



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

TRATAMIENTO SUPERFICIALES DE PAVIMENTOS

PRESENTADO POR

BACHILLER WALTER NOEL TICONA LLICA

ASESOR

MGR. RUTH MERCEDES JINES CABEZAS

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

MOQUEGUA – PERÚ

2017

CONTENIDO

	Pág.
PORTADA	
Página de jurado.....	i
Contenido.....	ii
Índice de tablas.....	iv
Índice de figuras.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Marco teórico.....	4
3.1.1. Pavimento.....	4
3.1.2. Características que debe tener un pavimento.....	5
3.1.3. Clasificación de los pavimentos.....	6
3.1.4. Elementos estructurales que conforman un pavimento.....	9

3.1.5. Ventajas y desventajas del uso de pavimentos flexibles y rígidos	12
3.1.6. Tipos de fallas en pavimentos	16
3.1.7. Tratamientos asfálticos superficiales.....	20
3.1.8. Procedimiento de tratamiento de superficies de pavimento.....	29
3.2. Caso práctico	37
3.2.1. Tratamiento superficial de pavimento simple	37
3.2.2. Diseño del pavimento.....	38
3.2.3. Sector de recapeo.....	38
3.2.4. Espesor de recapeo	39

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones	42
4.2. Recomendaciones.....	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
APÉNDICE.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tramo Juliaca-Chilla-Coata KM 0+000 – KM 19+00.....	38
Tabla 2. Consolidación de sectorización tramo Juliaca – Chilla – Coata	40

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema de un pavimento flexible.....	7
Figura 2. Esquema representativo de un pavimento rígido.....	8
Figura 3. Etapas para la preparación de la base	10
Figura 4. Etapas para la preparación de la subrasante	12
Figura 5. Esquema del tratamiento superficial simple.....	22
Figura 6. Esquema del tratamiento superficial doble.....	23
Figura 7. Proceso de limpia de pavimento.	30
Figura 8. Fisuras con concreto.	31
Figura 9. Equipo de corte.....	33
Figura 10. Capas de compactado.	35
Figura 11. Espesor de re-capeo Km 0+ 000-Km 3+ 000 L= 19,00 Km.....	39
Figura 12. Espesor de re-capeo Km 3+000- Km 8+000 L= 1,02 Km.....	39
Figura 13. Espesor de re-capeo Km 8+000- Km 10+000 L= 19,00 Km.....	39
Figura 14. Espesor de re-capeo Km 10+000- Km 19+000 L= 19,00 Km.....	39
Figura 15. Tratamiento superficial de pavimento Slarry Seal.....	41

RESUMEN

Los tratamientos superficiales son una excelente alternativa como técnica de construcción para algunos tipos de vías, a unos costos favorables. Sin embargo, en nuestro país esta alternativa de construcción no cuenta con gran aceptación, debido a la falta de voluntad por implementar alternativas no convencionales. El objetivo primordial de este trabajo es afianzar el conocimiento teórico en relación al tratamiento superficial de pavimentos, para tal proceso se realizó un análisis de ventajas y desventajas en el tratamiento superficial flexible: Asimismo el procedimiento para la implementación de tratamientos superficiales, para tal fin se realizó revisiones bibliográficas para incrementar los conocimientos relacionados a los tratamientos superficiales, las fallas que estas presentan y conocer las posibles causas por la cual se presentan, también lo relacionado al procedimiento de tratamientos superficies en los pavimentos. Se muestra un caso práctico de tratamiento superficial simple con aplicación única de asfalto lechada asfáltica (Slarry Seal). En conclusión el presente trabajo ayudará al incremento de conocimiento con relación al tratamiento superficial de pavimentos, con relación a los procedimientos de implementación de los tratamientos superficiales, las ventajas y desventajas que estas presentan de manera resumida y entendible.

Palabras clave: Tratamiento, superficial, construcción, vías, pavimento, asfalto, implementación, lechada.

ABSTRACT

Surface treatments are an excellent alternative as a construction technique for some types of roads, at favorable costs. However, in our country this construction alternative does not have great acceptance, due to the lack of will to implement non-conventional alternatives. The main objective of this work is to strengthen the theoretical knowledge in relation to the surface treatment of pavements, for such a process I carry out an analysis of advantages and disadvantages in flexible surface treatment: Also the procedure for the implementation of surface treatments, for this purpose made bibliographic reviews to increase the knowledge related to superficial treatments, the faults that these present and to know the possible causes by which they are presented, also it related to the procedure of surface treatments in the pavements; A practical case of simple superficial treatment with single application of asphalt asphalt asphalt (Slarry Seal) is shown. In conclusion, this work will help to increase knowledge in relation to the surface treatment of pavements, in relation to the procedures of implementation of surface treatments, the advantages and disadvantages that they present in a summarized and understandable way.

Keywords: Treatment, surface, construction, roads, pavement, asphalt, implementation, grout.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En nuestro país no cabe duda de que el desarrollo económico y social de las comunidades ha estado siempre vinculado al mejoramiento de los sistemas de transporte. Las comunidades crecen en lo cultural, en lo social y en lo económico a medida que exista posibilidad de comunicarse y trasladarse. Lo anterior nos puede llevar a la conclusión de que el crecimiento de una región puede verse limitada por insuficiencia de medios de comunicación, ya sea interna o externamente a otras comunidades vecinas. Las vías de transporte con el paso del tiempo, factores climáticos y de uso, son agentes que afectan y deterioran las vías de transporte, para lo cual se tiene tratamientos para así recuperar y mejorar dichas vías.

Los tratamientos superficiales abarcan desde una simple y ligera aplicación de cemento asfáltico o emulsión bituminosa, a múltiples aplicaciones de materiales asfálticos sobre las que se distribuyen agregados pétreos.

También se consideran tratamientos superficiales algunos tipos de mezcla asfáltica-agregados. Todos los tratamientos superficiales sellan y prolongan la vida de los caminos. Cada tipo tiene una o más propósitos especiales. La siguiente es

una clasificación de tratamientos superficiales asfálticos de acuerdo a su aplicación y preparación.

