



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Mejoramiento de rodadura del pavimento flexible mediante el reciclado en la av. Roosevelt, Distrito de Chancay, Lima, 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA CIVIL

AUTORA:

Pau Salguero de Velazco, Rosario (ORCID:0000-0003-1836-3718)

ASESOR:

Mg. Fernández Díaz, Carlos Mario(ORCID:0000-0001-6774-8839)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Ante todo, a Dios que me dio la perseverancia y fortaleza para lograr mi objetivo que me he propuesto, a mis hijos Juan Sebastián, José Luis a mi esposo por sacrificar el tiempo que debería estar con ellos, pero siempre comprendieron que todo sacrificio es importante en la formación de profesional, mis madres María y Luisa que siempre me apoyaron en mis decisiones.

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a mi Dios que tuvo momento de flaquear y el me dio la perseverancia y fuerzas junto con mis hijos a lograr mis objetivos propuesto, a mis madres que siempre me aconsejaron a seguir con mis metas trazadas, a los ingenieros que cumplieron un rol importante en nuestro aprendizaje, y a todos mis compañeros que en el desarrollo de la carrera conocí y cultivamos una linda amistad.

Índice de Contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	vii
I.INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO	37
III.METODOLOGÍA	37
1.1. Tipo y diseño de investigación.....	37
1.2. Variables y operacionalización	38
1.3. Población, muestra y muestreo	39
1.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos	39
1.5. Procedimientos.....	41
1.6. Método de análisis de datos	41
1.7. Aspecto ético	41
II. RESULTADOS	42
III. DISCUSIÓN	48
IV. CONCLUSIONES	49
V. RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS	51
ANEXOS:	

Índice de tablas

Tabla 1. Porcentaje de la composición de asfalto	12
Tabla 2. Clasificación estándar por grado de penetración	24
Tabla 3. Requerimiento agregado grueso de adición en mezcla Reciclada en caliente	25
Tabla 4. Requerimiento agregado fino de adición en mezcla Reciclado en caliente	25
Tabla 5. Proporción de polvo mineral de aporte % en masa de polvo mineral total	26
Tabla 6. Franjas granulométricas para mezclas asfálticas en Caliente (MAC)	27
Tabla 7. Valores máximo admisible de IRI	27
Tabla 8. Tolerancia en el material por reciclado	27
Tabla 9. Contenido de asfalto de material recuperado	39
Tabla 10. Análisis granulométrico de las muestras de material Asfáltica recuperados	40
Tabla 11 Ensayo Marshall para pavimento reciclado	41
Tabla 12 Análisis granulométrico del agregado grueso De adición para pavimento reciclado	42
Tabla 13. Resultados de control mezcla asfalto	43
Tabla 14. Ensayo Marshall para pavimento convencional	50

Índice de figuras

Figura 1. Corte transversal del Pavimento asfaltico	9
Figura 2. Ciclos de vida de los pavimentos	16
Figura 3. Estructura de pavimento rígido	20
Figura 4. Equipo de asfaltado en frio	21
Figura 5. Equipos de asfaltado en caliente	22
Figura 6. Planta en asfalto en frio	22
Figura 7. Planta en caliente	22
Figura 8. Falla piel en cocodrilo.....	29
Figura 9. Falla transversal	29
Figura 10. Fallas Ondulaciones	29
Figura 11. Fallas de baches	29
Figura 12. Curvas granulometría muestra N° 01 material asfalto....	40
Figura 13. Curva granulométrica del agregado grueso de adición ...	43

RESUMEN

Este trabajo de investigación denominado mejoramiento de rodadura del pavimento flexible mediante el reciclado en la av. Roosevelt, Distrito de Chancay, Lima, 2020, su objetivo principal era demostrar que mediante el uso de esta técnica las ventajas del pavimento flexible reformado por la técnica del reciclamiento con un asfalto convencional, se demostró técnicamente el ahorro de agregado fino y grueso los cuales se estudiaron mediante los ensayos en el manual de carretera del Ministerio de Transporte y Comunicaciones con sus especificaciones técnicas generales en este proyecto se utilizó el 20% de asfalto reciclado, y se compararon los resultados obtenidos de la obra, los cuales se obtuvieron porcentajes de vacíos, estabilidad, flujo o deformación, claro está que presenta deficiencia en la rigidez, por lo que se aportara un 0.30% de aditivo rejuvenecedor y con estos complementos cumple, cuyo factores determinan la reutilización del pavimento.

Palabras Clave: Mejoramiento de Rodadura, Asfalto Reciclado, Pavimento Flexible

Abstract

This research work called improvement of flexible pavement tread by recycling in av. Roosevelt, Chancay District, Lima, 2020, its main objective was to demonstrate that by using this technique the advantages of the flexible pavement reformed by the recycling technique with a conventional asphalt, the saving of fine and coarse aggregate was technically demonstrated, which They were studied through the tests in the road manual of the Ministry of Transport and Communications with its general technical specifications in this project, 20% recycled asphalt was used, and the results obtained from the work were compared, which obtained percentages of voids , stability, flow or deformation, of course it presents a deficiency in rigidity, for which a 0.30% rejuvenating additive will be provided and with these supplements it complies, whose factors determine the reuse of the pavement

Keywords: Rolling Improvement, Recycled Asphalt, Flexible Pavement

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente en nuestro país el pavimento flexible reciclado es una técnica muy poco operada, pero en Europa, América, en Sudamérica u otros estados; han reciclado el asfalto fresado para ser reutilizados en una pavimentación nuevo este tipo de rehabilitaciones y/o mejoramiento de las carpetas asfáltica, hoy en día la industrialización en la construcción ha desarrollado nuevas tecnologías y técnica para llevar a cabo un proyecto.

En el Perú las carreteras son el medio de conexión más significativa en nuestro país, Además el mantenimiento y rehabilitación de sus vías no están siendo atendidas en la actualidad por las autoridades de turno, si bien es parte importante para el desarrollo de regiones en el país, porque trae con consigo una descentralización poblacional debido a la sobrepoblación que existe en la ciudad, en estos últimos años ha habido un incremento del parque automotor, trayendo consigo el deterioro de vías por la cantidad de vehículos por eso es importante más inversiones de capital privado e inversión pública en infraestructura de los servicios públicos, a través de este desarrollo se impulsa muchos factores socioeconómico como el comercio, el turismo, la agricultura etc. Cabe resaltar que de tratado a las proyecciones del (MTC), la Red viario Nacional será asfaltada al cien por ciento del 2021. Presentemente se obtiene un 75 % anticipo, es inevitable acoger en abalorio qué es lo más preciso para el pavimentado de las rutas que consentirán formar al país. El uso de asfaltos flexibles se ejecuta primordialmente las áreas de dilatado tráfico. “En el tema de las bases se espera empiecen a utilizar bases granulares mejoradas con bitumen (asfalto), ya sea con emulsión o con asfalto espumado. Ambas tecnologías mejoran las propiedades mecánicas de cohesión en las bases, versus las granulares tradicionales y cementadas. Esta fuerza se incrementa 8 veces en promedio pudiendo ofrecer una mayor resistencia a los embates de la naturaleza”; En algunos casos la construcción de nuevas vías y mantenimiento son realizadas con más frecuencia debido al deterioro por el transito que existe en carreteras, por ende, conlleva a buscar nuevas técnicas de diseño de pavimento con una vida útil prolongada debido a que el pavimento flexible debe de tener un mantenimiento continuo para que su deterioro no sea perjudicial a la estructura de la base del pavimento, es por ello que se busca ejecutar obras con las técnicas de

reciclaje tratando de encontrar un mejor resultado en el ámbito técnico, ambiental y económico. La estructura civil encontrada en un pavimento flexible es más común encontrar deterioro, fallas por las deformaciones permanentes que sufre en nuestros días por la sobre carga de tránsito, el clima y otros factores que son perjudiciales para su duración, las consecuencias de ello es que su mantenimiento es más continuo para preservar su serviciabilidad.

En el Distrito de Chancay como ya se ha mencionado también ha sufrido un aumento de población como migrante y extranjeros incrementando así el índice de crecimiento poblacional actual de la zona, más aun por una inversión extranjera en la construcción de un Terminal Portuario en el Distrito de Chancay que en la actualidad ha sido concesionado por una empresa China Cosco Shipping Ports para la construcción de un Mega Puerto Multipropósito, lo cual va incrementar el comercio en exportación en nuestro distrito; por ende se necesita una buena infraestructura vial de nuestro distrito y zonas aledañas. Cabe indicar que la vía principal mencionada en el proyecto de investigación es toda la av. Roosevelt lo cual presenta un deterioro y envejecimiento por los años de construcción que presenta; es por ello que es importante aplicar una nueva técnica de pavimentado flexible utilizando la técnica del reciclado para que presente una mejor serviciabilidad para uso que se requiere; por lo mencionado esta investigación analizara los parámetros físicos mecánicos y económicos en utilizar el material que se ha fresado (reciclado de pavimento en caliente); para reutilizarlos en la conformación del nuevo pavimento y preservar sus propiedades que inicialmente cumplía el pavimentado, y a su vez sea de rehabilitación de bajo costo.

El pavimento existente será la superficie preparada para efectuar el asfaltado completo, ya antes preparadas y resistir en condición apropiada los esfuerzos trasferidos a la zona de rodadura, de la misma forma deberán resistir los diversos cambios climatológicos y las condiciones de drenaje, en conclusión, mejorar la durabilidad del pavimento en nuestras vías que se encuentran deterioradas para el mantenimiento. en la av. Roosevelt del Distrito de Chancay es uno de los ingresos principales a la ciudad por lo que se encuentra con un asfalto existente deteriorado y envejecido que presenta fallas en todo el tramo, el desarrollo de la investigación comprende toda la av. Roosevelt medida de 2.05 km del Distrito de Chancay parte norte de la ciudad.

En el Perú las autopistas son el medio de conexión más significativa en nuestro país ha habido un incremento del parque automotor, trayendo consigo el deterioro de vías por la cantidad de vehículos por eso es importante más inversiones de capital privado e inversión pública. En el Distrito de Chancay como ya se ha mencionado también ha sufrido un aumento de población de migrante y extranjeros incrementando así en relación de aumento poblacional presente de la zona, Cabe indicar que la vía principal mencionado en el proyecto de investigación es toda la av. Roosevelt lo cual presenta un deterioro y envejecimiento por los años de construcción que presenta; es por ello que es importante aplicar una nueva técnica de pavimentado flexible más aun por una inversión extranjera en la construcción de un Terminal Portuario en el Distrito de Chancay.

La formulación del problema: “En este apartado se debe explicar con claridad de qué se tratará la investigación que se desea hacer. Debe estar redactado en forma clara y coherente para que no haya lugar a dudas. En un proyecto se puede presentar el tema con una interrogante, de todos modos, es preferible hacer una exposición breve, con o sin preguntas explícitas, que muestren las ideas explicativas del tema en cuestión” (Fernández, 2008, pág. 27).

Asimismo, manifestando la problemática se define como constituir específicamente la idea de investigación. Es por ello que se debe ser claro, conciso y céntrico de la investigación en el problema, que a partir de ello se logra formular una carencia.

Problema general: De qué manera la utilización del pavimento flexible renovado mediante la técnica del reciclaje aumentará la capacidad en relación a la resistencia, productividad en la durabilidad y el porcentaje de vacíos de cemento asfáltico es mayor en el pavimento flexible reciclado con un asfalto convencional, desde una perspectiva técnico y económico en la av. Roosevelt del distrito de Chancay, Problemas específicos: De qué manera la técnica del reciclaje reusará los materiales para la recuperación de la base de rodadura del pavimento flexible De qué manera en la utilización de este método del reciclaje se aminorará los costos en la construcción de pavimentos flexibles; y estará reduciendo el impacto ambiental empleando el procedimiento del reciclamiento en la obra de pavimentos flexibles. En la justificación teórica, esta exploración es en merito a todo lo expuesto por lo que se programa la aplicación de técnica de reutilización de material reciclado que existe para el mantenimiento y reparación del pavimento, hay muchos

factores que nos ayuda a determinar las ventajas y desventajas para mejorar mediante esta aplicación la técnica de reciclado, cabe mencionar que en muchas ocasiones no es accesible el material que será manejado en el proyecto en la zona geográfico o in situ, lo cual nos demandara en mejorar el uso de aglomerantes, agregados, transporté, equipo y servicio de mano de obra, esta técnica de reciclaje nos lleva aprovechar los materiales y así mitigar los problemas ambientales y aminorar costo.

En esta investigación se basa en que hoy por hoy no se valora la importancia de la problemática de medio ambiente y referente a la parte económica resulta muy económico. Es por ello el planteamiento de esta investigación está dirigida a dar las soluciones correspondientes a la contingencia ya antes indicada, mediante la utilización de la tecnología convencionales, el estudio de la técnica de reciclaje traerá idoneidad en el proyecto requiera en lo primordial en una buena calidad de pavimento flexible para el beneficio de la población y comunidades aledañas que tengan conexión con la av. Roosevelt con el centro de ciudad del Distrito de Chancay. La presente investigación señala que la técnica de reciclamiento es adaptable a la rehabilitación y mejoramiento de los deterioros que se presente en el pavimento a manera que la derivación de los factores relacionado a su naturaleza presenta una mayor idoneidad. Por tanto, da una contribución muy necesaria a la preservación ecológica y como también reducirá en la parte económica la inversión en la rehabilitación y mejoramiento de los daños. Finalizando la investigación se podrá dar viabilidad a la técnica del reciclado como objetivo de estudio con la confiabilidad y validez planteada.

“Los objetivos tienen que ser expresado con claridad para evitar posibles desviaciones en el proceso de investigación y comprometen a ser susceptibles de alcanzarse las guías del estudio y hay que tenerlos presentes durante todo su desarrollo. Ciertamente, los objetivos que se detallen requieren ser adecuadas entre sí” (Baptista, Hernández y Fernández 2004, p. 38).

Los objetivos de la investigación radican en crear información conmensurable y demostrable, los cuales corresponden a ser despejados y así proporcione la exploración. Objetivo general: Determinar mediante esta técnica del reciclamiento como optimizará el contenido portante y su resistencia, nos resultará con durabilidad mayor y demostrar el porcentaje de vacíos de cemento asfaltico es

mayor en el pavimento flexible reciclado con el pavimento convencional y así alargar la vida útil del pavimento flexible. Objetivos específicos: Demostrar el incremento en la resistencia en la capa del asfalto reciclado reformado en la técnica del reciclaje a igualación de un asfalto convencional, Determinar si el presupuesto de un asfalto reformado por la técnica del reciclaje en cotejo de un asfalto flexible habitual. Explicar cuál son los factores que no ayuda a mitigar la afección negativa del medio ambiente en comparación con el asfaltado convencional empleando esta técnica del reciclaje

Hipótesis: “La Hipótesis es el eslabón necesario entre la teoría y la investigación que nos lleva al descubrimiento de nuevos hechos. Por tal, se debe sugerir explicación a ciertos hechos y orientar la investigación a otros” (Behar, 2008, p. 31), Por lo tanto, en esta investigación es necesario instaurar una hipótesis la cual nos sobrelleva al grado de posibilidades, que efectuada las pruebas nos proporcionará como resulta un efecto y/o consecuencia. Edificar una hipótesis es importante enlazar las variantes.

Hipótesis general: La técnica del reciclamiento optimizará el contenido portante y su resistencia, nos resultará con durabilidad mayor y demostrar el porcentaje de vacíos de cemento asfáltico es mayor en el pavimento flexible reciclado con el pavimento convencional y así alargar la vida útil del pavimento flexible; Por lo tanto, a través del empleo de esta técnica nos permitirá mayores beneficios y nos permitirá contribuir a la problemática de impacto ambiental teniendo un impacto positivo. Hipótesis específicas: El incremento en la resistencia en la capa del asfalto reciclado reformado mejorará en la técnica del reciclaje aún mejor o igual de un asfalto convencional, si el presupuesto de un asfalto reformado por la técnica del reciclaje en cotejo de un asfalto flexible habitual. Y como disminuirá los factores que nos ayuda a mitigar la afección negativa del medio ambiente en comparación con el asfaltado convencional empleando esta técnica del reciclaje y así aportar una mejora en contra la contaminación del planeta para nuestros ciudadanos.

II.MARCO TEÓRICO.

Balbín R. y Chochón V. (2019). “Diseñar la mezcla asfáltica utilizando materiales reciclados para incrementar el proceso de tratamiento mecánico del pavimento de la Autopista Canta desde el Km 90 + 000 al Km 95 + 000 - 2019, objetivo general: Diseñar una combinación asfáltica con reciclado con una perspectiva que de mejora en la práctica mecánica del asfaltado para el distancia 05 km del camino a Canta, tiene como Objetivo es de determinar la cantidad del % de cemento asfáltico de la mezcla asfáltica con reciclado necesario para perfeccionar la actuación mecánico del pavimento, y así determinar la cantidad de agregado grueso de la mezcla asfáltica del reciclado necesario para renovar el procedimiento mecánico del pavimento, Establecer la cantidad de agregado fino de la El asfalto se mezcla con materiales reciclados para completar el proceso mecánico de asfalto. Conclusión: Se relaciona con el diseño de mezclas asfálticas, incluyendo materiales reciclados, para incrementar los procedimientos mecánicos de la distancia de 05 km en la vía Canta. se identificó que la carpeta asfáltica se encuentra en mal estado al ser contrastado en el huso granulométrico de una MAC-2. 2. Dentro de la evaluación a 15 briquetas, en distintos porcentajes de cemento asfáltico, se verificó el porcentaje de cemento asfáltico que debe incrementarse: un 4.1% de adición al 3% obtenido al inicio del lavado asfáltico, sumando un total de 7.1% de cemento asfáltico requerido. La curva granulométrica existe una deficiencia de agregado grueso lo cual no cumple los husos granulométricos, la que se corrigió incrementando un 30% de agregado grueso en relación a la piedra huso 67 de 10% y al confitillo de 20%, el agregado fino presenta deficiencia y se corrige incrementando el agregado fino en un 30% la que resulta, principalmente arena de pavimento.

