.

Likewise, it is concluded that the incorporation of recycled plastic has a positive influence on the hot asphalt mix, increasing and improving the stability, flow, percentage of voids and stiffness index and decreasing the unit costs of a conventional mixture.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Botasso, G. R. (2010). Utilización de cauchos en mezclas asfálticas. Argentina
- Chávez Alderete, J. C. (2005). Estudio de factibilidad Técnico-económica entre un pavimento de asfalto convencional y uno modificado con agregado de caucho. Chile.
- DIGESA (2009). Estándares de gestión medio ambiental. Perú.
- Garnica A. P. (2001). Evaluación de la pérdida de resistencia en concretos asfálticos por contacto de sustancias agresivas. México: Instituto Mexicano del Transporte.
- Madisson, R. (1970). Adición de partículas de neumáticos reciclados en el concreto asfáltico. Estados Unidos.
- Méndez. R (2007). [Versión electrónica]. Artículo de revista El País. Recuperada el 20 de agosto del 2016, de <http://m.ultimahora.com/en-espana-reciclan-neumaticos-construccion-rutas-n36042.html>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (EG-2013). Manual de carreteras - especificaciones técnicas generales para construcción. Perú.
- Montalvo F. M. (2008). Complementación de las especificaciones técnicas en los diseños de mezclas asfálticas en caliente. Perú.
- Ramírez V. A. (2014). Diseño de mezcla asfáltica asfalto-caucho tecnología GAP. Colombia
- Ramírez Palma, N. I. (2006). Estudio de la utilización de caucho de neumáticos en mezclas asfálticas en caliente mediante proceso en seco. Chile.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2010). Norma CE.010 Pavimentos Urbanos. Perú.
- Reyes F.L. (2007). Mezclas asfálticas modificadas con elastómeros y plastómeros. Bogotá: Portal de revistas académicas.
- Rodríguez P. A. (2007). Deformaciones plásticas en capas de rodaduras en pavimentos asfálticos. México.
- Rodríguez V. F. (2010). Análisis de pavimento asfáltico modificado con polímero. Chile.

Vargas M. J. (2008) Utilización de asfaltos modificados en una vía por mejorar su rendimiento y resistencia. Perú.

Valle Rodas, R. (1976). Carreteras, calles y aeropistas. Buenos aires: Cuarta edición El Ateneo