- a. Tratamientos superficiales con aplicación de asfalto y distribución de agregados.
 - Tratamientos superficiales simples.
 - Tratamientos superficiales dobles.
- b. Tratamientos superficiales con aplicación única de asfalto.
 - Riego de imprimación.
 - Paliativos de polvo.
 - Road rolling.
 - Riegos de liga.
 - Riego pulverizado (Fog seal).
- c. Lechadas asfálticas

Este estudio permitirá comprender, interpretar y comparar con mejor juicio los resultados obtenidos en los tratamientos superficiales de pavimentos y su uso para la conservación estructural de pavimentos y preparar a los constructores, supervisores, diseñadores e investigadores.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Presentar un trabajo monográfico para incrementar los conocimientos teóricos con relación al tratamiento superficial de pavimentos.

2.2. Objetivos específicos

Implementar una guía teórica en la conformación de pavimentos, clasificación de pavimentos y elementos que integran los pavimentos.

Afianzar el conocimiento teórico de las ventajas y desventajas del uso de pavimentos flexibles y rígidos.

Explicar el procedimiento de implementación para el tratamiento superficial de pavimentos.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Marco teórico

3.1.1. Pavimento

Un pavimento está compuesto por un número de capas de material seleccionado y construido tomando en consideración criterios técnicos, que a su vez, está superpuesto de forma relativamente horizontal. La composición de esta estructura estratigráfica se encuentra apoyada sobre una capa denominada subrasante, que se obtiene con el movimiento de tierras durante el proceso de explotación y que deberá soportar correctamente los esfuerzos de las cargas generadas repetitivamente a causa del tránsito de vehículos que se transmitirá durante el tiempo proyectado del diseño de la estructura del pavimento (Montejo, 2006).

Las superestructuras visualizadas en carreteras, aeropuertos, calles, etc. Por el cual se desplazan vehículos automotores son conocidas como pavimentos, que están conformadas por capas superpuestas de grosores finitos, establecidos sobre un semi-espacio estimado teóricamente como infinito de nombre, terreno de fundación que cumple la función de:

- Soportar, distribuir, Transferir la fuerza de las cargas originadas por los vehículos, al terreno de fundación.
- Generar bienestar, seguridad, durante el periodo de rodadura de los vehículos.

3.1.2. Características que debe tener un pavimento

Para el cumplimiento adecuado de la funciones del pavimento, esta deberá de cumplir los requisitos siguientes:

- Soportar las inclemencias climáticas (precipitaciones fluviales, vientos, insolación, etc.).
- Soportar las fuerzas generadas por el tránsito de vehículos en la vía.
- La regularidad superficial, transversal y longitudinal debe generar bienestar a los usuarios, en función a las variaciones de la velocidad de circulación, a causa de las longitudes de onda de deformaciones.
- El sonido generado por la rodadura, en el exterior e interior de los vehículos deberán ser adecuadamente moderados ya que estos afectan al usuario.
- La textura superficial del pavimento deberá estar afín con la velocidad de circulación de los vehículos, ya que es fundamental para la seguridad vial; Asimismo tiene que soportar el desgaste generado a causa del efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- El color debe ser adecuado para evitar deslumbramientos y reflejos para tener una seguridad de tránsito adecuado.
- El drenaje debe realizarse afín de evitar daños en el pavimento.
- El pavimento debe cumplir con el periodo de diseño.
- Debe ser económico.

3.1.3. Clasificación de los pavimentos

La clasificación de pavimentos se muestra de la siguiente forma; pavimentos flexibles, pavimentos semi-flexibles o semi-rígidos, pavimentos rígidos y pavimentos articulados.

3.1.3.1 Pavimentos flexibles.

El pavimento flexible viene a ser la conformación de varias capas en serie desde la plataforma de la subrasante hasta la superficie de rodadura en algunas conformaciones se toma en consideración como parte del pavimento a la capa con denominación subrasante.

El sistema de estructuración del pavimento determina la distribución de las cargas, este pavimento viene siendo conformado por capas colocadas en orden descendente de acuerdo a la capacidad de carga.

La particularidad de este pavimento es que está conformado por una carpeta bituminosa que generalmente está apoyada sobre dos capas no rígidas que son denominadas base y subbase; Sin embargo este pavimento no necesariamente requiere las dos capas y puede prescindir de cualquiera de estas dependiendo la particularidad y necesidad de cada obra (Montejo, 2006).

Las características de tránsito de vehículos y materiales de las capas inferiores de la superestructura están íntimamente relacionados con el grosor y la calidad de las capas del pavimento. Tomando en consideración estos parámetros se debe estructurar el pavimento, utilizando materiales disponibles en canteras seleccionadas cercanas.

La típica estructura de un pavimento flexible consta de las siguientes partes constitutivas:



Figura 1. Esquema de un pavimento flexible
Fuente: Ortiz, 2017

3.1.3.2 Pavimentos semi-rígidos.

La particularidad del pavimento semi-rígido es que, una de las capas es rigidizada artificialmente con un aditivo (cemento, cal, asfalto, emulsión). La utilización de dicho aditivo es para la corrección o modificación de las propiedades mecánicas de los materiales locales, que no cumplan con las características necesarias para la conformación de las capas del pavimento, tomando en consideración que el material adecuado se encuentran a distancias muy alejadas que afectarían considerablemente al costo de construcción.

3.1.3.3 Pavimentos rígidos.

La particularidad del pavimento rígido, primordialmente es que están compuestos por una losa de concreto hidráulico, que se encuentra sobre una capa o sobre la subrasante de un material seleccionado, que lleva por denominación subbase de pavimento rígido. Por el elevado coeficiente de elasticidad, el concreto es capaz de resistir en algún porcentaje, los esfuerzos a la tensión y a su vez distribuir los esfuerzos que se producen en una zona muy amplia. Las capas subyacentes tienen

poca influencia para el diseño del grosor del pavimento, ya que el aporte estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de la losa de concreto hidráulico (Montejo, 2006).



Figura 2. Esquema representativo de un pavimento rígido
Fuente: Inciarte, 2012

a. Tipos de pavimento rígido.

Los pavimentos rígidos tienen 5 tipos:

- Pavimento rígido de concreto simple.
- Pavimento rígido de concreto simple con barras de transferencia de carga.
- Pavimento rígido de concreto reforzado y con refuerzo continuo.
- Pavimento rígido de concreto presforzado.
- Pavimento rígido de concreto fibroso.

3.1.3.4 Pavimentos articulados.

La composición de los pavimentos articulados tiene la particularidad de estar constituida por bloques de concreto prefabricado, de grosor uniforme e iguales entre sí, denominados adoquines. Estas descansan sobre una capa delgada de arena que a su vez, estas se apoyan en una base granular o sobre la subrasante, considerando la

periodicidad de las cargas de circulación en el pavimento, la calidad y magnitud del pavimento.