Para Paccori (2018), en su tesis: “Propuesta técnica de aplicación del pavimento flexible reciclado para rehabilitación vial - Pachacamac”. El Objetivos es determinar la mejora del uso en asfalto flexible reciclado en rehabilitación de vía de la av. Víctor Malásquez y los Objetivos específicos en establecer la influencia de la estimación de fallas en la propuesta técnica del pavimento flexible reciclado en rehabilitación vial. El establecer el tipo de aplicación del pavimento flexible reciclado en la rehabilitación vial como también el costo de rehabilitación de la aplicación de pavimentos flexible reciclado con respecto a una rehabilitación tradicional.

Podemos indicar que las conclusiones en la aplicación del pavimento flexible reciclado en rehabilitaciones viales permiten corregir las fallas superficiales y severas, mejorando la transportabilidad peatonal y vehicular, utilizando el 50% del asfaltado reciclado, 49% de agregado fino y 1% de cemento, una de las tipologías principales de este método de rehabilitación es que pueden llegar a tener un desempeño similar a un pavimento nuevo o al de una rehabilitación convencional.

Para Rengifo y Vargas, (2017) en su tema “Análisis comparativo entre pavimento flexible convencional y pavimento flexible reciclado en las cuadras 1 – 29 de la avenida de la Paz - San Miguel – Lima”. Su objetivo prioritario es comprobar que, en el proyecto de reposición vial desarrollado en la ciudad de Lima, el uso de pavimento flexible reciclado como opción técnica para acreditar la factibilidad técnica y económica, en sus características físicas, el antiguo camino de la AV. La Paz puede ahorrar el 40% de la piedra al mezclar nuevos pavimentos, que se pueden utilizar para mejorar la Av. Capa de asfalto. Con el fin de ahorrar dinero técnicamente, la empresa La Paz realizó pruebas de agregados finos y gruesos de acuerdo con las especificaciones técnicas del Manual de Carreteras del MTC: Especificaciones Técnicas Generales de Edificación EG-2013, y verificó los resultados obtenidos de la obra. “Mejoramiento de la carpeta asfáltica de la avenida La Paz”.

Para Chuman (2017) considero en su tema la “Reutilización de pavimento flexible envejecido mediante el empleo de una planta procesadora de mezcla asfáltica en caliente para pavimentos en Huancayo 2016” En el objetivo de tasar la reutilización del pavimento flexible avejentado a través del empleo de una planta procesadora de mezcla asfáltica en caliente para pavimentos en Huancayo 2016. Tenemos como conclusiones ejecución de una mezcla experimental con el empleo de residuos de un pavimento flexible envejecido ha sido viable su reutilización en una planta procesadora de mezcla asfáltica en caliente, con las condiciones adecuadas de un procesamiento del material, cumpliendo con las especificaciones técnicas y de calidad para un pavimento flexible.

Para Sánchez M. (2017). "Diseño y comparación del pavimento flexible mejorado por el método del reciclaje en la carretera Lima-Canta" El objetivo es establecer una rehabilitación al cotejar el pavimento flexible renovado por la técnica del

reciclaje con un asfalto convencional, tanto desde la parte económica como técnico en la carretera Lima-Canta y los objetivos específicos en comprobar de qué manera la condición de esta técnica acrecentará. En comparación con el asfalto convencional, se estudió la resistencia del asfalto renovado en el método de reciclaje; a su vez, se estudió el costo del asfalto modificado mediante el procedimiento de reciclaje en comparación con el asfalto convencional. Reconociendo que cuando el típico asfalto flexible se recicla utilizando pavimento flexible, ¿qué mejoras se han hecho a los factores que tienen un impacto negativo en el medio ambiente? Villamil (Colombia, 2017), en el libro: "Aspecto Básico del pavimento – Reciclado" como objetivo, en este tiempo los proyectos toman factores que hoy en día a los factores culturales como sociológicos que van induciendo los cambios acelerados en la manera de tener admisión en nuestro planeta e internamente dentro de las coyunturas sociales y culturales; tanto en la naturaleza como en el reciclamiento son componentes muy importante fundamentados con la globalización de la finanzas y transformación de las comunicación que han transformado los prototipos y la manera de ver el mundo ha cambiado en unos pocos años.

Para Torres (2014). "Mezclas asfálticas con reciclado de construcción y demolición para la reparación de pavimentos – Bolivia". El objetivo principal de esta investigación es alcanzar una mezcla asfáltica con los materiales reciclados de una demolición en una obra para luego ser reutilizada para reparaciones y/o bacheo de pavimentos, lo cual de esta manera nos ayuda a la contaminación de suelos no siga y así preservar el medio ambiental. Busca establecer las características de los materiales y su capacidad de mejora en su uso sea más comercial en las composiciones asfálticas y comprobar así la estimación de la resistencia mediante pruebas, comprobando la evolución del comportamiento de cada mezcla realizada, siendo comparadas con el asfaltado convencional, para disminuir la contaminación por residuos de demolición en la obra para luego realizar su comparación y evaluación del comportamiento con el asfaltado acostumbrado.

Para Méndez (2015), realizó un estudio comparativo sobre las características físicas y dinámicas de las mezclas asfálticas recicladas y mostró buen comportamiento. En este estudio se utilizó 40% de RAP con el agregado original, y según prueba de Marshall se obtuvo 3% de cemento asfáltico, en el cual se

utilizó un regenerante para obtener una estabilidad de 2200 kg / cm. A diferencia de nuestro papel, tiene algunas de las mismas propiedades que el cemento asfáltico, con una diferencia de estabilidad del 3%: 3748, que cumple con los estándares técnicos de MTC (2013). Sin embargo, el rango que debe mencionarse es de 1700 a 4000. Cuando la rigidez es mayor, puede sufrir deformaciones futuras.

Para Hernández (2014). "Evaluación del procedimiento mecánico de mezcla asfálticas empleando pavimento reciclado ligante hidráulico y líquidos asfálticos" Como objetivo en la investigación es en comprobar el procedimiento mecánico de composiciones asfálticas formadas de RAP, cemento portland y emulsiones asfálticas. Identificar el material derivado del procedimiento en el método del fresado en las rutas de Bogotá. Considerar el procedimiento mecánico de las mezclas asfálticas derivadas a través de la diversificación del contenido de cemento y agua en la mezcla. Al efectuar unos estudios de diversificación de resistencia en la mezcla asfáltica reciclada en función del contenido de cemento portland y cotejar con las mezclas usualmente utilizadas y determinadas en las normas presentes. Partiendo de la mezcla asfáltica reciclada, en elaborar las sugerencias que contengan su correcto uso en proyectos viales. se obtuvieron los ensayos adecuados para efectuar la fusión de la granulométrica RAP colocado en la fabricación asfálticas recicladas en frío, efectuándose pruebas en la mezcla bituminosa reciclada con cemento, las cantidades usadas fueron de 0%, 1%, 2%, 3% y 4%. Estimaron los parámetros de consistencia mecánica tales como flujo y estabilidad, Indirecta tensión, Inmersión – Presión, el ahuecamiento.

Restrepo S. y Stephens Z. (2015). "Estudio de las ventajas económicas reciclaje en frío in situ de pavimentos asfáltico". El objetivo fundamental es mediante la utilización del reciclaje y productos que van a servir de estabilizante para la estructura, siendo alternativas viables y de bajo costo, permitiendo la reutilización del material existente en la vía, alcanzando así mejorar la calidad del material gargarizando una estructura más duradera en el tiempo y que cumpla lo requerido en las especificaciones en el diseño; y reduciendo el costo del transporte para nuevos materiales colocar. Luego de analizar todas las alternativas dadas con o sin mantenimiento, se puede afirmar que la primera alternativa es la más adecuada por las ventajas económicas en comparación a las demás y además incluyendo el

mantenimiento permanente de las vías intervenidas. Economizando al finalizar la vida útil del 23% del costo en Medellín.

Teorías relacionadas al tema. Pavimento viene hacer una organización de diversas Las capas construidas en el lecho de la carretera pueden dispersarse y resistir el estrés causado por los automóviles y mejorar la seguridad y la comodidad del tráfico. Por lo general, consta de una banda de rodadura, una base y una capa inferior. La capa rodante es la parte superior de la acera, que puede ser de asfalto (flexible) u hormigón de cemento Portland (rígido) o adoquines, el tránsito es directamente sostenido por este mismo segmento de pavimento. Base en la capa de rodadura es la capa inferior, que soporta, transmite y distribuye las cargas producidas por la circulación de vehículos (MTC, 2013, pag.23).

Sub base, es un espesor de diseño, con una capa de material especificado y el cual resiste a la base y a la carpeta. También, se utiliza como controlador de la capilaridad del agua y capa de drenaje. Dependiendo del tipo, dimensionamiento del Marco Conceptual y diseño, Conceptos Iniciales Sistema Nacional de Inversión Pública pavimento: Pavimentos flexibles, Pavimentos semirrígidos, Pavimentos rígidos (MTC, 2013, pag.24)

Podemos indicar que la conformación de la capas de base, subbase y capa de rodadura son las capas que van a dar inicio a la construcción de un pavimento, y tomando en cuenta en la base y subbase considerar siempre el material que contengan un % de la granulometría drenante, tratada con asfalto o cemento, claro esta siempre siguiendo los parámetros establecido por las normas vigentes del Ministerio de Transporte y construcción.

“El pavimento flexible está formado por una carpeta asfáltica que soporta condiciones de clima y tránsito, hecha con una mezcla bituminosa que varía de 2 a 4 in en la parte superior de su estructura. Ésta se encarga de transmitir cargas de tránsito a todos los niveles inferiores que la conforman hasta llegar a la sub rasante o terreno natural” (Rodríguez C, Y Rodríguez J. 2004, p.18)

Para (Giordano, C y Leone, pag.3). el autor el pavimento flexible viene hacer el soporte de mezcla bituminosa cual varía entre 5 a 10 cm en la parte superior de su estructura; la cual va a recibir las cargas de tránsito en toda la superficie transmitiendo a la sub rasante del pavimento, esta carpeta asfáltica soporta los

problemas climatológicos, conformada con la base 10-30 cm, sub base 10-30 cm, sub rasante 20-50 cm. a continuación se detalla según figura 1.

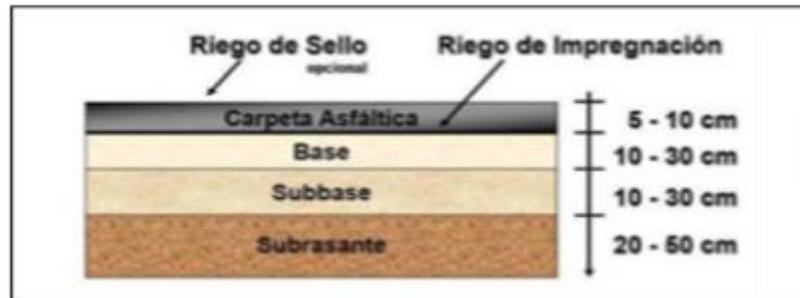


Figura 1: Corte transversal pavimento asfáltico

Definición de los pavimentos. La Norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), los puntos de vista por especificar. El usuario, siempre va a requerir una superficie que ofrezca seguridad y comodidad cuando circule sobre ella. Brinde servicios de alta calidad, brinde una forma de desempeñar un papel activo en el entorno de vida de las personas y siempre brinde una superficie lisa que no moleste al conductor. Las capas seleccionadas de varios materiales que constituyen los componentes estructurales solo soportan cargas cíclicas y las transfieren a la capa inferior en forma de disipación. Por tanto, todo pavimento corresponderá a mostrar una resistencia adecuada para resistir los esfuerzos destructivos del tráfico, externos y del agua; como la erosión y pinchazos (esfuerzo cortante) provocados por los peatones o automóviles que pasan, la carrocería se derrumba o se inclina contra La presión de los componentes es la misma. Otras condiciones necesarias para asegurar el movimiento normal de la acera son el ancho de la calzada; trazos verticales y horizontales específicos del diseño geométrico; incluso en condiciones de humedad, debe haber una adherencia adecuada entre el automóvil y el asfalto. Según el Departamento de Ingeniería, la superficie de la carretera es un componente estructural que se apoya en todo el terreno sobre una base llamada plataforma. Esta capa debe ser específica para procesos de manto con diferentes volúmenes, denominados paquetes estructurales, diseñados para resistir fuerzas externas y determinar el estado del tiempo. (Rodríguez y Rodríguez, 2009, p. 11).

Es así que los conjuntos de capa en diferentes espesores van recibir las cargas y las tensiones como consecuencia de alto tránsito, van a transferir a las capas

inferiores y encontrándose apoyada en la superficie llamada “Sub rasante” estos elementos van a contar con la resistencia necesaria para que estas estructuras aporten comodidad y seguridad al beneficio de servicio. La estructura del asfalto, que se basa en el sub grado de la pista, está diseñada para ayudar y hacer circular los esfuerzos realizados por los vehículos y, por lo tanto, mejorar la condición, mejorar el bienestar de un viaje protegido. En caso de duda, se compone de capas de sub base, base y envolvente móvil. (MTC, 2008, p. 41).

El asfalto se conforma por una reunión de capas superpuestas en la parte plana de su estructura, el desarrollo del asfalto de hecho, se hace con segmentos apropiados y se compactan razonablemente por capas. Clasificación de los pavimentos en la apropiación de asfaltos, se considera cómo los montones obtenidos de la superficie en movimiento se transfieren a la sub rasante, por lo que se realizó un estudio de investigación que evalúa que una o varias capas pueden ser sustituidas o cambiadas por varios factores, por ejemplo, el modelo cómo sustenta el sub grado, el tipo de material a utilizar, el poder del tráfico, entre otros. Pavimentos flexibles, Además, se denomina asfalto de tapa negra, se compone de una superficie móvil u organizador generalmente delicado que se basa en ciertas capas (base y sub base), y es compatible con este conjunto en el sub grado compactado, con el objetivo de que la sub base, la base y la superficie de desgaste o envolvente son partes auxiliares de este tipo de asfalto. Para el desarrollo subyacente de un asfalto, ubicamos la etapa primaria progresivamente asequible, el asfalto tiene una esperanza de vida, el asfalto tiene una expectativa de vida de entre 10 y 15 años, Asimismo presenta una reducida insuficiencia que solicita un mantenimiento intermitente y tiene el impedimento de requerir un papel de soporte para efectuar las necesidades tiempo de vida o servicio.

El pavimento flexible, también conocido como pavimento asfáltico, consta de esteras asfálticas en la superficie de apoyo, que pueden realizar pequeñas deformaciones en la capa inferior sin dañar la estructura. Luego, debajo del aglutinante están la capa base granular y la capa sub-base, que distribuirán y transmitirán la carga provocada por el tráfico. Finalmente, existen subniveles que soportan las capas mencionadas anteriormente. El pavimento flexible es más económico en su construcción inicial, y su vida útil es de entre 10 y 15 años, pero

su desventaja es que requiere un mantenimiento regular para alcanzar su vida útil. (Rodríguez y Rodríguez, 2009, p. 12).

Analizando según el autor que el pavimento asfáltico en su constitución posee una capacidad de deformarse teniendo como propósito evitar que se presente falla estructural, esta capa bituminosa mayormente se encuentra sobre el apoyo de la base y sub base, dentro de los parámetros principales son:

Resistencia estructural: El asfalto debe de resistir las cargas debidas al tránsito de tal forma que en el declive sea premioso y que se verifique el ciclo de vigor pulcro en el proyecto.

Deformabilidad. - Viene hacer el exceso de carga vehicular producirá fallas Permanentes y por ende el nivel de distorsión del asfalto se registrará siendo unas de las primeras causas de deformación.

Durabilidad. - las condiciones tolerables que presente un asfalto durante un periodo de vida prolongado va a impedir la necesidad de construcción nueva y así menor interrupción en el tránsito.

Un pavimento que tenga un período de fortaleza extensa en condiciones tolerables no nada más evita la necesidad en la obra nueva, sino además la desazón de los usuarios de la vía al quebrar el tránsito.