3.1.4. Elementos estructurales que conforman un pavimento

3.1.4.1 Base.

La ubicación de la capa con denominación base es sobre la subbase o, ha ausencia de esta sobre simplemente terracería, debiendo esta capa ser conformada por materiales de mejor calidad que la subbase. La capa base debe de cumplir con los siguientes requisitos por la importancia en la conformación del pavimento.

- La resistencia estructural de la capa deberá estar diseñada para soportar constantemente las presiones que le sean ejercidas por vehículos en movimiento o estacionados (Crespo, 2011).
- El grosor de la base se deberá diseñar a fin, que las presiones que se vayan a transmitir a la subbase o subrasante, no sobrepasen la resistencia estructural de estas (Crespo, 2011).
- A la variación de las condiciones de la humedad, no se deben de generar cambios volumétricos perjudiciales en la base (Crespo, 2011).

El material del cual está constituido la base, es un material pedregoso seleccionado que generalmente esta sobre la subbase y muy pocas veces sobre la subrasante. Por encima de la base se encuentra una carpeta asfáltica cuya función principal es resistir las cargas de los vehículos, a fin, de transmitir y distribuir los esfuerzos por medio de la carpeta a las capas inferiores, para evitar las posibles deformaciones que sean perjudiciales (Sánchez, 1982).



Figura 3. Etapas para la preparación de la base
Fuente: Miranda, 2010

3.1.4.2 Subbase.

La capa con denominación subbase se encuentra bajo de la capa base y está conformado por un material granular del tipo grava –arena.

Funciones que debe tener la subbase:

- Disminuir el grosor de la base a fin de reducir el costo de pavimento, ya que al tener la subbase mayores especificaciones rígidas, el costo empleado en la base será menor.
- Aislar a la base de la terracería, puesto que generalmente ésta está constituida por material plástico y fino, y de no existir aislamiento por la subbase, se corre el riesgo que el material de la terracería se introduzca en la base generando una disminución en la resistencia estructural de la base y cambios volumétricos a causa de la variación de condiciones de la humedad en esta. Tal aislamiento deberá hacerse con el fin de evitar los bufamientos y revolturas en la base ante

el uso de gravas de río o piedra triturada y no solo impedir que el material que consiste en finos plásticos se introduzcan en la base de textura abierta (Crespo, 2011).

- Durante el proceso constructivo de caminos con frecuencia se construye la subbase, que en síntesis es un revestimiento provisional, que consiste en una superficie de rodadura para el tránsito de vehículos y el paso de equipos de construcción por el camino antes de quedar pavimentado. Si durante este periodo la subbase reúne las condiciones necesarias se considerará el espesor del pavimento, o simplemente dejarlo como parte de la terracería.

La subbase se ubica entre la base y subrasante que está constituido por materiales seleccionados, y tiene función de ser una capa de transición entre los materiales gruesos de base y materiales finos de la subrasante con el objetivo de evitar la contaminación de revolturas entre ellos, además de transferir en forma adecuada a la subrasante los esfuerzos del tránsito asignados por medio de la base, también mitiga los efectos dañinos generados a causa de los cambios volumétricos en los suelos de subrasante, además que en ocasiones contribuye al drenaje en la estructura y reducir costos del pavimento (Sánchez 1982).

3.1.4.3 Subrasante.

Depende mucho la calidad de la subrasante, para la determinación del espesor en el pavimento ya sea rígido o flexible, un parámetro para la evaluación de esta capa se utiliza, la resistencia a la deformación o capacidad de soporte que esta tiene a causa del esfuerzo cortante bajo las cargas de tránsito. Se debe considerar la sensibilidad que tiene el suelo con relación a la humedad, frente a las eventualidades de

variaciones de volumen (hinchamiento – retracción), lo referente a la resistencia del mismo.

Para la correcta implementación de la capa subrasante se debe considerar el tipo de cambios que se puedan presentarse en los volúmenes de los suelos, ya que si este es de tipo expansivo generara peligrosos daños en la estructura que se soporten sobre éste, ya que una variación en la humedad del suelo sería un riesgo para la estructura y se deberá impermeabilizar con algún tipo de aditivo, en nuestro medio para la estabilización de los suelos se lograron los mejores resultados con la cal (Montejo, 2006).

Los materiales que componen la subrasante deben ser compactables y tener por lo menos un 95 % de grado de compactación.

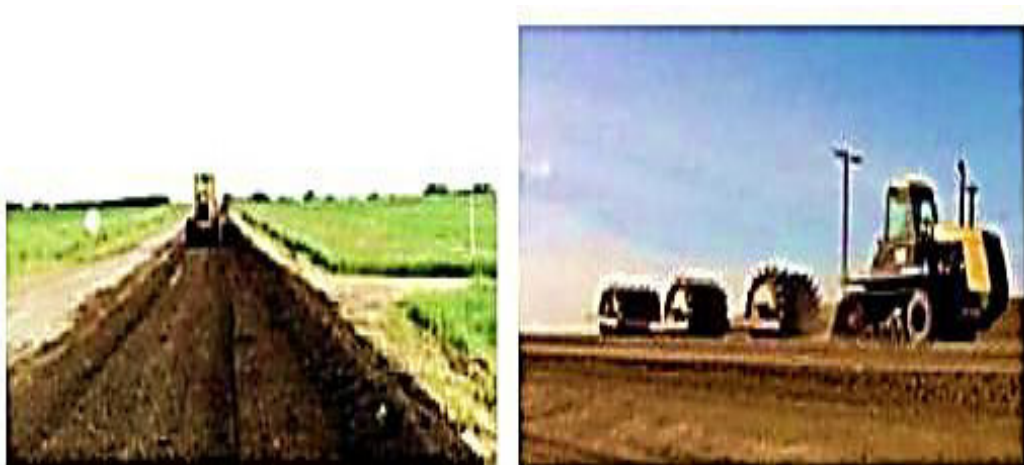


Figura 4. Etapas para la preparación de la subrasante
Fuente: Miranda, 2010

3.1.5 Ventajas y desventajas del uso de pavimentos flexibles y rígidos

3.1.5.1 Pavimento flexible.

a. Ventajas.

- La implementación inicial del pavimento flexible no es muy costosa.

- El diseño de un pavimento flexible oscila de 10 a 15 años.

b. Desventajas.