El costo será igual al costo de la obra original y el mantenimiento de la carretera. Además, también intervendrá la disponibilidad de materiales de alta calidad para la estructura A continuación, mencionaremos los siguientes elementos que está compuesto el asfalto:

Tabla N° 1 *Porcentaje de la composición del asfalto*

Elemento	concentración (%)
Azufre	0-6(%)
Oxigeno	0-1,5(%)
Nitrógeno	0-1(%)
Carbono	82-88(%)
Hidrogeno	8-11(%)

Fuente: elaboración Cachay

Propiedades físicas del asfalto

Para Cachay (2014) Durabilidad: El asfalto expuesto a procesos normales de degradación y envejecimiento puede abarcar la gama de su tipo original. La durabilidad puede ocasionar fallas, pues para determinar este comportamiento, todo el proceso de construcción del pavimento afecta el diseño de la mezcla, las características del agregado, la cantidad de mano de obra en la construcción de la vía y otras variables de intervención. (p. 11),

Por lo tanto, entre los diversos factores del autor, es obvio que el proceso de construcción también tiene una gran relación, por lo que no mostrarán defectos de rendimiento y características para obtener una mejor durabilidad.

Adhesión y cohesión: “La adhesión se refiere a la capacidad del asfalto para adherirse al agregado en la mezcla de pavimentación. Cohesión por otro lado, es la capacidad del asfalto de mantener firmes las partículas del agregado en el pavimento terminado” (Cachay, 2014, p., 11).

La adhesión es la interacción para fijarse al agregado en la mezcla del pavimento y la cohesión es la compenetración del agregado en un asfaltado culminado.

Susceptibilidad a la temperatura: “La importancia de la temperatura en el asfalto es que a mayor temperatura es menos viscoso y a menor temperatura es más viscoso por ello se le denomina susceptibilidad a la temperatura” (Cachay, 2014, p. 11).

Asimismo, consideran que para el agregado durante el proceso de mezcla las temperaturas altas se mantienen la fluidez y así poder cubrir mejor los agregados y tener una mayor trabajabilidad en el proceso del compactado del asfalto volviéndose lo bastante adherente pero ya en temperatura aceptada el material pueda prestar un excelente servicio

En vista de su consistencia total a 60 ° C, se recomienda caracterizar su viscosidad por el siguiente método: ASTM D-3381 (clasificación estándar de grados de viscosidad del cemento asfáltico utilizado para pavimentación).

Purezas: “El cemento asfáltico está constituido en su mayor parte por bitumen, es un material totalmente soluble en bisulfuro de carbono. Aproximadamente el 99.5% de los asfaltos refinados son solubles en bisulfuro de carbono y si contienen impurezas estas son inertes”. Consiguientemente, Existen muchos métodos para el cemento asfáltico. Características de penetración, en línea con la norma ASTM D-946 (Urrego, 2016, p. 34).

Tabla N° 2: *Clasificación Estándar por Grado de Penetración.*

40 – 50
60 – 70
85 – 100
120 – 150

Fuente: elaborado por Urrego

Los pavimentos - comportamiento estructural: El comportamiento estructural de la carretera frente a cargas externas variará en función de las capas que la componen. La principal diferencia entre el comportamiento de un pavimento flexible y un pavimento rígido es la forma en que se distribuye la carga [...] Los factores que afectan el desempeño del pavimento son el tipo de carga que se le aplica y la velocidad de terminación. El hecho de que el pavimento esté sometido a cargas en movimiento y la carga aplicada sea repetitiva afectará a la resistencia de la capa de pavimento relativamente rígida, por lo que este efecto se da en el caso de un pavimento flexible, especialmente en un pavimento flexible. Carpeta y base estable. (Leguía y Pacheco, 2016, p. 28).

Según los autores el comportamiento estructural del pavimento trayendo los elementos las cargas y su constitución, mediante ello se conseguirá establecer el tipo de pavimento que deberá ser tomado en cuenta sus funciones que corresponderá desempeñar con los parámetros por lo cual se construyó.

(ver figura 2) Ciclo de vida de los pavimentos – Mantenimiento y Rehabilitación

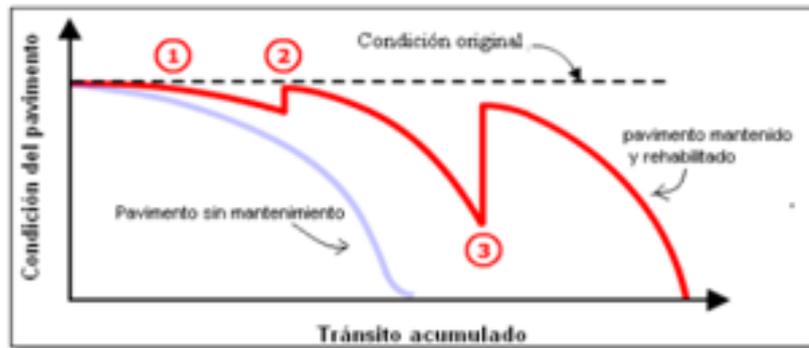


Figura 2. Mantenimiento y Rehabilitación

En la figura n°3, se puede apreciar primeramente la representación de colores de color gris y rojo, por lo que se muestra las deformaciones que sufre el pavimento, a continuación, lo siguiente: Primer punto: Realizar los trabajos de mantenimiento para que este no sufra deterioro en corto plazo, Segundo punto: La rehabilitación del pavimento flexible se efectúa mediante su restauración. Tercer punto: se procede a intervenir por lo que rehabilitar y restaurar llevándolo a una condición inicial.

Después de la finalización del proyecto de pavimento, comenzó a deteriorarse. Creían que la vida útil del pavimento internamente se desarrolló en las siguientes etapas:

Fase de Consolidación: Se inició después de la etapa anterior, que pertenece a la vida de la acera. Cuando ocurre la fase de consolidación, cada carga provoca una deformación permanente, y luego tiende a transformarse en una deformación de tipo elástico temporal y recuperación instantánea. Cada rueda provocará un movimiento vertical descendente (deformación) y volverá a su estado original después de pasar el vehículo. (Rebote). La vida útil de la calzada depende de esta etapa y de su duración, que está estrechamente relacionada con la posible deformación de la calzada.

Fase de Fatiga: Esta es la etapa final de la vida estructural. La deflexión provocada por el paso continuo de las ruedas del vehículo provocará un esfuerzo de tracción en el revestimiento asfáltico, que se acumulará a partir de la fase elástica y no comenzará a colapsar hasta que la capa se rompa por fatiga después del paso de un cierto número de vehículos. Poco a poco la transición, en realidad debe

reconstruirse. La falla por fatiga comienza con la aparición de grietas longitudinales. Con el tiempo, el uso repetido del tráfico (como la penetración de agua superficial en el pavimento) hará que la estructura colapse y haga que el pavimento sea útil al final de su vida útil. (Leguía y Pacheco, 2015, p.31).

Por lo consiguiente, tenemos un pavimento que presenta las tres fases ya mencionada, teniendo como en la fase de fatiga el deterioro que sufre dicho pavimento, por tanto, es aquí cuando se puede aplicar la técnica del reciclaje para su rehabilitación y reparación.

Evaluación del pavimento La evaluación del pavimento incluye un estudio que describe la estructura y el estado del pavimento para que se puedan tomar las medidas de mantenimiento y mantenimiento adecuadas para evaluar el pavimento. El objetivo es alargar la vida útil de las aceras, en este sentido es de vital importancia elegir y realizar una valoración objetiva en función del entorno en el que se ubica. (Leguía y Pacheco, 2016, p. 23).

Asimismo, la conservación y mantenimiento del asfaltado es muy importante porque nos va a permitir conocer el deterioro y como realizar una restauración, y así extender la duración del asfaltado.

La evaluación de la superficie de la calzada es muy importante, ya que puede comprender el deterioro en la superficie en el tiempo, e implementar las medidas correctivas adecuadas de esta manera, de manera que se logre el propósito de brindar a los usuarios la mejor mantenibilidad. Mediante evaluaciones periódicas de las aceras, se puede predecir el nivel de vida de la red o el proyecto. La evaluación de aceras también puede optimizar los costos de reparación, ya que, si el deterioro se resuelve antes, se prolongará su vida útil, evitando grandes inversiones futuras (Leguía y pacheco, 2016, p.35).

Asimismo, la conservación y mantenimiento del asfaltado es muy importante porque nos va a permitir a conocer el deterioro y como realizar una restauración y así extender la duración del asfaltado.

La evaluación de la superficie de la calzada es muy importante, ya que puede comprender el deterioro en la superficie en el tiempo, e implementar las medidas correctivas adecuadas de esta manera, de manera que se logre el propósito de brindar a los usuarios la mejor mantenibilidad. Mediante evaluaciones periódicas de las aceras, se puede predecir el nivel de vida de la red o el proyecto. La

evaluación de aceras también puede optimizar los costos de reparación, ya que, si el deterioro se resuelve antes, se prolongará su vida útil, evitando grandes inversiones futuras. (Leguía y Pacheco, 2016, p.35)

Según este autor logramos mencionar que la estimación de pavimento se usa como un medidor preventivo, así mitigar los daños graves en el pavimento si se modifica o se detecta de forma anticipada el daño así se evitaría en un posterior futuro un mayor gasto en la rehabilitación del pavimento.

Objetividad. - En evaluación de pavimentos [...] Se requiere personal realmente bien capacitado para realizar la evaluación; de lo contrario, estas pruebas pueden perder credibilidad con el tiempo y no se pueden comparar. Además, es importante elegir un modelo de evaluación estandarizado para que se pueda decir que se produce una estimación verdaderamente objetiva. (Medina y De La Cruz, 2015, p.47).

La objetividad como característica y requisitos en la evaluación de pavimento va a dar como efectos trascendentales, siendo la información actualizada y confiable se determinará qué medidas ayudaran hacia la reforma del pavimento en caso que presente deterioro.

La Adherencia – Evaluación: La adherencia de los neumáticos a la carretera nos permite reducir la distancia de frenado, para mantener siempre la trayectoria ideal del vehículo, estas son las características de la superficie del pavimento, que a menudo afectan la seguridad del conductor. En este caso, el parámetro de seguridad es que la textura se puede considerar determinando el coeficiente de fricción utilizando el "Laboratorio de Investigación en Transporte" (TRL) o el péndulo de fricción del péndulo inglés. La macro textura se determina mediante la prueba de la mancha de arena, que utiliza un accesorio de goma para esparcir arena de un volumen conocido en la carretera de manera circular, y luego evaluar la altura de la arena (HS) para promediar en un círculo definido. (Medina y De La Cruz, 2015, p.75).

Mediante la adherencia es una característica del asfalto que es primordial porque nos ayudará a prevenir los riesgos al usuario y favorecerá a la calma del automovilista.

Evaluación estructural: Se dividen en dos tipos: pruebas destructivas y pruebas no destructivas. En la prueba destructiva más famosa, existen fosas que nos permiten obtener una imagen visual de la capa estructural expuesta a través de las paredes de la estructura y realizar pruebas de densidad "in situ". Estas determinaciones coinciden en obtener el estado actual del contorno a través de las verdaderas propiedades de los materiales que constituyen el contorno [...]. Por otro lado, los trabajos de excavación se pueden realizar con la ayuda de equipos de dibujo, muestreo. En comparación con las estaciones de reparación, esta alternativa es más simple, más barata, más rápida y reduce las interrupciones del tráfico. De manera desventajosa, debido a razones de espacio, la determinación de la densidad no se puede realizar "in situ". (Montalvo, 2015, p.67).

Proporción al nivel de comprensión requerido en el concepto de acera, la evaluación estructural será excelente, para conocer el estado actual que se encuentra el mismo y poder establecer los problemas mostrados y emplear las medidas correctivas.

Mantenimiento de las categorías: Se divide en mantenimiento rutinario, que es el alcance de todas estas medidas para mantenerlo de normal a buen estado, y estas medidas se realizan una vez al año. También incluye proyectos de mantenimiento de carreteras dirigidos a la reparación de elementos secundarios dañados, deteriorados o destruidos, tales como barandillas de puentes, señales verticales y horizontales, obras de drenaje secundario, muros de contención y actividades relacionadas (Balbín, 2013, p. 35).

El mantenimiento regular incluye trabajos de mantenimiento de carreteras, que se repetirán durante más de un año para mantener la carretera en un nivel de servicio normal a bueno. El trabajo de mantenimiento regular incluye: tratamiento especial, como el reciclaje de aceras existentes. El mantenimiento preventivo incluye actividades y trabajos de mantenimiento diseñados para evitar que ocurran fallas en las carreteras. Tratar la superficie de la acera existente con suficiente capacidad de carga estructural para mantener su estructura y extender su vida útil sin aumentar su valor estructural. (Balbín, 2013, p. 35).

Estos tipos de mantenimiento son tres, corresponderían aplicar de acuerdo al propósito de informar o equilibrar deterioro al pavimento, el uso de unos de ello no va a prescindir del otro.

Pavimento semirrígido, un pavimento semirrígido o compuesto este tipo de pavimento es mixto, es decir, pavimento flexible y pavimento rígido, en este procedimiento es muy usado lo cual comprende Una capa base tratada con hormigón o cemento Portland combinada con una superficie de trabajo de hormigón asfáltico; este sistema suele tener una capa rígida debajo y una capa flexible en la parte superior. Con la ayuda de aglomerante hidráulico (cemento Portland) para estabilizar el suelo, se pueden obtener materiales con suficiente capacidad de carga para construir la capa de cimentación en carreteras con cargas pesadas como camiones o aviones. (Civilgeeks, 2004, p.11,12)

Este tipo de pavimento es llamado pavimento mixto o híbrido por lo que está compuesto por ambos tipos de pavimento tanto como flexible y rígido; está conformada mayormente por una capa rígida que está por debajo y la capa flexible por arriba, debido a que el concreto presenta mayor estabilidad y soporte de las cargas altas como en los aeropuertos el uso de aviones o camiones, en lo concerniente de lo económico es de costo elevado su mantenimiento, cuando llega la falla la base.

Pavimento rígido: Este pavimento de concreto, está compuesto de cemento hidratado y material granular. Está compuesto por una capa de losa de concreto que varía de 4 a 7 pulgadas aproximado. Su función es de transmitir el peso producida por el tránsito en las dos fases en la estructura: la base y la sub rasante “El pavimento rígido se compone de losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presenta un armado de acero, tiene un costo inicial más elevado que el flexible, su periodo de vida varía entre 20 y 40 años; el mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa (comúnmente) en las juntas de las losas.” (Rodríguez, C. y Rodríguez, J, 2004, p.17).

(ver Figura 03) La estructura del pavimento rígido

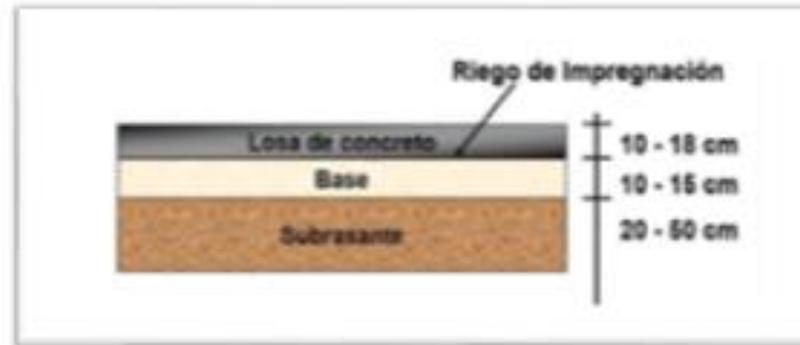


Figura 3. El corte transversal de un pavimento rígido

El pavimento rígido está compuesto por un plano de rodadura, base, terreno de fundación o sub rasante, La estructura del pavimento rígido presenta en la losa de concreto 10-18 cm, base 1.-15 cm, sub rasante 20-60 cm. (Giordano y Leone, p.4)

Técnica del reciclaje: Reciclaje de la superficie de la carretera flexible: El reciclaje de la superficie de la carretera es una tecnología de construcción de carreteras, que incluye el tratamiento de la superficie de la carretera existente o deteriorada, que se puede utilizar como refuerzo estructural o superficie de trabajo. El programa se caracteriza por un bajo costo de construcción. (Sánchez, 2009, p. 15).

Mediante esta técnica de rehabilitación de pavimento vendría hacer el reciclaje, es la reutilización del asfalto como material que usaron originales, con esta técnica se logra la disminución económica del pavimento.

Especifican que: “El reciclado es una nueva alternativa técnica de rehabilitación de pavimentos, que consiste en la reutilización de los materiales en servicio, los que han perdido en gran parte sus propiedades iniciales y cuyas características se desean mejorar” (Rodríguez y Rodríguez, 2006, p.38).

Esta alternativa al ser aprovechada el método de reparación del pavimento, va a presentar un resultado óptimo, dividiéndose en tres tipos:

En el caso de que el daño del pavimento no se atribuya a defectos estructurales, la recuperación superficial se refiere a reparaciones mediante reprocesamiento del área del pavimento, y el defecto de espesor no suele ser superior a 2,5 cm.

Reciclaje en el sitio (en el sitio), este tipo de reciclaje se designa como la reutilización y descomposición de carpetas de asfalto y como parte de la base

granular en el pavimento existente. El proceso se puede realizar en frío o en caliente para que coincida con el tipo de falla intentada.

(ver figura 4) In situ: Los equipos que utilizan en el asfalto en frío (Galvis W. p.9)



Figura 4: Equipos de asfalto.

(ver figura 5) In situ: equipo de asfalto en caliente (Galvis W. p.9)



Figura 5. Equipos de asfalto.

Reciclaje en planta. - El proceso de recuperación de materiales de capas asfálticas rayadas y / o productos base granular en carreteras antiguas luego de transportarlos y mezclarlos en una fábrica central para obtener nueva mezcla asfáltica caliente. Almohadillas de rodadura o a base de asfalto. Este tipo de recuperación se ocupa de fallas profundas y superficiales. (Sánchez, 2009, p. 16,18).

(Ver figura 6) En Planta: En frío planta de asfalto (Galvis W. p.9).



Figura 6. Planta de asfalto

(Ver figura 7) En Planta: En caliente (Galvis, W, p.9)



Figura 7: Planta de asfalto.

Ya adquiriendo sus características y dependiendo el grado del daño del pavimento se aplicará el tipo de reciclado de pavimento que se ajuste y acomode a la necesidad.

“Para el reciclado de pavimentos se sugiere las siguientes consideraciones: Estos materiales procedentes de la mezcla asfáltica de la carpeta asfáltica y demás agregados de la base y sub-base del pavimento existente son sometidos a ensayos y bajo los parámetros especificados se determina la mezcla reciclada y demás cantidades y calidades de materiales nuevos a agregar a los existentes para conformar lo que será el pavimento reciclado”. (Balvín, 2013, p.89).

Los ensayos efectuados en la mezcla que contiene el asfalto reciclado que conforma la carpeta asfáltica se ciñen a los parámetros y especificaciones con los cuales se obtendrá la nueva mezcla rejuvenecida.

Comparación reciclada en planta vs in situ

- Reciclado en planta: El material debe ser transportado, Un mejor producto final más la suma de los materiales originales, la acumulación de materiales en el sedimento, el tipo de material puede requerir más pruebas. Respecto a la cantidad en los materiales pueden ser variadas, El uso y almacenaje de material puede ser cuando sea necesario.

Reciclado in situ. - Un menor tiempo en la utilización de material en campo, La tecnología avanzada permite mayores avances, El material se puede reutilizar y acumular, Menor gastos en transporte, El volumen puede ser hasta 40 cm, La trabajabilidad es más limpia y no perjudica el medio ambiente, Tráfico es inmediato, En esta comparación podemos visualizar que el reciclado in situ vs en planta según las necesidades que se presente en la rehabilitación del pavimento, (Galvis, 2010, p.5).

“Pasos para el reciclado evaluación del pavimento existente, Verificación visual (fallas, drenajes, tránsito, clima), Investigación del estado del pavimento, mediante calicatas (perfilómetro láser, y diamantinas; Verificación de espesores para determinar sectores homogéneos, diferentes diseños. Hasta 40 cm; Verificación del estado de la subrasante, ensayos de capacidad de soporte CBR, límites, humedad, granulometría; Tomar muestras de material pulverizado por la máquina con el fin de lograr granulometrías reales para procesar diversos diseños de mezcla, variando la proporción de agua y asfalto” (Galvis, 2010, p.11)

Por lo tanto, en los pasos para el reciclaje tenemos que tener en cuenta verificación visual, investigación del pavimento y la verificación de espesores para determinar los sectores homogéneos, el CBR y la granulometría con estos estudios indicados podremos determinar su atomicidad del asfalto para que sea reutilizado.

Ventajas del reciclaje de pavimentos son: Facilita el incremento del pavimento existente en la parte estructural, Accede al uso de refinada técnica de registro de calidad, Es adaptable al procedimiento de todos los problemas que aquejan a la capacidad de resistencia del pavimento, Todo el exceso de materiales de residuos de asfalto, la proporción de material de cantera más pequeña y el uso de descarga más pequeña pueden eliminar fácilmente las grietas reflejadas, corrigiendo así el refinamiento del diseño incierto de la mezcla de asfalto existente. Esto demuestra que los trabajos de mantenimiento y refuerzo estructural se reducen económicamente. Puede especificar materiales viales, efectos de mantenimiento de energía y gestión vial mínima para la carga de materiales viales. Permite el uso de modificadores y regenerantes de cemento asfáltico, alargando así la vida del comportamiento viscoelástico del pavimento y obteniendo el mínimo impacto ambiental. (Rodríguez y Rodríguez, 2006, p.39).

Estas referencias a las diferentes ventajas señalan que las mejorías serían encaminadas en la reconstrucción del asfalto de modo eficientemente mínimo costos de inversión y el objeto de estudio en la actual investigación con esta presente técnica de reciclaje. Pavimentar la superficie de la carretera con mezcla asfáltica reciclada en caliente; este trabajo consiste en la construcción de una o más capas asfálticas utilizando mezclas asfálticas producidas en plantas térmicas, reutilizando materiales en las capas asfálticas antiguas, agregando nuevos materiales y (si aplica) agentes regeneradores y Otros aditivos, la finalidad es cumplir con las especificaciones técnicas correspondientes a la aprobación del proyecto, (MTC, 2013, p.755).

El proceso de reciclar asfalto consiste en reutilizar los materiales provenientes de carpetas asfálticas viejas, oxidadas, ya utilizadas (antigua), este proceso se logrará formar una adición de porcentajes de materia prima virgen y la utilización de aditivos rejuvenecedor u otros aditivos, permitiéndonos cumplir con las normas establecidas que se tienen en la actualidad.

Materiales: Agregados de piedra triturada y cargas minerales Los agregados de piedra triturada utilizados para procesar mezclas recicladas provendrán de dos fuentes: piedra triturada recuperada de la acera y materiales suplementarios necesarios para corregir el grado y asegurar la calidad de la mezcla. Adición de árido de piedra: La adición de árido de piedra corresponderá a los tipos que se muestran en la Tabla 3 y la Tabla 4. Se promete aprobar el material obtenido de la mezcla de árido recuperado de carreteras, y la dosificación se determina estableciendo una fórmula. Todos los proyectos, incluidos los rellenos minerales necesarios, deben cumplir con todas las obligaciones exigidas. Por lo tanto, se recomienda que las propiedades mineralógicas del árido sean similares a las del árido a reciclar, para evitar la diferencia de adherencia entre el material asfáltico y cada componente. (MTC, 2013, p. 755).

Tabla 3: *Requerimiento agregados grueso de adición en mezcla reciclada en caliente MTC, 2013, p.756 (436-01)*

	Ensayo	Requerimiento según tipo de tráfico (millones de ejes equivalentes)		
		≤ 0,3	≥ 0,3 =3	≥ 3
Desgaste de Los Angeles	MTC E 207	25% max	25% max	25% max
Desgaste Micro - Deval	ASTM D 7428		25% max	20% max
10% de Finos (KN)	Seco			110 min.
	Relacion Humedo/s eco	B5 B12 Part 110		75 % min.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	18% max.	18% max	18% max.
Partículas fracturadas mecánicamente (agregados grueso) % mínimo 1cara/2 caras)	MTC E 210	75/...	75/60	85/70
Coefficiente de resistencia de deslizamiento	ASTM E 303	0.45 min.	0.45 min.	0.45 min
Partículas chatas y alargadas	ASTM D 4791	10% max.	10% max	10% max.

Fuente 3. según normas del MTC, 2013

Tabla 4. *Requerimiento agregado finos de adición en mezcla reciclada en caliente, según normas MTC, 2013, p.756 (436-02)*

	Ensayo	Requerimiento según tipo de tráfico (millones de ejes equivalentes)		
		≤ 0,3	≥ 0,3 =3	≥ 3
Durabilidad (al sulfato de magnesio)	MTC E 209	25% max	25% max.	25% max
Angularidad	ASTM D 1252	40% min.	45% min.	45% min.
Índice de plasticidad	MTC E 111	N.P.	N.P.	N.P.
Equivalente de arena	MTC E 114	50% min.	50% min.	50% min.
Sales Solubles totales	MTC E 219	0,5 %max.	0,5% max	0,5% max.

Fuente 4: Según normas del MTC, 2013

Luego que la empresa constructora garante de los materiales que provea en el cumplimiento de la obra comprometerá efectuar los ensayos convenientes para restablecer la calidad e inalterabilidad de los materiales pétreos por utilizar, muy autónomo de los que se exige en estas especificaciones técnica del proyecto.

La piedra utilizada para la construcción de asfalto caliente debe tener un entorno tal que cuando se aplica una capa de material asfáltico, la acción combinada del agua y el tráfico no la dañe. Por lo tanto, solo cuando se agrega un agregado con buena hidrofilia para promover una adhesión satisfactoria con el asfalto, se puede usar un agregado con hidrofilia

Para el agregado total, el equivalente de arena estandarizada es al menos el 50%, en definitiva, la composición de las diferentes partes (incluidos los rellenos minerales), la cantidad final en la fórmula de trabajo y antes de pasar por el secador del equipo de mezcla.

No se alcanza el valor mínimo, el agregado medido en las mismas condiciones (calculado por arena equivalente) no supera el 40%, y se determina en paralelo como el valor de azul de metileno de la norma AASHTO TP 57, y el valor final es menor a 8.

El agregado fino se procederá a la trituración en su totalidad de piedra de cantera, como también de cantera de arena natural. Este agregado no logrará exceder del 15% de aglomeración total de agregado mezclado, cuando el proyecto sea de pavimentación de alto tránsito vehicular y que se exceda el 25% en vías de tránsito menores, cabe de resaltar que la proporción de agregado fino triturado no logrará exceder la del agregado fino molido.

La carga mineral podrá separarse de los áridos pétreos y separarse de los áridos pétreos mediante el separador ciclónico del dispositivo mezclador, de modo que se facilite la mezcla como productos preparados para este fin. La proporción de cargas minerales será la contribución más pequeña, la contribución adecuada en la Tabla 5, excepto aquellas que inevitablemente se adherirán al agregado. Este último no superará el 2% de la aglomeración de la mezcla, es importante que el supervisor acredite que se realiza en las mismas condiciones que la adición. (MTC, 2013, p. 757).

Los agregados deberán cumplir con los estudios respectivos y sobre todo cumpliendo sus características sin sufrir ninguna alteración, a continuación, mostramos los porcentajes que deberá de tener para su mezcla.

Tabla 5. Proporción de polvo mineral de aporte % en masa de polvo mineral total, excluido de adherido a los agregados, según normas MTC, 2013, p. 758.

Tipo de Capa	Requerimiento según tipo de tráfico (millones de ejes equivalentes)	
	> 0,3 - 3	> 3
Rodadura	≥ 25	≥ 50
Intermedia	≥ 25	≥ 50
Base	---	≥ 25

Fuente: según normas del MTC, 2013

En cuanto al tamaño de partícula del agregado obtenido por la mezcla de diferentes partes (incluidas las cargas minerales), debe incluirse en una zona de unión en la Tabla 06. Para advertir de la segregación y asegurar el grado requerido de compactación y resistencia. De acuerdo con esta especificación, el material producido por el fabricante debe producir una curva de tamaño de partícula similar, perceptiblemente paralela al final de la tira a utilizar, sin caer repentinamente del tamiz. La parte superior del salto a la parte inferior del tamiz adyacente, y viceversa. (MTC,2013, p. 758).

Tabla 6. Franjas granulométricas para mezclas asfálticas en caliente (MAC), según normas MTC, 2013, p.759

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC -1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100	-	-
19,0 mm (3/4")	80-100	100	-
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	-
9,5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm (N.° 4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N.° 10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N.° 40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N.° 80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N.° 200)	4-8	4-8	5-10

Fuente: según normas del MTC, 2013

Recuperar áridos de la vieja capa de asfalto. -El agregado obtenido al separar la capa asfáltica existente no debe presentar signos de intemperie y su calidad debe ser similar a la requerida para la adición de agregado. No está permitido utilizar materiales recuperados de la capa asfáltica que no provoquen deterioro o deformación del tipo asfáltico de exudación plástica. Se debe considerar que los materiales a reciclar deben ser homogéneos, libres de contaminantes y diferenciados, si es necesario, deben ser sometidos al proceso de trituración previa. (MTC,2013, p.759)

Los agregados conseguidos del procedimiento del fresado deben de cumplir con la propiedad requerida en las especificaciones, se debe de tener en cuenta que el material recuperado no deberá ser usado si ha presentado un antecedente de deformación el cual el material no regresa a su estado original o que presente exudación, el material deberá ser uniforme.

Material bituminoso: De acuerdo con el diseño aprobado, los materiales asfálticos también tendrán dos fuentes: una está en la mezcla para reciclar y la otra debe agregarse para asegurar la calidad de la mezcla. Alimentación de asfalto. -El material asfáltico de la permeabilidad indicada por el diseño podrá corresponder al indicado o al que determine la especificación especial del proyecto.

Material de asfalto en la mezcla a reciclar El material de asfalto de la capa de asfalto vieja debe poder mezclarse uniformemente con el material de asfalto agregado para lograr el propósito de agregar un regenerante cuando sea necesario. Propiedades similares a un cemento asfáltico.

Agente de rejuvenecimiento de la piel. -Si se necesita un regenerante, trátelo como un material orgánico cuyas propiedades químicas y físicas pueden devolver las condiciones necesarias para un buen desempeño de la nueva mezcla determinada por el diseño aprobado al asfalto envejecido. La dosis y la dispersión uniforme del agente de rejuvenecimiento deben seguir las recomendaciones del fabricante y ser aprobadas por el supervisor.

Aditivos mejoradores de adherencia.- Para el conjunto de los agregados de adición, se pedirá el requisito de adhesividad obtenido mediante el ensayo de resistencia conservada en tracción indirecta con un valor del 80 % como mínimo; en caso que estos requisitos no sean satisfechos, no se admitirá el empleo de agregado pétreo, salvo que se junte a un producto mejorador de adherencia, de calidad reconocida,

en la proporción necesaria para satisfacerlos, la cual corresponderá ser aprobada por el Supervisor.

Los aditivos a emplear deberán ser propuestos y suministrados por el Contratista. Los agregados pétreos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que se puedan dar en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del pavimento, o contaminar corrientes de agua. (MTC, 2013, p. 760).

La trabajabilidad del material bituminoso de la carpeta envejecida tendrá que ser apta para permitir al material nuevo y al agente rejuvenecedor, presentar una buena adición en el proceso de mezcla para que constituya un diseño de mezcla aceptado; para mejorar la adherencia tenemos que contar con activadores de adhesión para que no se active la degradación de una mezcla bituminosa y así detener el debilitamiento y desprendimiento en el área de la capa de rodadura el agregado.

La cal viva vendría hacer un químico que presenta dentro de sus características ambas cargas, como el calcio que vendría hacer potentemente efectivo y el grupo OH es potentemente dañino la mezcla de uno y otros componentes van a formar un polvo fino los cuales un asfalto lo necesita para formar la impermeable permitiendo así que no haya un aumento de viscosidad permitiendo una alta durabilidad en la vida útil de asfalto, este adiciona al material fino, el cual es muy factible en una mezcla asfáltica nueva.

Principales fallas en los pavimentos flexibles: En una obra se localizan en actividad que consigue a deformarse poco a poco y ejemplar varias etapas de deterioro a lo extenso de los años. La fragilidad a la iniciación es considerable, aunque incrementan con el pasar del período hasta que precipitan los deterioros de la vía, de manera que va a requerir una conservación o preservación habitual, para avalar su continuidad y dar una prestación sea satisfactoria.

Agrietamiento piel de cocodrilo: "Fisuras en la carpeta asfáltica formando polígonos gasta de 20 centímetros de amplitud todo el conjunto se asemeja a la piel de cocodrilo, las posibles causas ineficiente soporte en la base de la estructura del pavimento" Figura N°08. (MTC, 2013, p. 135-137).



Figura 8. Elaboración propia - Falla piel de cocodrillo

Grietas transversales: “Son las fallas transversales que están perpendicular al eje del pavimento dividiendo la misma en dos planos, las posibles causas excesiva repetición de cargas pesadas (fatiga) y también excesiva relación longitudinal o ancho de la losa” Figura N° 09. (MTC, 2013, p. 150-1)



Figura 9. Elaboración propia - Fallas transversales

Ondulaciones Esta falla se diferencia por lo que presenta ondas, utilización de agregados variables o además una demasiada humedad en la sub rasante, en el área de la vía, usualmente son mínimas a 1 m. entre altitudes, los probables daños son una deficiente dosis de pavimento, por la pérdida de estabilización en la combinación, como indicamos en la *Figura 10*.



Figura 10. Elaboración propia - Ondulación

Baches, “Se dan por la desintegración de la carpeta asfáltica y por la inadecuada colocación de los materiales de las capas inferiores. También por la mala e inadecuada intervención de grietas existentes” *Figura 11.* (MTC, 2013, p. 151).



Figura 11. Elaboración propia - Baches

Definición del PCI: “Es un índice numérico, que presenta variaciones de 0 para pavimentos deteriorado, a 100 para los asfaltos en óptimas condiciones. El procesamiento de datos del PCI es establecido en las resultados de una observación visual de la zona en la cual el tipo de anomalía, severidad y cantidad son identificados. El PCI fue desarrollado para proporcionar un índice de la integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie. La información de anomalías derivada como la parte del estudio del estado de PCI provee una visión de las causas de anomalía, y si es relativo a la carga o al clima [...]. Para superar este problema, “los valores deducidos” se implantaron como un tipo de factor clave para indicar el grado de resultado que cada composición de tipo de

anomalía, nivel de severidad y la densidad de anomalía tiene la condición del pavimento” (Civilk, 2004, pág. 380,381)

El PCI es una evaluación visual para determinar el rango de deterioro de la parte estructural de pavimento y el estado operacional del área, la categoría de deterioro del pavimento es una situación de tipo anomalía, drástica anomalía es muy importante para establecer el PCI la unidad de pavimento, inicialmente se comparte en sección componentes de inspección” Unidades de Prueba”.