- El mantenimiento del pavimento flexible deberá ser constante para poder cumplir con su vida útil.
- El dislocamiento y roderas en el pavimento se generan a causa de cargas pesadas que son un peligro latente para los usuarios, además de presentarse constante a causa del frenado en las casetas de cobra, intersecciones, Además de ser un riesgo las roderas llenas de agua por las lluvias ya que pueden generar la pérdida del control de los vehículos, deslizamientos y dar lugar a accidentes y causar accidentes.
- A causa de las inclemencias climáticas se presentan agrietamientos, dislocaciones en el pavimento, razón por la que se deberá realizar recubrimientos superficiales o la utilización de selladores de grietas.
- Cuando el asfalto se encuentra mojado o húmedo la distancia del frenado en una superficie de hormigón deberá ser mayor y más aún si presentan huellas.
- La práctica ha demostrado que una vez se formen huellas en asfalto, estas se volverán a presentar aunque se le coloque una sobrecarpeta de asfalto en el pavimento.
- En las huellas que son dejadas por las ruedas de los neumáticos reaparecen debido a la incapacidad del asfalto de conseguir una compactación adecuada, además que esta no resiste las presiones y volúmenes de tráfico de hoy en día.

3.1.5.2 Pavimento rígido.

a. Ventajas.

- La cantidad de luminarias y consumo de energía tiene la posibilidad de disminuir en un 30 % ya que el concreto refleja la luz, lo que genera un incremento en la visibilidad.
- En el concreto se presenta levemente el efecto “spray” es decir que el agua que despiden las unidades automotoras que van adelante no recae sobre el parabrisas del vehículo que va por detrás, que genera problemas para la visibilidad; además de no presentar acumulación de agua y que no se ahueca nunca.
- La adherencia en una superficie de pavimento de concreto, es mucho más sencilla de generar durante su construcción, es decir que se le genera mayor “rugosidad”.
- Las características de rigidez en el concreto son muy predominantes para que la superficie del campo rodado conserve la planeidad.
- En la actualidad la construcción de los pavimentos de concreto se pueden realizar de manera más suave que la que se presenta en el asfalto, ya que la lisura en el pavimento es un factor muy importante para los usuarios.
- Las cargas de tráfico por más pesadas que sean estas, no producen ahuecamientos o deformaciones como en el caso del asfalto.
- Estudios realizados en los pavimentos rígidos demuestran que la eficiencia del combustible es mayor, debido a que el rodado de los neumáticos es más sencillo en una superficie dura.

- El concreto pasado el primer mes de su utilización paulatinamente continua ganando un 40 % de su resistencia, es decir que se endurece mucho más a medida que pasa el tiempo.
- La vida intermedia del concreto es de 30 años.
- En la práctica se pudo observar que el pavimento de concreto con mucha frecuencia sobrepasa la vida de diseño para el que fue construido.
- Los diseños de pavimentos de concreto varían desde 10 a 50 años, esto dependiendo a la necesidad del sistema.
- Es posible que utilizando técnicas de restauración en los pavimentos rígidos éstos puedan ampliar su vida hasta en tres veces para la cual fueron diseñadas.
- El requerimiento de realizar mantenimientos a los pavimentos de concreto es mínimo, ya que se tiene mayor expectativa de vida.
- Los mantenimientos o reparaciones anuales se reducen considerablemente a causa de la durabilidad del concreto.
- Los tiempos para la construcción y tránsito de los pavimentos son muy cortos, es más se pueden dar hasta en 12 horas.

b. Desventajas.

- A comparación del costo inicial del pavimento flexible este es mucho más costoso.
- El diseño de para este tipo de pavimentos de deberá realizar con mucho cuidado.

3.1.6. Tipos de fallas en pavimentos

El periodo preferible para realizar la identificación de fallas en el pavimento, considerando el tipo, magnitud y severidad de este, se debe efectuar a comienzos de la primavera y una vez al año. Además de identificar si el agua, temperatura, carga que soporta o diseño del pavimento tenga que ver con la causa de la falla, para tal fin se pueden utilizar pruebas destructivas y no destructivas y así poder conocer el estado estructural y material que se encuentra bajo la superficie del pavimento.

En la estructura del pavimento flexible se presentan los siguientes tipos de fallas.

- Fisuras y grietas.
- Deterioro superficial.

La definición de los deterioros además de la identificación de las posibles causas de estas fallas, nos permitirán tener mayor información para su identificación, estas detallan a continuación.

3.1.6.1 Fisuras y grietas.

a. Fisuras y grietas por fatigamiento.

Las características de este tipo de fisuras es que presentan patrones irregulares que se ubican donde constantemente se presentan cargas, el origen de esta falla es al fondo de las capas asfálticas, es decir donde los esfuerzos de tracción son mayores lo que origina un parecido a la piel de cocodrilo. En las carpetas asfálticas que están colocadas encima del pavimento de hormigón no se presentan este tipo de daños.

Posibles causas:

La razón más habitual para este tipo de fallas es a causa de la fatiga de la carpeta asfáltica o estructura debido a:

- El escaso grosor de la capa en la estructura.
- Mala conformación en la capa subrasante que genera su deformación.
- A causa del envejecimiento o por oxidación en la mezcla asfáltica se genera la Rigidización en las zonas de carga.
- Los materiales granulares que conforman la carpeta asfáltica es afectada por problemas de drenaje.
- Las compactaciones realizadas en las capas asfálticas o granulares no se realizaron correctamente.
- La preparación de la mezcla asfalta se realiza en forma deficiente.
- Malos mantenimientos realizados en la carpeta asfáltica.

b. Fisuras y grietas en bloque.

La particularidad de esta falla es que se presentan en áreas que no presentan cargas y que el asfalto es dividido en formas más o menos rectangulares en bloques, pero a causa del constante tránsito estas fisuras en bloque pueden evolucionar en una falla de piel de cocodrilo.

Posibles causas:

- Generalmente es ocasionada por la contracción del pavimento asfáltico debido a los cambios de temperatura durante el día, lo que se produce en ciclos de

esfuerzo–deformación sobre la mezcla. Cuando se aprecia este tipo de fisuras nos da a conocer que el asfalto se ha endurecido, esto generalmente debido al envejecimiento de la mezcla o al uso de un tipo de asfalto inapropiado para el clima de la zona.

- Reflejo de grietas de contracción derivados de materiales estabilizados utilizados como base.
- Combinación del uso de un asfalto de baja penetración con el cambio volumétrico del agregado fino de la mezcla asfáltica.
- Grosor del pavimento inadecuado para el nivel de solicitaciones.
- Deficiente capacidad de soporte de la subrasante.

c. Grietas de borde.

Son grietas que tienden a formas longitudinales a semicircular, que generalmente están ubicadas cerca del borde de la calzada, en su mayoría se presentan a causa de la ausencia de berma o por la diferencia de nivel de la berma y la calzada. En su mayoría se ubican dentro de una franja paralela al borde, con ancho hasta 0,60 m².

Posibles causas:

Generalmente la causa principal de este daño es la falta de confinamiento lateral de la estructura debido a la falta de bordillos, anchos de berma escasa, sobrecarpetas que llegan hasta el borde del carril y quedan en desnivel con la berma; en estos casos la fisura es generada cuando el tránsito que circula muy cerca del borde. Las fisuras que aparecen por esta causa generalmente se encuentran a distancias entre 0,30 m a 0,60 m del borde de la calzada.

d. Fisuras de grietas longitudinales y transversales.

Se presentan por discontinuidades en la carpeta asfáltica, en la misma dirección del tránsito o transversales a él. Donde nos da a conocer la existencia de esfuerzos de tensión en alguna de las capas de la estructura, las cuales han superado la resistencia del material afectado. La ubicación de las fisuras dentro del carril puede ser un buen indicativo de la causa que las generó, ya que aquellas que se encuentran en zonas sujetas a carga pueden estar relacionadas con problemas de fatiga de toda la estructura o de alguna de sus partes.

Posibles causas:

Las principales causas para ambos tipos de fisuras, son:

- Rigidización de la mezcla asfáltica por pérdida de flexibilidad debido a un exceso de filler, o al envejecimiento del asfalto, ocurre ante bajas temperaturas o gradientes térmicos altos (generalmente superiores a 30 °C).
- Reflexión de grietas de las capas inferiores, generadas en materiales estabilizados o por grietas o juntas existentes en placas de concreto hidráulico subyacentes.

Otra causa para la conformación de fisuras longitudinales es:

- Fatiga de la estructura, usualmente se presentan en las huellas de tránsito.

Otras causas para la conformación de fisuras transversales son:

- Pueden corresponder a zonas de contacto entre corte y terraplén por la diferencia de rigidez de los materiales de la subrasante.

- Riego de liga insuficiente o ausencia total.
- Pueden corresponder a zonas de contacto entre corte y terraplén por la diferencia de rigidez de los materiales de la subrasante.
- Riego de liga insuficiente o ausencia total.

e. Fisuras y grietas reflejadas

Este tipo de daño ocurre cuando existe una capa de pavimento asfáltico sobre placas de pavimento rígido; estas fisuras aparecen por la proyección en superficie de las juntas en dichas placas, en cuyo caso presentan un patrón regular, o también cuando hay grietas en el pavimento rígido que se han reflejado hasta aparecer en la superficie presentando un patrón irregular.

Posibles causas:

Son generadas por los movimientos de las juntas entre placas de pavimento rígido o de los bloques formados por las grietas existentes en éste, debido a los cambios de temperatura y de humedad. Generalmente no se atribuyen a las cargas de tránsito, aunque éstas pueden provocar fisuración en las zonas aledañas incrementando la severidad del daño.

3.1.7. Tratamientos asfálticos superficiales

Se le conoce así a la implementación de una capa de revestimiento de mínimo grosor, que se realizan por medio de riegos sucesivos y alternados de agregados pétreos y material bituminoso. Esta capa no dará refuerzo alguno a la estructura, sino que simplemente protegerá a la capa base del desgaste y acciones del tiempo,

es importante conocer que este tipo de tratamientos superficiales no corrigen deformaciones, agrietamientos fuertes, depresiones, ya que lo único que logran es una capa impermeable.

Los beneficios del uso de este tipo de tratamientos es que permiten la construcción de carpetas por etapas sin la utilización de equipos sofisticados y en forma relativamente sencilla.

En su totalidad los pavimentos superficiales cumplen la función de sellar y prologar la vida de los caminos, es más que por cada tipo estas tienen una o más propósitos especiales.

Los tratamientos asfálticos superficiales dentro de las técnicas de la pavimentación pasaron de ser un sistema utilizado por tránsito liviano a ser usado en el tránsito pesado y autopistas, a su vez estos pueden ser utilizados para la conservación de pavimentos asfálticos o protección de pavimentos estabilizados.

3.1.7.1 Tipos de tratamiento asfálticos.

Se denominan tratamientos asfálticos aquellos que comprenden desde una simple y leve aplicación de cemento asfáltico o emulsión bituminosa, a varias aplicaciones de materiales asfálticos las que se distribuyen sobre agregados pétreos.

De igual manera se denominan tratamientos asfálticos superficiales a ciertas mezclas asfálticas-agregados. En su totalidad los tratamientos superficiales prolongan la vida de los caminos y a su vez los sellan. Cada tipo de tratamientos superficiales tiene uno o más propósitos especiales.

A continuación se muestran una clasificación de tratamientos asfálticos superficiales considerando la forma en que estas son aplicadas aplicación y su preparación.

a. Tratamientos superficiales con distribución de agregados y suministro de asfalto.

a.1 Tratamiento superficial simple (TSS).

Este tipo de tratamiento se caracteriza por realizar una sola aplicación de ligante bituminoso el que deberá ser distribuido uniformemente, a continuación de esta capa se deberá aplicar un material árido que tendrá que ser lo más uniforme que como sea posible. Todo el procedimiento mencionado se deberá realizar sobre una superficie acondicionada a su vez, que esta tendrá que contar con una estructura apropiada de acuerdo con las condiciones a las que esta estará expuesta.

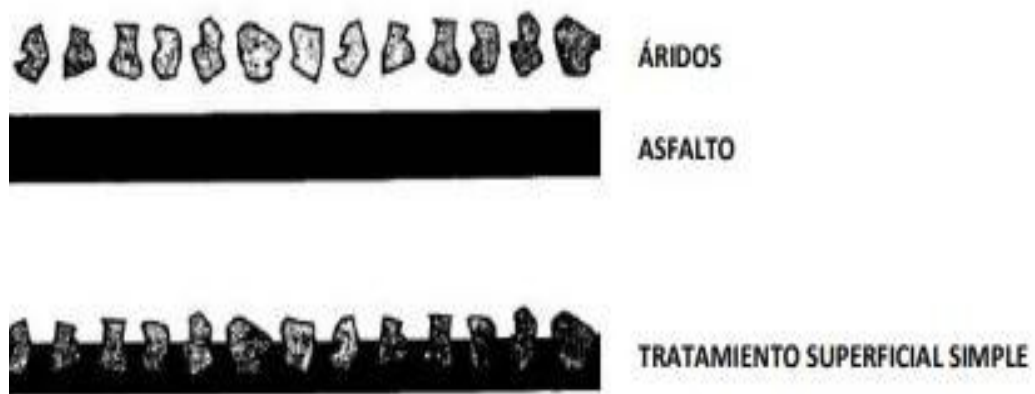


Figura 5. Esquema del tratamiento superficial simple
Fuente: Queirolo, 2009

a.2 Tratamiento superficial doble (TSD).