Para Los equipos requeridos para el reciclado del pavimento asfáltico en caliente es el mismo que se utiliza para el pavimento de concreto asfáltico en caliente según normas.

“La planta asfáltica deberá estar debidamente acondicionada para el reciclado del pavimento en caliente, de manera que el asfalto recuperado, el asfalto nuevo y de ser el caso los agentes rejuvenecedores no se vean sobrecalentados, ni sufran deterioro. Las plantas del tipo tambor secador-mezclador, en las que el flujo de los agregados coincide con el tiro del humo, no se podrán emplear si la mezcla por reciclar constituye más del 25% de la nueva mezcla. Entre las plantas del tipo tambor secador-mezclador se emplearán de preferencia aquellas en las que el flujo de agregados va en contra del tiro del humo o las que tengan doble tambor, que eviten la exposición directa a la llama del material por reciclar. [...]. Los gases producidos en el calentamiento de éste, deberán ser recogidos y quemados durante el proceso de elaboración de la mezcla, evitándose su emisión a la atmósfera. Además, estas plantas deberán estar provistas de silos para almacenar en caliente el material por reciclar y un sistema de dosificación por peso de dicho material” (MTC. 2013, p. 761)

La planta a utilizar en esta elaboración de la nueva mezcla se habrá de tener en cuenta todas las medidas indicadas según normativas, permitiendo un buen proceso de ebullición del material nuevo con el material envejecido y si fuera el caso necesario el rejuvenecedor, cabe indicar que el porcentaje del material reciclado no exceda de 25 %, tomar en consideración que los gases emitidos del proceso no salgan directamente a la atmósfera respetando los parámetros indicados en la autorización de estudio de impacto ambiental del proyecto.

Preparación en la zona existente: Antes de comenzar a fresar, el área del asfalto corresponderá hallar limpia, interviniendo con las labores de soplado y barrido.

“El fresado se ejecutará sobre el área y el grosor que indique el Proyecto o apruebe el Supervisor, a temperatura ambiente y sin adición de solventes u otros productos ablandadores que puedan afectar la granulometría de los agregados o las propiedades del asfalto existente. El material extraído como resultado del fresado, deberá ser transportado y acopiado en los lugares que indique el Proyecto o que establezca el Supervisor y será propiedad de la entidad contratante. [...] Durante la manipulación del material fresado, se deberá evitar su contaminación con suelos u otros materiales extraños. En proximidades de sardineles y en otros sitios inaccesibles al equipo de fresado, el pavimento se deberá remover empleando otros métodos aprobados por el Supervisor” (MTC, 2013, p. 748).

Según MTC, indica que los trabajo de fresado se deberá de realizar sin necesidad de aplicarle en la superficie a trabajar otro tipo de aditamento ablandadores que perjudiquen a su función de granulometría del producto, es importante recalcar que los materiales a procesar nuevamente no deberán de ser material que ha sido colocado recientemente y ha sido reciclado por que ya existe fallas de adhesión del producto, la cual no cumpliría con los estipulado la zona de trabajo deberá de estar sin ningún tipo de material ajeno al proceso, todas estas actividades deberán ser autorizada por el supervisor, el grosor del fresado respecto al proyecto nos permitirá una permisividad de las niveles de la zona de trabajo, hasta de 0.19685 pulgadas equivalente a 5 m.m. el contratista debería asumir los tramos que llegará a superar la tolerancia mediante procedimiento adicionales, será siempre bajo el consentimiento del supervisor.

“Rugosidad Cuando sobre la superficie fresada se vaya a construir un tratamiento superficial, mortero asfáltico o carpeta asfáltica, se comprobará previamente el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) en toda la longitud fresada. Para la determinación de la rugosidad podrán utilizarse métodos topográficos, rugosímetros, perfilómetros [...], realizándose la medición de la rugosidad sobre la superficie de rodadura terminada, en toda su longitud y debe involucrar ambas huellas por tramos de 5 km, en los cuales las obras existan concluidas, reconociendo mediciones cada 100 m.” (MTC, 2013, p. 7749,750).

Las irregularidades de la superficie de un pavimento luego de haber concluido con el fresado, esta será comprobada mediante la tabla 07 de rugosidad internacional IRI, para proceder se construirá un tratamiento de carpeta asfáltica.

Tabla N° 07: *Valores máximo admisibles de IRI*

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	IRI (m/km)
40	1,9
80	2,5
100*	3,0

Fuente: según normas de MTC, 2013

El acopio del material vendrá derivado de la misma obra o extraído de otro lugar, lo cual su almacenaje no deberá ser de más de 48 horas antes de ser utilizados para impedir la contaminación del material.

El tratamiento del material por reciclado, deberá de ser mezclado y triturado para que su homogeneización del material ingresa por el tamiz de 2.5 cm. de rendija.

El acopio del material después de ser tratado, se deberá disponer de acopio homogéneos, por lo que se debería realizar la procedencia de pavimento, y luego la penetración y granulometría del agregado del material bituminoso regenerado los cuales estarán dentro de los valores promedios dentro de los rangos indicados

El acopio del material extraído y procesado luego será almacenado efectuando los protocolos para la realización de los ensayos de extracción, cabe indicar que el material extraído no deberá ser almacenado pasada las 48 horas para evitar así su contaminación.

Tabla N° 08: *Tolerancia en el material por reciclar para considerar homogéneo*

Característica	Tolerancia respecto de la masa total del material por reciclar (%)
Porcentaje que pasa tamiz de 2 mm y mayores (n.º 10 y mayores)	±5
Porcentaje que pasa tamices de 425 mm y 180 µm (n.º 40 y 80)	±5
Porcentaje que pasa tamiz de 75 µm	±2
Contenido de asfalto (%)	±0,5
Penetración del asfalto recuperado (0,1 mm)	±5

Fuente. según normas de MTC, 2013

“En este diseño en mezcla reciclada en caliente, lo cual se debe mezclar los materiales recuperados del asfalto y el agregado nuevo, como la granulometría proveniente de su mezcla determinada , por lo tamices correspondiente a la franja granulométrica aprobada, tipo y porcentaje de material bituminoso, en relación [...] porcentaje requerido de agente rejuvenecedor, en relación con el peso del asfalto envejecido, porcentaje requerido de aditivo mejorador de adherencia, en relación con el peso del material bituminoso nuevo” (MTC, 2013, p. 763)

La obtención de la mezcla reciclada en caliente, deberá de tener proporción de los materiales y agregados nuevos habiendo una mezcla de granulometría resultante a la mezcla resultado de los estudios de tamizajes correspondiente, toda la mezcla debe de tener un porcentaje en proporción a la mezcla, los porcentajes de agentes rejuvenecedores y aditivos mejorador de adherencia en relación al material bituminoso nuevo. En cuanto a la temperatura este material bituminoso no será más alto al material bituminoso que se adiciona.

“La mezcla se deberá diseñar por el método Marshall y deberá ser verificada mediante la prueba de Hamburgo Wheel Track (AASHTO T324). Si este requisito no se cumple, se deberá efectuar los ajustes necesarios en el diseño de la mezcla, lo cual debe contar con la aprobación del Supervisor. En ningún caso se permitirá que el material por reciclar constituya más del 40% de la masa total de la mezcla” (MTC, 2013, p.764).

Este método trata sobre la formulación y diseño de la mezcla en caliente, basándose en el ensayo MTC E-504, verificando la resistencia de la mezcla se determinará mediante las probetas tubulares de 2 ½ pulgadas de elevación y 4 pulgada con diferentes porcentajes de contenidos de asfalto que van a variar cada uno 0.50% del otro para determinar un diseño óptimo.

La preparación de la superficie donde se instala la mezcla va a corresponder a un asfalto viejo que anteriormente ha sido fresado, con una limpieza previa y secado del agua en la superficie, se colocara una imprimación o un lígante mucho antes de colocar la mezcla.

Ensayos de Laboratorio: Para estos ensayos, se usó el Manu. de Ensayos de Laboratorio del MTC. Estos ensayos fueron obligatorios para un correcto desarrollo de la exploración, todo acorde a las especificaciones generales determinadas por el MTC. en su Manu. de Carrete. MTC EG – 2013.

Procedencia (extracción) cuantitativa para pavimentos: MTC E - 502, Los agregados extraídos de mezclas asfálticas – Lavado asfáltico se efectúa los análisis mecánicos: MTC E – 503, En el tamizado se realiza el análisis granulométrico de suelos: MTC E 107, El ensayo de la máxima gravedad específica de la mezcla asfáltica suelta MTC E- 220, En análisis granulométrico por tamizado al agregado a utilizar en el material en la carpeta nueva reformado según MTC E- 204, El Peso específico y absorción del agregado fino Norma ASTM C- 128 AASHTO T- 84 MTC E – 205, Mediante el empleo del aparato Marshall se mide la resistencia de mezclas asfálticas bituminosas MTC E 504.

III. Método

3.1 Tipo y diseño de Investigación

En esta investigación. se maneja muchas teorías científicas ya existente para dar respuestas a las interrogantes y tratar de resolver explícitamente los problemas y así llegar a la obtención de resultados aprobados esta investigación es de tipo aplicada. “[...] la investigación aplicada se le denomina también activa o dinámica, y se encuentra íntimamente ligada a la investigación pura, ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos. Busca confrontar la teoría con la realidad [...]” (Tomayo, 2003, p. 43).

En este estudio vendría hacer de tipo aplicada asumiendo que unos de los objetivos primordial es dar respuesta al interrogante de este contexto problemático, asimismo, se presenta la aplicación del conocimiento obtenidos durante su estudio del proyecto.

El Diseño es experimental: “El término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que desea. Por lo tanto, el diseño de investigación se concibe como estrategias en las cuales se pretende obtener respuestas a las interrogantes y comprobar las hipótesis de investigación, con el fin de alcanzar los objetivos del estudio” (Hernández, Fernández, Batista, 2010, p.62). Para un experimento es importante analizar si una variable independiente va a influir a una o más variable dependiente; por lo tanto, la obtención de información pueda dar respuestas a las interrogantes planteadas, Para un experimento se lleva a cabo examinar si una o diferentes variables independientes afectan a una o más variables dependientes. Por lo consiguiente indicaremos que el diseño está establecido al conseguir información de modo que se logre dar consulta en la pregunta planteadas y comprobar las hipótesis, de los cuales se puede lograr datos derivados de los mismos. Nivel de investigación: Esta investigación es descriptiva, nos permite representar el mejor método aplicado al pavimento flexible, sin influir en esta variable.

“La investigación descriptiva, busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población” (Hernández, 2010, p.76)

Teniendo en cuenta los ensayos efectuados en esta investigación vendría ser enfoque de tipo cuantitativo porque nos permitirá mejorar las especificaciones del pavimento flexible mediante la técnica de reciclaje.

“La investigación cuantitativa se realiza con la finalidad de probar la teoría al describir variables investigación descriptiva” (López, 2013, p.35)

Al mejorar y generar mejores la búsqueda y explicar con una mejor precisión la realidad problemática con la investigación cuantitativa podremos obtener mejores resultados. El nivel de investigación es descriptivo - explicativo, ayudara a plantear el hecho más relevante de la investigación a través de la acumulación y procesamiento de datos, estos niveles ayudan a buscar la explicación de las causas que generaron el tema de estudio.

3.1 Variables y Operacionalización:

Según, Johnson y Kuby (2012), mencionan que la variable “Es una característica de interés acerca de cada elemento individual de una población o muestra” (p.5).

Es la parte fundamental de un proyecto, de acuerdo a sus características de interés a las alternativas que se presente para un estudio determinado.

Variable Independiente: El Reciclado de pavimento. Definición Conceptual: Reutilizar materiales derivados de capas asfálticas antiguas con adición de nueva y agentes rejuvenecedores y otros adictivos el propósito en cumplir con los detalles técnicos correspondiente de aprobación de proyecto (MTC. 2013, p.755)

Dimensión: Estabilidad, Durabilidad, Resistencia a la tracción

Indicadores:

Estabilidad: Estabilidad, flujo resistencia a la tracción indirecta o directa

Durabilidad: Mejoramiento de adherencia, adictivos mejoradores.

Resistencia a la tracción: Análisis de densidad y vacíos, evaluación y compactación en campo,

Escala de medición: Ensayo Marshall – MTC 502,503,504.

Variable dependiente: “Rodadura de pavimento, Capa de Rodadura del pavimento: Un pavimento de una estructura, asentado sobre una fundación apropiada, tiene por finalidad proporcionar una superficie de rodamiento que permita el tráfico seguro y confortable de vehículos, a velocidades operacionales deseadas y bajo cualquier condición climática” (Civilgeeks.com, 2004, p.2).

Esta variable indica que una buena estructura trabajada adecuadamente posee una finalidad de proveer un área de rodamiento adecuado para un tráfico seguro y confortables para una operacionalización adecuada y bajo cualquier condición climática.

Dimensión: Resistencia al esfuerzo corte de suelo, Reducir Tensiones, compactación de un suelo; Indicadores: resistencia a la fricción en las partículas, superficie resistente al deslizamiento, reducir la deformaciones y tracción, reducir las tensiones verticales, Disminución vacíos, superficie resistente al deslizamiento, Identificar las fallas superficiales, Escala de medición: ensayo de lavado de asfalto.

3.3 Población, Muestra

Para (Batthyány, 2011, p. 71). “La población es una delimitación del universo de unidades de análisis, con relación a las cuales se contrastan las hipótesis y se sacan conclusiones en el proceso de investigación, se identifican de las unidades que se observarán en un espacio y en un tiempo determinado”.

La población en esta investigación sería toda la distancia de la av. Roosevelt, distrito de Chancay, Huaral, Lima.

Muestra: La muestra de esta investigación es el estudio del tramo de cada 100 mt. para evaluar el estado el asfaltado de toda la av. Roosevelt del Distrito de Chancay.

3.4 Técnica e Instrumento de recolección de datos: La tesis, efectuamos los ensayos de laboratorio a la muestra de pavimento recuperado del fresado realizado en la avenida Roosevelt, Adicionalmente se obtuvieron los resultados de los ensayos exigidos por normas del pavimento nuevo utilizado en la rehabilitación de la avenida Roosevelt. de este modo se prosigió al análisis comparativo de los resultados.

Los ensayos realizados y todos los datos recolectados en la investigación siguieron el siguiente orden:

1. Muestreo del material recuperado del fresado.
2. Determinación del contenido de asfalto del material recuperado.
3. Granulometría del pavimento recuperado lavado.
4. Granulometría del agregado grueso y fino nuevo. Figura
5. Obtención de la caracterización de agregados nuevos.
6. Combinación de agregados del material recuperado y nuevo.

7. Determinación del aditivo óptimo por ensayo de adherencia.
8. Obtención de las resistencias del asfalto usado en avenida Roosevelt
9. Determinación de las resistencias de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall del pavimento reciclado.

Instrumentos de recolección de datos: “La recolección de datos se refiere al uso de una gran diversidad de técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas por el analista para desarrollar los sistemas de información, los cuales pueden ser la entrevistas, la encuesta, el cuestionario, la observación, el diagrama de flujo y el diccionario de datos” (Gonzales, 2017, p. 2).

Gonzales involucra elegir sea un método o instrumento, lo cual se manejará desarrollo del proyecto de investigación. El instrumento manejado es con el propósito de recopilar los datos de la variable independiente se conformaba en fotografiar en las inspecciones de diversos tramos para determinar cuáles son los lugares que muestran más fallas. Además, para confirmar que en los laboratorios los datos que se realizó con los ensayos sean los adecuados, por los cuales se establecerá las particularidades del material para inmediatamente utilizar dicha técnica, conjuntamente se procesaron formatos de estimación para la recaudación de información para la variable dependiente.

Para esta investigación se maneja las técnicas de campos, documentos y ensayo de laboratorio, estas técnicas nos ayudaran a entender los procedimientos teóricos y prácticos para la obtención de resultados. Inspección visual del área delimitada: Esta técnica consiste en recolectar información básica a través de una visualización rápida, para nuestro caso se hizo una inspección visual del área, de esta manera se pudo delimitar nuestra área de investigación, y además al ya tener delimitada el área se procederá a tomar datos de campos para su evaluación correspondiente. Para nuestro proyecto de investigación que se centra en el área de transporte y urbanismo se delimito un área de 1.50 km, de la av. Roosevelt del distrito de Chancay; en este caso se estudiará el estado del pavimento de dicha avenida con el fin de evaluarlo y formular alternativas de solución.

Para la recolección de datos se aplicarán a continuación los ensayos de laboratorio: Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas para pavimentos: MTC E – 502, Los agregados extraídos de mezclas asfálticas – Lavado asfáltico se efectúa los análisis mecánicos: MTC E – 503, En el tamizado se realiza el análisis granulométrico de

suelos: MTC E 107, El ensayo de la máxima gravedad específica de la mezcla asfáltica suelta MTC E- 220.

En análisis granulométrico por tamizado al agregado a utilizar en el material en la carpeta nueva reformado según MTC E- 204. El Peso específico y absorción del agregado fino Norma ASTM C- 128 AASHTO T- 84 MTC E – 205, Resistencias con aparato Marshall: Ensayo MTC E 504 – Empleando el Aparato Marshall para estudiar la resistencia de mezclas Bituminosas.