Son dos riegos alternados y uniformemente distribuidos de ligante bituminoso y árido sobre una superficie acondicionada previamente. El tamaño medio del árido

de cada distribución sucesiva es la mitad o menos del tamaño medio de la capa precedente. El espesor total es aproximadamente igual al tamaño máximo nominal del árido de la primera aplicación.

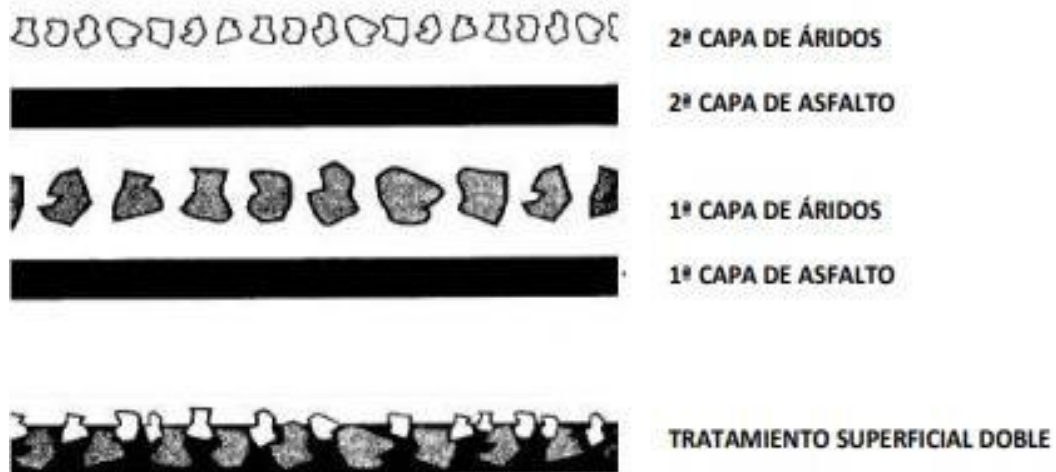


Figura 6. Esquema del tratamiento superficial doble
 Figura: Queirolo, 2009.

a.3 Tratamiento superficial múltiple.

Este tipo de pavimentos es empleado para caminos con tráfico intenso o la construcción de un camino nuevo, se sugiere usar tratamientos dobles y triples. El grosor de este tipo de superficies será de ½ pulgada, y es aplicada sobre una base sólida, a su vez esta tendrá la capacidad de soportar tráfico intensos en gran volumen y por periodos largos.

Al momento de las aplicaciones múltiples, es prioritario que cada capa siguiente de agregado se fusione íntegramente con la carga previamente ubicada, haciendo posible que se forme una sola masa homogénea en la obra, esta a su vez compacta y una superficie lisa.

Los tratamientos múltiples requieren ciertos procedimientos para su construcción que son esenciales, los mismos que son utilizados en los tratamientos

simples, con la diferencia que se repite una o dos veces. Para la realización del tratamiento doble se requieren de los siguientes pasos.

- Determinación de la ubicación de la primera aplicación de asfalto.
- Determinación de la ubicación de la primera aplicación de agregado.
- Apisonamiento de la primera capa de agregado.
- Determinación de la ubicación de la segunda capa de asfalto.
- Determinación de la ubicación de la segunda capa de agregado.
- Aplanamiento de la segunda capa de agregado.

Debería haber una imprimación o vulcanización apropiada, entre cada tratamiento.

b. Tratamientos superficiales con aplicación única de asfalto.

- *Riego de imprimación.*

Se conoce así a la aplicación de asfalto diluido o emulsión de asfáltica en una superficie absorbente. Esta es utilizada para la preparación de una base no tratada de tal manera esta pueda recibir un riego asfáltico ligante, de manera que esta pueda ser conferida y modificada

- *Riego paliativo de polvo.*

Denominado así a la distribución de una emulsión asfáltica de rotura lenta. De tal manera que el asfalto y el diluyente penetran y cubren las partículas finas, de tal manera esta pueda mitigar temporariamente las molestias ocasionadas por la

presencia del polvo. Durante la aplicación se emplean emulsiones, el cual se deberá diluir con agua en cinco o más partes, en volumen. El riego paliativo de polvo con emulsiones diluidas requiere generalmente de varias aplicaciones.

– *Road rolling.*

La finalidad de este tipo de riego es generar una subrasante fuerte que no se sature con el agua y de manera que esta sirva a su vez como superficie de rodamiento firme y sin polvo.

– *Riego de liga.*

Se conoce como riego de liga a la aplicación de esta solución (de rotura rápida) sobre un pavimento existente para asegurar la adherencia entre la superficie vieja y la nueva capa asfáltica. Además que esta deberá ser muy delgada y cubrir uniformemente a la superficie a pavimentar.

– *Riego pulverizado.*

Se le conoce a una aplicación muy leve de emulsión diluida de rotura lenta. Con el fin de renovar pavimentos viejos, cerrar grietas y agujeros superficiales. De igual manera es utilizado para sellar huecos con mezclas asfálticas nuevas de al manera se pueda evitar la producción de polvo en tratamientos superficiales.

– *Lechada asfáltica.*

Se dice así a una mezcla compuesta por, emulsión asfáltica esta de quiebre lento, material árido bien graduado, filler, agua y eventualmente aditivos. Es una mezcla de consistencia fluida, capaz de penetrar y sellar grietas y defectos menores.

Para realizar la preparación de la lechada asfáltica se requiere de un equipo especialmente diseñado el que debe estar montado sobre un camión, además que la tecnología empleada pueda garantizar una mezcla uniforme y fluida. La lechada debe de hacerse in-situ de una forma precisa y rápida, realizándose el mezclado y extendido por medio de una operación continua. Esta técnica nos permitirá usar el área trabajada en el menor tiempo posible.

– *Telford.*

Esta estructura de piedras que se asemejan al macadam, con la diferencia en que en el Telford se desarrolla usando piedras de gran tamaño (no trituradas) planas, estas se acomodan en una posición de equilibrio manualmente.

Esta perdió su importancia debido a que aumenta una zona de rodadura incómoda para para los automóviles modernos; desde ese momento redujo el uso de esta técnica.

– *Macadam asfáltico.*

Esta se desarrolla usando tres capas con agregado de tamaños diferentes para la elaboración de una determinada superficie de rodado usando colocando la más gruesa abajo y la más fina arriba para luego ser compactada.

3.1.7.2 Funciones de los tratamientos asfálticos superficiales.

El tratamiento asfáltico superficial no es considerado como un pavimento.

Básicamente da un revestimiento impermeable en el área donde se encuentra la calzada. Estas son las funciones más comunes:

- Dar una superficie duradera y económica para caminos con bases granulares y de volumen medio.
- Evitar la presencia de agua en bases granulares y en pavimentos que estén en deterioro o que hayan empezado a deteriorarse por el paso del tiempo o al encontrarse fisuras en esta.
- Rellenar huecos, recubrir y ligar partículas minerales desprendidas y restaurar la superficie del pavimento.
- Restaurar la resistencia al deslizamiento de pavimentos deteriorados por el tránsito erosión los cuales son agregados superficiales que han empezado a pulirse.
- Restaurar capas de rodamientos afectadas por los agentes climáticos y dar nueva vida a superficies de pavimentos resacas.
- Proveer una cubierta temporaria en los casos de construcción de pavimentos incompletos y demorados o cuando se trata de una construcción por etapas.
- Asegurar la trabazón entre la superficie que está siendo pavimentada y la capa superior (riego de liga).
- Garantizar la adherencia de todas las capas asfálticas superiores con las bases granulares (riego de imprimación).
- Limpiar el polvo.

3.1.7.3 Materiales utilizados en los tratamientos asfálticos.

a. Asfalto.

Mucho dependerá el tipo de asfalto o agregado, del tipo de tratamiento superficial, disponibilidad material, clima, para una aplicación específica; variables que deberán ser considerados durante la selección de materiales.

Para un buen tratamiento superficial se debe tener las siguientes características:

- Después del aplanamiento y curado debe mantener al agregado fuertemente ligado a la superficie del camino para prevenir el desprendimiento por el tránsito.
- Cuando se aplica en la cantidad adecuada no debe exudar o despegarse con los cambios de clima.
- Después de aplicado, debe mantener la consistencia adecuada para embeber al agregado.
- Debe curar y desarrollar adhesión rápidamente.

Se deben de considerar algunos factores tales como características superficiales de la humedad, temperatura del aire. Los tipos de asfalto más comúnmente usados en la ejecución de tratamientos simples son: CA 120 – 150 y CRS - 2 ó 1. RC - 250.

b. Agregados.

Generalmente suelen ser arena, piedra triturada, grava y escoria chancada, no obstante esta debe cumplir ciertas condiciones las cuales vendrían a ser las

siguientes: tamaño, limpieza, forma y condiciones superficiales. En lo posible, debe ser de un tamaño, de forma piramidal o cubica, lo más limpio que sea posible para garantizar una buena adhesión de asfalto.

3.1.7.4 Equipos utilizados en los tratamientos superficiales.

Mucho se depende para el éxito de un tratamiento asfáltico superficial el buen funcionamiento y mantenimiento de los equipos que participan durante el proceso de construcción. La gravilladora y el regador durante el invierno deben ser objeto de una profunda revisión además de ensayos para comprobar su buen estado, antes de empezar los trabajos.

En una obra de este tipo, pueden distinguirse los siguientes equipos:

- Camión regador de asfalto
- Gravilladora
- Rodillo metálico liso
- Compactador neumático
- Barredora

3.1.8. Procedimiento de tratamiento de superficies de pavimento

Los métodos de mantenimiento varían en dos actividades generales: actividades correctivas y actividades preventivas. Las actividades correctivas reparan una falla suscitadas por el deterioro del pavimento y mejoran la actividad del pavimento. La reparación de espesor completo y reparación de espesor parcial son actividades correctivas. Las actividades preventivas son aquellas que retrasan y anticipan la

aparición de fallas dentro del pavimento con el fin de cumplir con la vida útil del pavimento. Nivelación de bermas, instalación de drenes, resello de juntas y grietas. Son técnicas preventivas. La estabilización de losas, la colocación de barras de traspaso de cargas, el cepillado, pueden actuar como técnicas correctivas así como también preventivas.

A continuación veremos el procedimiento de trabajo de las distintas técnicas de reparación en los pavimentos flexibles y rígidos.

3.1.8.1 Pavimentos flexibles.

a. Sellado de grietas.

Se rellenan las grietas con la mezcla de concreto asfáltico, pero el agregado debe ser arena, si los marcos del pavimento se han fijado, se debe llevar a su nivel utilizando concreto asfáltico de graduación densa.

Al desarrollar el sellado de grietas favorablemente, seguiremos los siguientes pasos:

- Se limpia el pavimento y las fisuras con escobillón y aire comprimido.



Figura 7. Proceso de limpieza de pavimento.

- Se rellenan las fisuras con concreto asfáltico de graduación fina.



Figura 8. Fisuras con concreto.

- Para la reparación de secciones dañadas se deberá aplicar un riego de liga.
- Nivelar el área de trabajo con los bordes fijados para luego hacer el extendido de concreto asfáltico, posteriormente se prueba la correcta nivelación con una regla. Para luego concluir con el compactado con un compactador vibrante plano. El área de trabajo donde se desarrolló el parche debe de quedar rectos y completamente limpios.
- Para evitar todo daño futuro se debe de eliminar toda vegetación que se encuentre en una zona próxima al pavimento.

b. Bacheo superficial.

- Colocar dispositivos de seguridad, señales de prevención como paleteros y bandereros.
- Marcar el perímetro que se requiera remover, marcándola con pintura al mismo tiempo darle una forma cuadrada o rectangular según sea el área de trabajo incluso hasta 0,30 m del pavimento en buen estado.