Validez: “Se representa al estado en que una herramienta verdaderamente calcula la variable que proyecta evaluar”. Podemos entender que validez es una herramienta que nos permite la medición de las variables, se está aprobando así mismo en calcular, porque se contrasta con distinto criterio externo que trata de medir igualmente los resultados óptimos. En este proyecto [...]. Por lo tanto, los instrumentales serán aprobados por los especialistas, es decir los especialistas en ingeniería de suelo en legalizar y firmar la eficacia de los ensayos (Hernández, 2010, p. 201).

Confiabilidad: “Una investigación con buena confiabilidad es aquella que es estable, segura, congruente, igual a sí misma en diferentes tiempos y previsible para el futuro, la confidencialidad ofrece la característica es decir que los instrumentos deben de estar certificados, de manera que con los mismos se logre conseguir un estudio congruente y confiable” (Ubaldo, 2011, párr. 7),

3.5 Procedimiento: Los datos derivados del estudio serán presentados en cuadros y gráficos desarrollados en hojas de cálculo de Microsoft Excel. Se obtuvieron fichas minuciosamente trabajadas para indicar las resultas de los ensayos granulométricos, incluido en el asfalto, mediante con aparato Marshall se mide la resistencia y el análisis de precios unitarios.

3.6 Método de análisis de datos: “Una vez concluidas las etapas de recolección y procesamiento de datos se inician con una de las más importantes fases de una investigación: el análisis de datos. En esta etapa se determina como analizar los datos y que herramientas de análisis estadístico son adecuadas para éste propósito” (Ávila, 2011, párr. 5)

Para el procedimiento de datos para este método de reciclaje en pavimentación flexible tenemos que tener en cuenta y seguir con una serie de pruebas y procedimiento que se debe de comprometer a realizar en una investigación

aplicando los diversos estudios para demostrar y establecer la tipología del pavimento renovado, mediante el tiempo requerido se puede determinar que este pavimentado es más recomendable por lo técnico y económico.

3.7 Aspectos éticos:

Los principios éticos aplicados a la investigación se enfocan principalmente a cuidar la confidencialidad y privacidad de toda la información recolectada. La investigación fue revisada y procesada mediante el software del TURNITIN, dicho software avalará la confiabilidad y privacidad de la investigación, la misma que será de autoría propia. Asimismo, tenemos que parte de la información básica fue citada y descrita con respecto a los diversos autores según corresponde. Con respecto a las referencias tenemos que se desarrollan según el sistema ISO 690 y 690-2.

IV. RESULTADOS

En los Ensayo que se realiza en el diseño del asfalto, Carretera de la av. Roosevelt. Para poder medir la etapa, lo cual se localiza la vía se asumió para cumplir una evaluación superficial para así establecer la zona más deteriorada interiormente del trayecto estimado, para rápidamente poder efectuar las muestras es necesario poder examinar, de acuerdo a los instructivos de infraestructura vial. Efectúa las pruebas al pavimento para conocer un mejorado desempeño de las propiedades mecánicas de diseño de la mezcla pavimento reciclada.

a.-El contenido de asfalto en el material recuperado, nos indicara cuanto de cemento asfaltico se necesita agregar para llegar a un óptimo contenido de cemento asfaltico. Para conocer la curva granulométrica del material recuperado, se tendrá de realizar un análisis granulométrico junto a las curvas granulométricas de los agregados de adición será usado para determinar la combinación de agregado óptima para un contenido de material asfaltico máximo, Contenido de asfalto: Norma utilizada: MTC EG – 2013; MTC E – 502, El contenido de asfalto del material recuperado del fresado fue calculado según la norma mencionada y se realizaron tres ensayos seguidos.

Tabla 9: *Contenido de asfalto del material recuperado*

Materiales Asfaltico Recuperados					
Muestra	Peso Húmedo	Peso Seco	PESO SECO LAVADO	% de Húmedo	% de Asfalto
1	1516.80	1498.90	1415.1	1.19	5.48
2	1519.95	1500.00	1417.5	1.33	5.40
3	1526.00	1499.50	1416.3	1.43	5.60

Fuente: elaboración propia.

Se decide tomar en cuenta el contenido de asfalto de 5.60%, lo cual significa ahorro de cemento asfaltico en el diseño de mezcla final. Se podrá calcular un ahorro del cemento asfaltico luego de determinar el porcentaje de cemento asfaltico requerido por diseño, lo cual demuestra que se encuentra dentro de los parámetros permitidos.

Ensayo de lavado asfaltico: Se procede al efectuar el lavado del asfalto para luego proseguir con el tamizado en laboratorio. Los Objetivos, es establecer la

cantidad de asfalto que contempla en el pavimento y los agregados manejados en dichos pavimentos desempeñan las características, comprobando la eficacia del pavimento, en Conclusión, El contenido de asfalto derivado del modelo extraído es del orden del 5.60 %. margen que está dentro de los parámetros según norma, La granulometría desempeña al 100 % con las medidas de graduación para flexibles. Material para el diseño de asfalto: Para la obtención de este estudio tenemos que asistir en la zona de trabajo y extrayendo el material y efectuar los ensayos requeridas para reutilizar la carpeta asfáltica

b.-Granulometría del material recuperado: Granulometría del material recuperado: según norma. Granulometría del Material Recuperado: Normas Utilizadas: MTC EG – 2013, MTC E-503. Después del lavado de material recuperado, se determina el contenido de cemento asfáltico mediante el ensayo MTC E- 502, 504/ASTM D- 1559/AASHTO T - 245, se procedió con los ensayos de granulometría para la muestra.

Tabla 10: Análisis granulométrico de la muestra n°3 de material asfáltica recuperado

LAVADO ASFALTICO - ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO							
NORMA MTC E-502 / 503							
TAMICES ASTM	ABERTURA TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE			DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
			RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA	TAMAÑO MAXIMO :	3/4"
						Peso de Material sin Lavar	1,499.5 gr
						Peso de Material Lavado	1,416.3 gr
2 1/2"	63.500					Peso de Filtro 1	19.5 gr
2"	50.800					Peso de Filtro 2	20.9 gr
1 1/2"	38.100					Peso de Filtro 3	1.4 gr
1"	25.400					Peso de Material Lavado + Filtro	1526.0 gr
3/4"	19.050						
1/2"	12.700	72.2	4.7	4.7	95.3	% Cemento Asfáltico	5.60 %
3/8"	9.525	120.5	7.9	12.6	87.4		
1/4"	6.350	0.0	0.0			Peso Humedo	1526 gr
N° 4	4.760	295.4	19.4	32.0	68.0	Peso Seca	1499.5 gr
N° 8	2.380		0.0			% de Humedad	1.43 %
N° 10	2.000	301.9	19.8	51.8	48.2		
N° 40	0.420	257.1	16.8	68.6	31.4	Grava Chancada < 67	32.0
N° 80	0.180	173.3	11.4	80.0	20.0	Arena Chancada <1/4	55.1
N° 100	0.149		0.0			Pasante # 200	13.0
N° 200	0.074	107.8	7.1	87.0	13.0	Relaciom Ponvo - Asfalto	2.31
< 200	-	197.8	13.0	100.0			

Fuente. elaboración de Laboratorio

(Ver figura 12). Curva granulométrica de la muestra N°03 de material asfáltico recuperado.

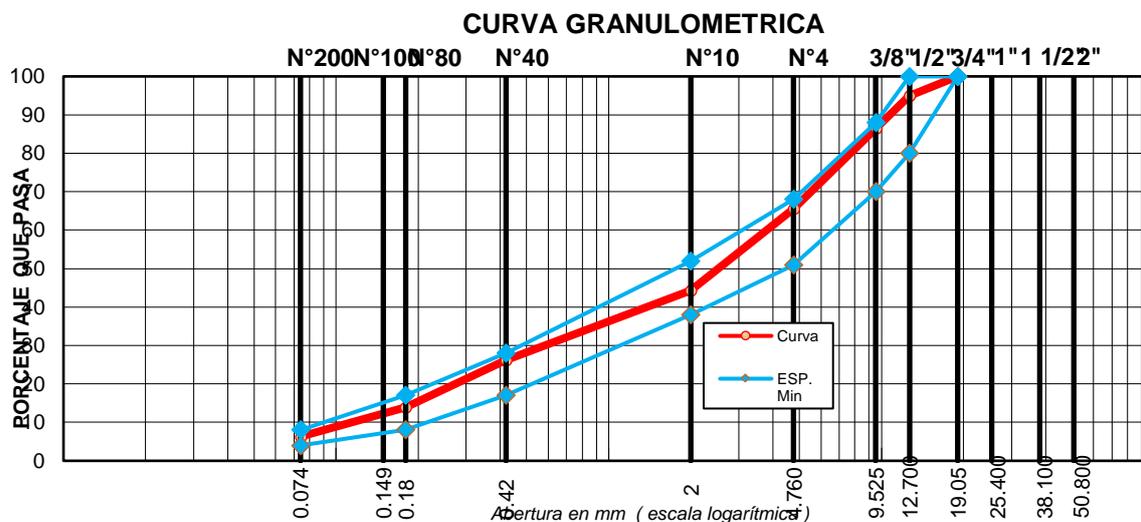


Figura 12: Elaboración de laboratorio de material asfáltico recuperado

En los resultados indicados muestra las curvas granulométricas próximo a lo permitido podemos observar que se encuentra exceso de material fino.

Para determinar el porcentaje de material recuperado se determina dará por la combinación de agregados, lo cual debe de estar dentro de lo permitido por el manu. de carre. MTC EG – 2013.

Podemos mencionar que el Manual de carre. y especificaciones técnicas solo permite el uso de materiales recuperados hasta 40% como máximo.

c.- Agregado pétreo de adición: este material pétreo de adición fue combinado con el material recuperado para obtener una correcta gradación dentro de los límites de una Mac-2

Ensayo Marshall Procedimiento: Es determinar el peso específico-total, los bloques que recientemente han sido compactadas se han mantenido a la temperatura ambiente es obtenido el peso fijo total en cada una de ellas. siendo cada comprobación de peso determinado muy importante para el análisis puntual de la densidad de vacíos. Este peso determinado total se establece utilizando el procedimiento definido las normas AASHTO T 166. Esta prueba de valor de estabilidad Marshall está dispuesto mediante la carga bajo el cual una probeta falla por completo, mediante el ensayo; las cargas son aprovechada paulatinamente, los cabeceras superior e inferior del aparato se apuntalan se aplica en la briqueta una

carga, desarrollando un indicador en la lectura de la sección, inmediatamente cuando se obtiene la carga máxima se suspende la carga, lo cual es indicado en el registrador vendría hacer el valor es estabilidad Marshall.

La fluencia Marshall medidas en cént. de pulg. significa la distorsión del bloque. La distorsión está adecuada por la deducción en la línea vertical del bloque(briqueta).

Tabla 11. Ensayo Marshall – Para Pavimento Reciclado

Marshall Pavimento Reciclado			
Datos	Resultados	Requisitos	
		Mínimo	Máximo
Cemento Asfáltico (%)	5.6	5.60	6.00
Peso Unitario (gr/cc)	2.383	-	-
Vacíos de aire (%)	4.2	3	5
Estabilidad (kg)	1272.1	820	-
V.M.A. (%)	14.9	14	-
V.F.A. (%)	73	-	-
Flujo (pulg)	2.95	2	4
Índice Rigidez (kg/cm)	3984	1700	4000
Estabilidad Retenido (%)	77.6	75	

Fuente. Elaboración: Propia

Mediante esta tabla podemos demostrar el resumen de los resultados del ensayo Marshall, que hemos efectuados al pavimento Reciclado obteniendo el porcentaje mínimo y máximo del cemento asfáltico, los resultados mostrados indican curvas granulométricas próximas al máximo permitido. También se observa exceso de piedras de 3/8” y material fino, La determinación de la cantidad de material recuperado será determinado por la combinación de agregados, la combinación resultante deberá estar dentro los límites establecidos por el Manu. de Carrete. MTC EG – 2013.

“El Manu. Carrete. dentro de sus especificaciones técnicas generales para la Construcción solo permite el uso de material recuperado hasta 40% como máximo; en ningún caso se permitirá que el material por reciclar constituya más del 40% de la masa total de la mezcla” (MTC EG - 2013, 2013, p. 74).

Para esto se necesita conocer la granulometría del agregado grueso y fino de adición que se usará. También se debe demostrar la buena calidad de los agregados adición, Agregado grueso Normas utilizadas: MTC EG – 2013, MTC E – 107. El material grueso de adición presenta la siguiente granulometría.

Tabla 12. Análisis granulométrico del agregado grueso de adición para pavimento reciclado

Granulometría del agregado grueso							
Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Ret. Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)	Especificación MAC - 2 (%)	
						Mínimo	Máximo
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1/2"	12.50	856.00	24.53	24.53	75.47	80	100
3/8"	9.50	1152.30	33.02	57.55	42.45	70	88
Nº 4	4.75	1411.40	40.45	98.00	2.00	51	68
Nº 10	2.00	57.10	1.64	99.64	0.36	38	52
Nº 40	0.43	1.10	0.03	99.67	0.33	17	28
Nº 80	0.18	1.00	0.03	99.70	0.30	8	17
Nº 200	0.08	1.00	0.03	99.73	0.27	4	8
Fondo	0.00	9.54	0.27	100.00	0.00	0	0
Total		3489.44	100.00				

Fuente: elaboración de laboratorio

(Ver figura 13) Curva granulométrica del agregado grueso de adición para pavimento reciclado.

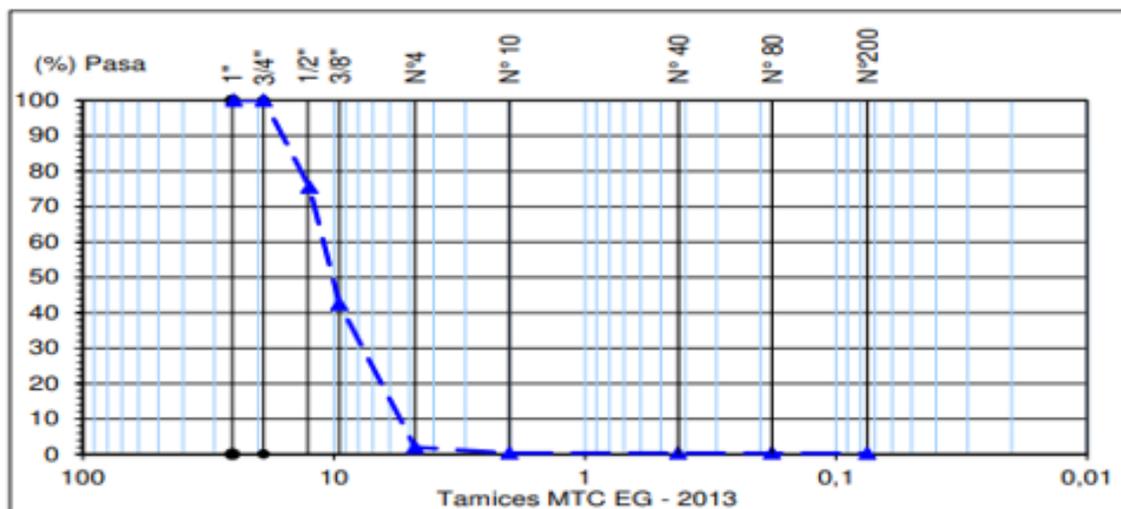


Figura 13. Elaboración de laboratorio

En la tabla sólo muestra una síntesis de los ensayos elaborados a los agregados, en caso de los resultados de absorción, adherencia y granulometría, debido a que son datos que cambian por muestra. Los resultados específicos de cada ensayo se muestran en los anexos.

Tabla 13. Resultados de control de calidad para mezcla asfáltica

Arena		Requisitos		Resultados	Cumple
		Min	Max		
Equivalencia arena	MTC E 114	60	-	65	SI
Índice de plasticidad N° 40	MTC E 111	NP	NP	NP	SI
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	-	18%	7.50%	SI
Índice de Durabilidad N° 200	MTC E 111	-	4	NP	SI
Sales totales	MTC E 219	-	0.05%	0.04%	SI
Azul metileno	AASHTO TP 57	-	8	7.90%	SI

Fuente: elaboración de laboratorio

Según la tabla mostrada el control de calidad sale favorable en todos los requisitos pedidos por la guía MTC EG – 2013. Este resultado será de mejor aceptación con la utilización del aditivo rejuvenecedor.

Aditivos rejuvenecedores: En este trabajo de investigación se utilizó el agente suavizante adictivo Interlene ACF 1000 GREEN, agente adictivo que puede regenerar eficazmente el material asfáltico contenido en el material de molienda y nos ayuda a mejorar la adherencia entre el árido y el cemento asfáltico. Por lo tanto, según dosificación usada es de 0.30% del peso del fresado utilizado.

Diseño de mezcla pavimento reciclado: Para poder encontrar una mezcla de diseño óptimo, se utilizó el método Marshall. Este método consiste en conocer las mezclas bituminosas en la resistencia del pavimento utilizando el aparato Marshall, ensayo MTC E – 504. Se realizó el ensayo MTC E – 504 con varios porcentajes de cemento asfáltico PEN 60/70, tipo de cemento asfáltico utilizado en la mejora de la carpeta asfáltica en la av. Roosevelt. El porcentaje fue de 5.60 % el resultado.

A partir de estos resultados, se escogió el porcentaje de cemento asfáltico que mejor convenga a la investigación de acuerdo con los parámetros indicados en el Manu. de Carret. del MTC EG – 2013.

Mediante estas curvas determinadas por el ensayo MTC E – 504, se decide utilizar el 5.60 % de cemento asfáltico. Por requerimiento mínimos y máximos de cemento asfáltico para obra, 5.60 % y 6.00% respectivamente, se suele diseñar pavimento con mezcla asfáltico en caliente con 5.60 % \pm 0.2 0%. Por lo consiguiente, se

muestra el resumen del diseño final para el pavimento flexible reciclado 5.60 % de cemento asfáltico.

MEZCLA DE AGREGADOS: (PROPORCION EN PESO)

Arena Chancada	49%
Piedra Chancada	31%
Asfalto reciclado	20%
Especificación de gradación	MAC - 2

LIGANTE BITUMINOSO

Óptimo Contenido de cemento asfáltico	5.60% ($\pm 0.20\%$)
Aporte de cemento asfáltico por asfalto reciclado	5.60%
Aditivo mejorador de adherencia	0.30%
Tipo de asfalto	Pen 60/70
Especificación de gradación	MAC – 2

Diseño de mezcla pavimento convencional:

En este diseño de mezcla del pavimento convencional utilizado en la av. Roosevelt, los ensayos realizados en laboratorio demuestra que la combinación de agregados utilizados para el pavimento convencional de arena chancada es 60%, piedra chancada es 40%, a continuación, detalle:

MEZCLA DE AGREGADOS: (PROPORCION EN PESO)

Arena Chancada	60%
Piedra Chancada	40%
Especificación de gradación	MAC - 2

LIGANTE BITUMINOSO

Óptimo Contenido de cemento asfáltico	5.60% ($\pm 0.20\%$)
Aporte de cemento asfáltico por asfalto reciclado	5.60%
Tipo de asfalto	Pen 60/70
Especificación de gradación	MAC – 2

Tabla 14. *Ensayo Marshall para pavimento convencional*

MARSHALL PAVIMENTO CONVENCIONAL			
DATOS	RESULTADOS	REQUISITOS	
		MINIMO	MAXIMO
CEMENTO ASFALTICO (%)	5.6	5.60	6.00
PESO UNITARIO (gr/cc)	2.386	-	-
VACIOS DE AIRE (%)	4.3	3	5
ESTABILIDAD (kg)	1211	820	-
V.M.A. (%)	16.1	14	-
V.F.A. (%)	73	-	-
FLUJO (pulg)	3.05	2	4
INDICE RIGIDEZ (kg/cm)	3984	1700	4000
ESTABILIDAD RETENIDA (%)	82.8	75	-

Fuente. Elaboración de Laboratorio

Los Resultado que podemos apreciar entre pavimento convencional y reciclado que ambos pavimentos cumplen con las especificaciones técnicas establecidas en la guía de carreteras del ministerio del Transporte y comunicaciones MTC- EG 2013.

1.- Podemos observar que la relación de vacíos (V.M.A) del agregado mineral en pavimento reciclado es baja, lo que se debe a la presencia de 14.9 % de agregado grueso y 16.1% de agregado grueso en pavimento convencional.

2.- Se puede observar que, en los dos ensayos realizados, una de las características determinadas es la semejanza de peso unitario, asfalto convencional es 2.386 (gr/cc), asfalto reciclado es de 2.383 (gr/cc); por lo tanto, cuando se utiliza la misma cantidad de material por unidad de medida como es mínimo la variación se puede obtener una resistencia aceptable, no surgirán problemas de desempeño resultado que se encuentra dentro de las normas.

3.- En cuanto a la estabilidad y fluidez obtenidas, precisaron que ambos pavimentos reaccionarán de forma similar a la misma carga de tráfico que soporten, más concretamente los pavimentos reciclados tendrán tendencia a fallar levemente por fragilidad, mientras que los pavimentos convencionales tendrán La tendencia a una ligera deformación es más fácil.

4.- El índice de rigidez de la superficie de la carretera reciclada es mayor, lo que también confirma los datos de estabilidad y fluidez. Los suelos flexibles reciclados son más duros que los suelos convencionales, por lo que son menos flexibles, más frágiles y resistentes a la deformación.

5.- Podemos mostrar que la estabilidad retenida del pavimento convencional es un 82,8% superior al 77,6% del pavimento reciclado, pero esto no indica que tenga mayor resiliencia.

6.- Los materiales asfálticos recuperados de carreteras antiguas representarán el **20%** del agregado mineral en la combinación total, es el porcentaje se tomará en esta investigación.

7.- Teniendo en cuenta el 20% del material asfáltico reciclado, la cantidad de galones de cemento asfáltico PEN 60/70 ahorrados por metro cúbico de mezcla asfáltica llegarán a 20, logrando así un ahorro de más del 50%.

V. DISCUSION:

1.- En esta investigación de Vargas y Rengifo, se observa una similitud en relación al porcentaje de vacíos (V.M.A.) del agregado mineral en pavimento reciclado es baja se debe al porcentaje de 16.70 % y de nuestra investigación es de 14.90%, parámetro de los permitido según norma de M.T.C E- 2013.

2.- Tomando en cuenta las características de similitud entre ambos pavimentos Rengifo y Vargas, indican que sus ensayos son según normas del manual de carreteras MTC EG – 2013, que el objetivo que buscan es de determinar la resistencia de la mezcla bituminosa de ambos pavimentos.

3.- En el desarrollo de la investigación se llegó al uso del 20% de material recuperado debido a la buena gradación que tenía el mismo. discrepo no se puede utilizar más del 40% del material recuperado por la norma del MTC no me lo permite, y que se debe de acopiar utilizando dentro de las 48 horas, en el caso de esta investigación se acopio y mantuvo más tiempo, pero libre de contaminante y me ha arrojado buenos resultado en los ensayos permitiendo aceptabilidad según normas, para fabricar pavimento reciclado. En otros países como Colombia, es posible el uso de material recuperado hasta 50%. Así lo sustenta la ing. Angélica A. Méndez Revollo en su tesis “Evaluación técnica y económica del uso del pavimento asfáltico reciclado (RAP) en vías colombianas”. Méndez también explica que en países como Estados Unidos y otros más de Europa utiliza Rap hasta 80% Con el fin de incentivar el uso de pavimento flexible reciclado, el apartado de tiempo de almacenamiento del material recuperado indicado por el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, MTC EG – 2013, debería ser observado puesto que representaría un problema en la logística de la industrialización de la fabricación de pavimento flexible reciclado.

4.- Cabe indicar que de acuerdo a la tesis de Sánchez indican que para reforzar la durabilidad y los aspectos técnicos del asfalto reformulado se le tendrá que

adicionar cal, lo cual no estoy de acuerdo ya que este aditivo va sustituir a los materiales finos los cuales no son idóneos al pavimento flexible conveniente, ya que el PEN en esta zona es de 60/70 por el clima.

VI. CONCLUSIONES

1.- El material recuperado tiene una curva granulométrica muy cercana al mínimo permitido y en algunos tamices sobrepasa el límite establecido. Por lo que es necesario combinar el agregado grueso y fino recuperado con nuevo material pétreo, con una relación de 20% de material recuperado y 80% de material pétreo nuevo.

2.- Este tipo de técnica de material reciclado, permitirá una mejor resistencia en la mezcla bituminosa de ambos pavimentos, por lo tanto, es aceptable el uso de esta técnica de reciclaje, ya que los ensayos realizados muestran que se encuentra dentro de los parámetros establecido en la norma del manual de carretas MTC EG – 2013.

3.- El contenido de cemento asfáltico encontrado en el material recuperado es de 5.60%, el cual se agrega al 100% del contenido de cemento asfáltico total, por lo que se necesita agregar el extra para la elaboración de pavimento flexible reciclado con cemento asfáltico óptimo de 5.60%. y el agente rejuvenecedor ITERLENE ACF 100 GREEN es de 0.30% de la cantidad total; De acuerdo al contenido del material recuperado según los ensayos Marshall la granulometría, es ideal para complementarla con el material nuevo, la única deficiencia se puede verificar que la rigidez no cumple con sus parámetros por tal motivo se le va a adicionar un agente rejuvenecedor.

VII. RECOMENDACIONES:

- La norma MTC EG – 2013 no permite un almacenamiento mayor a 48 horas del material recuperado y no presenta alternativas de almacenamiento. Y se ha visto en tesis que si se puede sobre pasar el tiempo de acopio lo cual siempre cuidando que no se contamine y si cumple los parámetros.
- Teniendo en cuenta la norma MTC EG – 2013 no permite el uso mayor al 40% del material recuperado, es conveniente demostrar la utilización de mayor porcentaje que lo permitido según norma MTC EG – 2013, siguiendo los parámetros de Colombia u otros países que si utilizan un mayor porcentaje y dan un buen resultado.
- Es conveniente el desarrollo de este método tomando la incidencia del uso de material recuperado mayor al 40% en las resistencias del pavimento flexible, en esta tesis se han efectuado los estudios correspondientes según normas MTC E-2013, pero considerar norma modificatoria tomando en cuenta las normas del exterior de ampliar el porcentaje de aceptabilidad del material RAP.
- Efectuar, más difusión de esta técnica de pavimento flexible reciclado en nuestro país, para las obras de mantenimiento o mejoramiento de vías, para que existe una mayor competitividad en el mercado hoy en día.
- Se puede suponer que el pavimento recuperado será procesado en fábrica, y la carga utilizada para movilizar los materiales triturados se considera desmontable y ambos pavimentos se considerarán iguales.

REFERENCIAS.

ÁVILA Baray, HÉCTOR Luis, 2011, Análisis de datos. Tesis de Investigación [en línea]. 2011. [fecha de consulta: 27 mayo 2017]. Disponible en: <http://tesisdeinvestig.blogspot.pe>.

BALVIN Lévano, F (2013). Evaluación del estado actual del pavimento flexible ubicado en el distrito de Ayacucho Provincia de Huamanga Departamento de Ayacucho (Tesis de título). Universidad Católica Los Ángeles De Chimbote, Ayacucho. pp.35-89.

BATTHYÁNY, Karina, 2011, Metodología de la investigación en Ciencias Sociales [en línea]. 1. Uruguay: Universidad de la República. [fecha de consulta: 25 mayo 2017].

Gonzales, (2017). La recolección de datos. Recolección de datos [en línea]. , (párr.2), Disponible en: <http://data-collection-and-reports.blogspot.pe>.

CACHAY, Enrique y VERGARAY, Huamán, Alfonso (2014). Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas. Lima-Perú, pp.11.

CONTRERAS Ortega, R (2014). Comparación técnico-económica y ecológica del reciclado in-situ, empleando asfalto espumado, con métodos convencionales de mantenimiento periódico de pavimentos flexibles (Tesis de doctorado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima. pp. 5.

Civilgeeks, La estabilidad de suelos por medio de ligantes hidráulicos, <https://civilgeeks.com/2012/06/28/descargar-libro-completo-de-pavimentos/>, 2004, p.11,12.

Disponiblen: http://www.cse.udelar.edu.uy/wpcontent/uploads/2016/12/01_FCS_Batthianny_2011-07-27-lowres.pdf BEHAR Rivero, D. (2008).

Metodología de la Investigación. Doctorado. Costa Rica. CORROS, M. Urbáez, E y Corredor, G (2009).

HERNÁNDEZ Guerrero, M. (2008). Metodología de la investigación. 1st ed. [en línea] Shalom, p.27.

Disponibleden: <http://www.rdigital.unicv.edu.cv/bitstream/123456789/106/3/Libro%20metodologia%20investigacion%20este.pdf> [fecha de consulta: 25 mayo 2017].

GIORDANI C y Leone, D. (2015), Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Rosario/ Pavimentos, pag.3-4.

https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_anio/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf.

Investigations on design and durability characteristics of cement treated reclaimed asphalt for base and subbase layers(Article), Construction and Building Materials Volume 252, 20 August 2020, Article number 119102Kasu, S.R. Email Author, Manupati, K., Muppireddy, A.R. Email Author, View Correspondence (jump link), Department of Civil Engineering, Indian Institute of Technology Kharagpur, WB 721302, India.

LEGUÍA, P y PACHECO, F (2016) Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales:

Manual de Evaluación de Pavimentos. (Maestría en Vías Terrestres). Universidad Nacional de Ingeniería. pp. 9.

Ministerio de transportes y comunicaciones. 2013. Especificaciones Técnicas Generales para la construcción, Lima: EG – 2013, p.747 - 755.

Ministerio de transportes y comunicaciones. 2013. Manual de ensayo de materiales, Lima: 2016 p. 580,583,594.

ORTIZ CISNEROS, José Carlos y Felipe Ávalos Belmonte, Adalí Castañeda Facio Doctorado en Ciencia y Tecnología de Materiales Modificación de asfalto con elastómeros para su uso en pavimentos Carolina Victoria Palma*, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Blvd. V. Carranza esq. José Cárdenas Valdés, C.P. 25280, Tel. (844)4169213. Saltillo, Coah., México, 2015, p.02.

MONTALVO Guevara, M (2015). Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales (Tesis de título). Pontificia Universidad Católica Del Perú, Lima. pp. 73-67.

Multi-scale study on the high percentage warm-mix recycled asphalt binder based on chemical experiments (Article) Materials Volume 252, 20 August 2020, Article number 119124.

RODRÍGUEZ Mineros y RODRÍGUEZ Molina, J (2006) Evaluación y rehabilitación de pavimentos flexibles por el método del reciclaje. (Tesis doctoral). Universidad de El Salvador, San Salvador. pp.11-38.

SCHOOL OF TRANSPORTATION, Southeast University, Nanjing, "Optimization of gradation design of recycled asphalt mixtures based on fractal and Mohr-Coulomb theories" Construction and Building Materials Volume 248, 10 July 2020, Article number 118649, Jiangsu 211189, China.

TOMAYO, M. El Proceso de la Investigación Científica. 4a. ed. México, D.F: Limusa, 2003. pp. 43, ISBN: 9681858727, TAMAYO y Tamayo, M. (2009). El proceso de la investigación científica. 1st ed. México.

ANEXOS

- Matriz de Operacionalización de variable
- Matriz de Consistencia
- Instrumento de Recolección de datos.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

- Grava chancada
- Arena chancada

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

COMBINACION TEORICA DOSIFICACION MAC- 2

ENSAYO MARSHALL

- Reporte de Turniti

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p>Variable Independiente</p> <p>Reciclado del pavimento</p>	<p>Reutilizar materiales provenientes de capas asfálticas antiguas con adición de nueva y agentes rejuvenecedores y otros aditivos con la finalidad de cumplir con las especificaciones técnicas correspondiente y de conformidad de proyecto. (MTC, 2013, p.755)</p>	<p>El reciclado de pavimento es una nueva técnica, alternativa de rehabilitación y mejoramiento del pavimento que consisten en la reutilización de los materiales en servicio los cuales ya han perdido sus propiedades iniciales como sus estabilidad, durabilidad, resistencia, etc. que a futuro se desea mejorar</p>	<p>Estabilidad</p> <p>Durabilidad</p> <p>Resistencia a la fatiga de flujo</p>	<p>Estabilidad</p> <p>Flujo</p> <p>Resistencia a tracción indirecta o directa</p> <p>Mejoramiento de Adherencia</p> <p>Aditivos mejoradores</p> <p>Análisis de densidad y vacíos</p> <p>Evaluación de compactación en campo</p>	<p>Ensayo Marshall Ensayo MTC E.502/ 503/504</p>
<p>Variable dependiente</p> <p>Rodadura del pavimento</p>	<p>Un pavimento de una estructura, asentado sobre una fundación apropiada, tiene por finalidad proporcionar una superficie de rodamiento que permita el tráfico seguro y confortable de vehículos, a velocidades operacionales deseadas y bajo cualquier condición climática. (Civilgeeks.com, 2004,p.2).</p>	<p>La rodadura es la estructura total que va a sufrir flexión y deformación dependiendo de las cargas que transitan sobre la misma, lo cual vamos a reducir las tensiones y de qué manera presenta la resistencia al corte de suelo, por lo tanto la evaluación de la superficie del pavimento nos indicara el estado que se encuentra la capa de rodadura.</p>	<p>Resistencia esfuerzo corte de suelo</p> <p>Reducir la tensiones/Compactación de un suelo</p> <p>Auscultación de la superficie del pavimento</p>	<p>Resistencia a la fricción entre partículas</p> <p>Superficie resistente al deslizamiento</p> <p>Reducir la deformación y tracción</p> <p>Reducir las tensiones verticales</p> <p>Disminución de vacíos</p> <p>Clases de fallas</p> <p>Identificar las fallas</p> <p>trabajo de campo</p>	<p>Ensayo de lavado de asfalto</p>

MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACION DE PROBLEMA	OBJETIVO S	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTO S
¿De qué manera la utilización del pavimento flexible renovado mediante la técnica del reciclaje aumentará la capacidad en relación a la resistencia, productividad en la durabilidad y el porcentaje de vacíos de cemento asfáltico es mayor en el pavimento flexible reciclado con un asfalto convencional?	Determinar mediante esta técnica del reciclamiento como optimizará el contenido portante y su resistencia, nos resultará con durabilidad mayor y demostrar el porcentaje de vacíos de cemento asfáltico es mayor en el pavimento flexible reciclado con el pavimento convencional y así alargar la vida útil del pavimento flexible.	La técnica del reciclamiento optimizará el contenido portante y su resistencia, nos resultará con durabilidad mayor y demostrar el porcentaje de vacíos de cemento asfáltico es mayor en el pavimento flexible reciclado con el pavimento convencional y así alargar la vida útil del pavimento flexible	Variable Independiente Reciclado de pavimentación	Estabilidad Durabilidad Resistencia a tracción	Estabilidad Flujo Resistencia a tracción indirecta o directa Mejoradores de adherencia Aditivos Mejoradores Análisis de densidad y vacíos Evaluación de compactación en campo	Ensayo Marshall MTC E.502/503/504
PROBLEMA E SPECIFICO	OBJETIVO E SPECIFICO	HIPOTESIS E SPECIFICA	Variable dependiente	Resistencia esfuerzo corte de suelo	Resistencia a la fricción en las partículas Superficie resistente al deslizamiento	Ensayo lavado de asfalto - Análisis mecánico de los agregados mezcla asfáltica.
¿ De qué manera la técnica del reciclaje reusará los materiales para la recuperación de la base de rodadura del pavimento flexible De qué manera en la utilización de este método del reciclaje se aminorará los costos en la construcción de pavimentos flexibles; y estará reduciendo el impacto ambiental empleando el procedimiento del reciclamiento en la obra de pavimentos flexibles	Demostrar el incremento en la resistencia en capa del asfalto reciclado reformado en la técnica del reciclaje a igualación de un asfalto convencional, Determinar si el presupuesto de un asfalto reformado por la técnica del reciclaje en cotejo de un asfalto flexible habitual. Explicar cuál son los factores que no ayuda a mitigar la afección negativa del medio ambiente en comparación con el asfalto convencional empleando esta técnica del reciclaje	El incremento en la resistencia en la capa del asfalto reciclado reformado mejorará en la técnica del reciclaje aún mejor o igual de un asfalto convencional, si el presupuesto de un asfalto reformado por la técnica del reciclaje en cotejo de un asfalto flexible habitual. Y como disminuirá los factores que nos ayuda a mitigar la afección negativa del medio ambiente en comparación con el asfalto convencional empleando esta técnica del reciclaje y así aportar una mejora en contra la contaminación del planeta para nuestros ciudadanos	Capa de rodadura del pavimento	Reducir la tensiones/ Compactación de un suelo	Reducir la deformación y tracción Reducir las tensiones verticales Disminución de vacíos	
				Auscultación de la superficie del pavimento	Clases de fallas Identificar las fallas Trabajo de campo	



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPA DE RODADURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
MEDIANTE DEL RECLADO EN LA AV. ROOSEVELT, CHANCAY - 2020

HECHO POR : FRANKLIN C.

SOLICITANTE : ROSARIO PAU SALGUERO DE VELAZCO

ING. RESP. : RICARDO E. SELVA

MATERIAL : GRAVA CHANCADA < 3/4"

FECHA : 14-10-20

PROCEDENCIA : CANTERA CAJAMARQUELLA

CODIGO : AG MAC3 001-2020

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA ASTM C-136 AASHTO T-27 BTC E-304

TAMICES ASTM	ABERTURA TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE			DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA	
						TAMIZO MÁXIMO : 3/4"
						CANTERA: CAJAMARQUELLA
						PESO INICIAL : 7,837.0 gr
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000				100.0	
1/2"	12.700	1,542.0	21.9	21.9	78.1	OBSERVACIONES :
3/8"	9.525	2,590.0	36.4	58.3	41.7	GRAVA CHANCADA < 3/4" CHANCADA
1/4"	6.350					
N° 4	4.750	2,690.0	37.8	96.1	3.9	
N° 8	2.360					
N° 10	2.000	202.0	2.9	99.0	1.0	
N° 40	0.425	73.0	1.0	100.0		
N° 80	0.190					
N° 100	0.149					
N° 200	0.074					
< 200	-					



CUBAS INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Ricardo E. Selva
RICARDO E. SELVA GONZÁLEZ
ING. CIVIL (C) N° 18831



GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPA DE RODADURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
 MEDIANTE DEL RECICLADO EN LA AV. ROOSEVELT, CHANGAY - 2006
 HECHO POR : FRANKLIN C.
 SOLICITANTE : ROSARIO PAU SALGUERO DE VELAZCO
 ING. RESP. : RICARDO E. SILVA
 MATERIAL : PIEDRA Y ARENA CHANGADA
 FECHA : 14/10/20
 PROCEDENCIA : CANTERA CAJAMANGULLA
 CODIGO : AG MAC2 001-2020

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
 NORMA ASTM C-128 AASHTO T-84 MTC E-206**

MUESTRA		1	4	3	PROMEDIO	
A	Peso del Material Sat. Sup. Seco (al Aire)	(gr)	350.0	350.0	350.0	
B	Peso del Frasco + Agua	(gr)	678.0	664.3	643.2	
C	Peso del Frasco + Agua + A	(gr)	1028.0	1014.3	993.2	
D	Peso del Material + Agua en el Frasco	(gr)	698.0	684.2	686.2	
E	Volumen de Masa + Volumen de Vacío + C.D	(gr)	130.9	130.1	127.0	
F	Peso del Material Seco en Estado (105°C)	(gr)	345.4	348.2	346.3	
G	Volumen de Masa = F - (A-F)	(gr)	126.4	128.5	125.2	
	Peso Esp. Aparente = F/(B+A-C)	(gr/cc)	2.680	2.676	2.740	2.708
	Peso Esp. Aparente Sat. Sup. Seco = A/(B+A-D)	(gr/cc)	2.682	2.690	2.706	2.743
	Peso Esp. Nominal = F/(F-A-D)	(gr/cc)	2.713	2.714	2.700	2.736
	% de Absorción = (A-F)/F*100	(%)	0.468	0.517	0.488	0.488

OBSERVACIONES: Cumple el % Máximo permitido para Mezclas Asfálticas CO - 2013

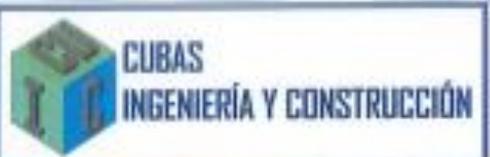
**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO
 NORMA ASTM C-127 AASHTO T-85 MTC E-206**

MUESTRA		1	4	3	PROMEDIO	
A	Peso del Material Sat. Sup. Seco (al Aire)	(gr)	2800.0	2800.0	2800.0	
B	Peso del Material Sat. Sup. Seco (en Agua)	(gr)	1758.0	1755.4	1755.3	
C	Volumen de Masa + Volumen de Vacío = A-B	(gr)	1041.4	1044.6	1044.7	
D	Peso del Material Seco en Estado (105°C)	(gr)	2779.0	2778.0	2778.2	
E	Volumen de Masa = C-A-B	(gr)	1920.4	1922.8	1922.9	
	Peso Esp. Aparente = D/(A-B)	(gr/cc)	2.909	2.899	2.859	2.862
	Peso Esp. Aparente Sat. Sup. Seco = A/(A-B)	(gr/cc)	2.909	2.880	2.880	2.883
	Peso Esp. Nominal = D/(D-B)	(gr/cc)	2.723	2.717	2.716	2.719
	% de Absorción = (A-B)/D*100	(%)	0.750	0.782	0.766	0.777

OBSERVACIONES: Cumple el % Máximo permitido para Mezclas Asfálticas CO - 2013
 Método de Arenas para Peso Específico y Absorción del Agregado Fino
 Método de Agregados para Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.



CUBAS INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
 Ricardo E. Silva
 INGENIERO EN GEOTECNIA
 ING. ÚNICO CP 10 00487



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

COMBINACION TECNICA DISTRIBUCION MAC-2

(MAC 0-50) + (ASF 0-100) / ASFALTO 7.000

PROYECTO: REFORZAMIENTO DE LA CAPA DE BARRIDA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE (S) REGULADO EN LA AN' RODRIGUEZ, CHANCHAY - 2008

CLIENTE: RICARDO PALMIGLIANO DE VELAZCO

Muestra: Combinacion Mac-2
 Centro: Cagayanpallá
 Lugar Estudio: Laboratorio

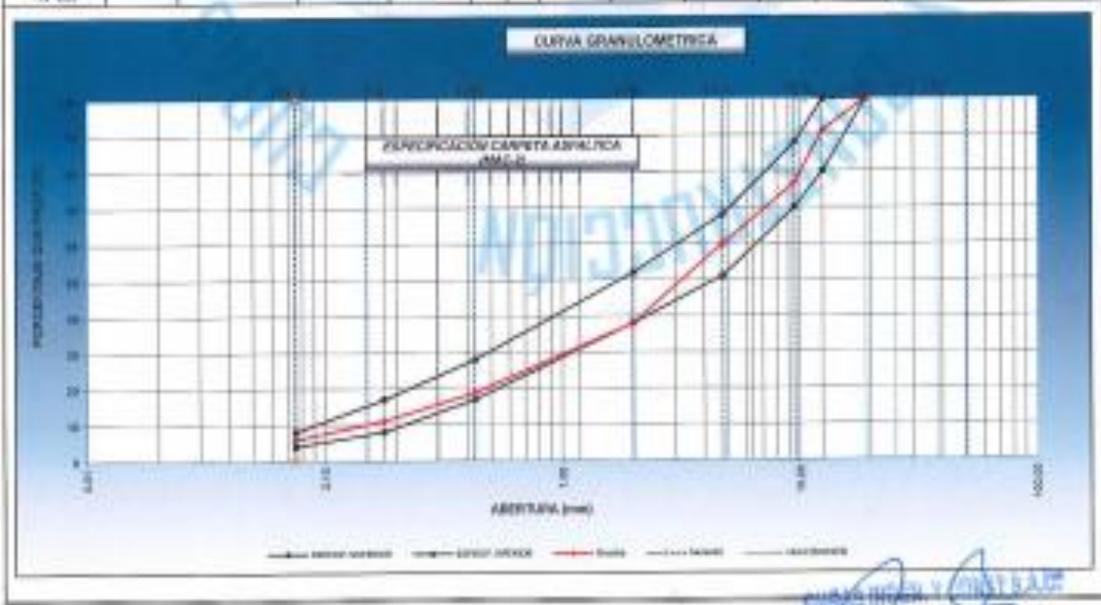
Estado: BAC-E-001-PEA-0078
 Apellido: Pava Mendizábal y Cordero
 Fecha: 13/02/09

Código Proyecto N°: DM-BAC-2-001-009
 Fecha Fin: Febrero 08
 Ing. Responsable: RICARDO E. ALBA

BASES DE LA MUESTRA

AGREGADOS	DISTRIBUCION EN PWD	PROVENIENCIA	OBSERVACIONES
1. Arena Clasificada N°	40.0%	Centro Cagayanpallá	
2. Arena Clasificada 0/4	40.0%	Centro Cagayanpallá	
3. Grava Apilada PWD 0/10	20.0%	Refinería Petrolera	

TAMIZ	ABERT. mm.	% RETENIDO PARCIAL		Pondero % Que Pasa	ESPECIFICACION		DESCRIPCION
		1. Arena Clasificada 0/4 - Cagayanpallá	2. Arena Clasificada Cagayanpallá		Alfama	Alfama	
1" ϕ_{75}	20.000				MAC 2		Tamaño Máximo: 20"
" $\phi_{47.5}$	12.500				Alfama	Alfama	Tamaño Nominal: 12.5"
$\phi_{47.5}$	12.500	100.0	100.0	00.0	100	100	Composición de Agregados: Grava: 40.0 % Arena: 60.0 % Fines: 0.0 %
ϕ_{75}	7.500	10.7	100.0	89.3	80	80	
ϕ_{150}	1.500	41.7	100.0	58.3	10	80	
MP 4	4.750	0.0	87.1	12.9	30	60	
MP 8	7.500	0.0	0.0	100.0	10	10	
MP 10	7.500	0.0	80.0	20.0	10	20	
MP 15	1.180	0.0	0.0	100.0	0	0	
MP 30	0.425	0.0	0.0	100.0	0	0	
MP 40	0.425	0.0	0.0	100.0	0	0	
MP 60	0.250	0.0	0.0	100.0	0	0	
MP 80	0.175	0.0	0.0	100.0	0	0	
MP 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0	0	
MP 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0	0	
Nº 200							



Ricardo E. Alba
 RICARDO E. ALBA
 ING. CIVIL, Nº 11-5617



3. COMPOSICIÓN

Mezcla de poliaminas modificadas y aceites vegetales.

4. PROPIEDADES FÍSICAS

Aspecto	líquido fluido
Color	marrón
Densidad aparente a 20°C	$0,8 \pm 0,1 \text{ g/cm}^3$
Viscosidad 25°C	$60 \pm 10 \text{ cP}$
punto de inflamación	$> 150^\circ\text{C}$
Pour Point	$\geq -5^\circ\text{C}$

5. ALMACENAMIENTO

Posiblemente en ambientes protegidos de la intemperie.

6. PRESENTACIÓN

En tambores de 200 kg o tanques de 950 kg.

7. MEDIDAS DE SEGURIDAD

Consultar la hoja de seguridad del producto.

REV 00-17

COTIZACIÓN N° 2019

REFERENCIA : SOLICITUD ENVIADA POR CORREOELECTRÓNICO
SOLICITANTE : ING. CARLOS NUÑEZ **CORREO:** rosariopau93@gmail.com
RUC : **TELF.** : 9225-77663
ATENCIÓN : ROSARIO PAU S.
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPA DE RODADURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL RECICLADO EN LA AV. ROOSEVELT
UBICACIÓN : CHANCAY - HUARAL - LIMA
FECHA : Jueves, 17 de setiembre del 2020

Ítem	DESCRIPCIÓN	Unidad	Metrado	Precio Unitario (S/.)	Sub-Total (S/.)
1.00	PAVIMENTOS				143,910.00
01.01	IMPRIMACION CON MC-30	M2	2,700.00	4.00	10,800.00
01.02	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2 e=2", CONVENCIONAL	M2	2,700.00	49.30	133,110.00
02.00	VARIOS				8,780.00
02.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	GLB	1.00	5,000.00	5,000.00
02.02	LIMPIEZA DE SUPERFICIE PARA IMPRIMACION	M2	2,700.00	1.40	3,780.00

COSTO DIRECTO 152,690.00

IGV 18.00% 27,484.20

TOTAL PRESUPUESTO 180,174.20

NOTA:

- Los metrados son referenciales, suministrado por el cliente.
- Los precios incluyen Gastos generales y Utilidades.
- Los precios son para trabajos diurnos con jornadas laborales no mayores a 8 horas.
- El precio incluye, seguro SCRT, exámenes médicos y certificado de antecedentes policiales y penales.
- Los acuerdos sindicales y sociales serán por cuenta del contratante.
- El suministro de asfalto será desde la planta de Vegueta, carretera Pan. Norte Km 165.50
- El contratante deberá obtener los permisos y autorizaciones necesarios para ejecutar el trabajo.
- La validez de la oferta es de 30 días calendario.

FORMA DE PAGO:	ADELANTO	70%	S/.	126,121.91
-----------------------	-----------------	-----	-----	------------

CUENTAS DE PAGO:

BANCO DE CRÉDITO - BCP	CTA CTE SOLES
N° CUENTA	194-1198907-0-89
N° CÓDIGO INTERBANCARIO (CCI)	002-194-001198907069-90
BANCO CONTINENTAL - BBVA	CTA CTE SOLES
N° CUENTA	0011-0347-0100014103
N° CÓDIGO INTERBANCARIO (CCI)	011-347-000100014103-24
BANCO NACIÓN	CTA DETRACCIÓN
N° CUENTA	605352

Atentamente:
Victor Castro
Gerente Comercial
vcastro@ditranserva.com.pe

Ficha de evaluación PCI

FICHA DE EVALUACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Nombre de la vía: Av. Roosevelt

Longitud del tramo: 50 m de Ubicación de fallas: 2+025 km

FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES		SEVERIDAD			EXTENSION		
		Baja	Medio	Alto	<20%	20=50%	>50%
DEFICIENCIA O FALLAS ESTRUCTURALES							
Piel de Cocodrilo			X			X	
Fisuras Longitudinales							
Deformaciones							
Abuellamientos							
Reparaciones o Parchados							
DEFICIENCIA O FALLAS SUPERFICIALES							
Peladura y desprendimiento							
Baches(Huecos)							
Fisura Transversales							
Exudación							

CONDICIONES DE MANEJO		
EXCELENTE()	SIUAVE Y PLACENTERO	
BUENO ()	CONFORTABLE	
REGULAR ()	INCONFORTABLE	
MALA (X)	IRREGULAR	
PESIMO ()	PELIGROSO	
AREA AFECTADA	1.5 M2	

Descripción de observaciones: Se puede apreciar que el área presenta fallas piel de cocodrilo.



Ing. Hernan Otrilla Saavedra
 NCO GRUPO CONSTRUCTOR S.A.C.
 Reg. CIP N° 89937