- El área que se vaya a remover deberá estar delimitado por líneas para luego ser cortados dejando paredes verticales. Se deberá remover la mezcla dañada hasta una profundidad necesaria o caso contrario hasta encontrar mezcla sana (sin grietas ni fisuras). En caso de los baches se deberá llegar hasta el punto más profundo a fin de no dañar la base granular subyacente.
- Se deben de transportar los restos. Solo a los botaderos autorizados donde deberán ser apilados ordenadamente y al mismo tiempo tapar con 0,30 m del suelo.

c. Bacheo manual.

- Se deberá limpiar toda la superficie y pared del área trabajada utilizando aire comprimido (presión mínima, 120 psi), así mismo llegar a eliminar todos los residuos sacados del área trabajada hasta las últimas partículas sueltas.
- Se deberá implementar el imprimante o liga utilizando los escobillones u otros instrumentos que nos ayuden al cubrimiento uniforme tanto en paredes y fondo, a razón de 1,30 a 2,41/ m².
- Se deberá verificar que la imprimación haya penetrado por lo menos 10 mm en las bases granulares para colocar la mezcla asfáltica y la emulsión de la liga haya quebrado.
- Colocar la cantidad necesaria para rellenar el área a trabajar dejando al menos 6 mm sobresalidos del pavimento circundante para luego nivelar y extender la mezcla asfáltica utilizando el equipo adecuad como el rodillo, al mismo tiempo reducir la mezcla dejando paredes verticales y retirar cualquier sobrecarga.
- El desnivel de los bordes no puede sobrepasar los 3 mm para que pueda ser compactada adecuadamente mediante el rodillo manual.

d. Bacheo mecanizado

- Para lograr un bacheo mecanizado se deberá emplear una bacheadora que este diseñada específicamente para estos trabajos, de tal manera esta limpie con aire a presión, para luego realizar el riego de liga o aplicar el imprimante por medio de su proyección a presión y colocar la mezcla de relleno.

e. Bacheo profundo.

- Se deberá extender por lo menos 0,3 m fuera del área afectada y así poder marcar y corta el área a remover
- Deberá ser el área a marcar ser rectangular, con dos de sus lados perpendiculares al eje del camino.
- Seguidamente, pasara a cortar sobre la demarcación previamente marcada mediante un equipo de corte.



Figura 9. Equipo de corte.

- Se deberá ahondar una profundidad detallada de acuerdo al diseño marcado recortando las paredes de forma vertical, de forma que el fondo quede completamente plano y horizontal.
- Finalmente se tendrá que compactar el fondo del área intervenida hasta llegar a un 95 % del proctor modificado, de acuerdo con el AASHTO 180.
- El fondo y las paredes trabajadas del área afectada deben de ser correctamente limpiadas.
- Posteriormente se cubrirá con el ligante la superficie a trabajar, para esto se emplearan elementos como escobillones u otros similares que permitan untarlo uniformemente.
- Deberá verificarse que la imprimación haya penetrado de acuerdo a lo planeado para luego proceder a verter la mezcla asfáltica.
- La mezcla asfáltica se extenderá y nivelará mediante la utilización de rastrillos, colocando la cantidad adecuada para que sobresalga unos 6 mm sobre el pavimento circundante, en los extremos, y coincidiendo con las líneas de corte de la zona.
- Se deberá utilizarse un rodillo neumático o liso para proceder con la compactación adecuada de 3 t a 5 t de peso.
- Según el grosor de la capa por compactar, como alternativa se podría utilizar un compactador manual.



Figura 10. Capas de compactado.

- Debe de ser 3 mm. La variación que se deberá presentar entre el área intervenida y el pavimento que lo rodea.

f. Sellos bituminosos.

- Para desarrollar los trabajos de sellos bituminosos y si estas necesitan se deberá considerar la realización de trabajos de bacheo y sellado de grietas según el daño presentado
- Se deberá removerse el área afectada quitando toda suciedad encontrada en el área de trabajo. Estas se eliminarán utilizando escobas mecánicas, chorros de agua, aire comprimido y otros.
- Estando el área a sellar completamente seco y limpio mediante el uso de un distribuidor a presión se deberá aplicar el asfalto; se tiene que colocar una protección transversal al eje del camino que consista en papel o cartón que no exceda un ancho de 0,80 m al inicio y final de los riegos asfálticos para luego retirarlos.

- La tolerancia para la distribución del asfalto en el área a sellar debe ser $\pm 5 \%$, además el riego deberá efectuarse cada 500 m de sello x pasada.
- Detrás del equipo esparcidor de áridos en todo instante deberá estar un rodillo neumático, realizando la compactación inicial del sello bituminoso con traslapes del rodillo de mínimo de 0,30 m, hasta cubrir el ancho total de la superficie. La labor de compactación se deberá continuar utilizando equipo complementario hasta lograr un perfecto acomodo de las partículas. En todo caso, la labor de compactación consistirá en un mínimo de tres pasadas completas de rodillo sobre la misma superficie, incluida la compactación inicial.

g. Nivelación de bermas.

El procedimiento de ejecución de estos trabajos es el siguiente:

- Se demarcará la zona desnivelada con respecto del pavimento. Colocar estacas que definan el área y las cotas que deben quedar. La pendiente transversal de la berma estará comprendida entre un 4 y un 5 % en tramos rectos; en curvas se ajustará de manera que la diferencia entre el peralte y la pendiente de la berma no supere el 8 %.
- Bermas no revestidas en asfalto: se deberá retirar todo el material sin dañar la superficie de pavimento adyacente, con una profundidad de 50 mm, retirando también toda piedra superior a 50 mm. Se procederá a recebar y a compactar.
- Bermas revestidas en asfalto: cortar con sierras u otras herramientas dejando cortes limpios, luego se retirará material con una profundidad de 50 mm y toda piedra superior a 50 mm, se procederá a recebar y compactar.

- Luego se aplicará un riego de liga para así poder colocar una mezcla asfáltica de reemplazo o un tratamiento superficial.

3.2. Caso práctico

3.2.1. Tratamiento superficial de pavimento simple

Para la vía Juliaca – Coata (Km 0+000 – Km 19+000) la estructura está integrada de la carpeta existente en este sector tiene un promedio de 1,5 cm, perjudicadas especialmente por la presencia de baches y erosión de plataforma ocasionada por el discurrimiento de agua en la plataforma, esto ha causado un leve desgaste de la superficie de rodadura con fallas variables.

Presenta un ancho 6,10 m promedio total, las pendientes longitudinales de ascenso varían de 0,00 % a 0,28 %, propios de una topografía ondulada, con presencia de curvas.

Esta actividad incluye el re-capeo con Slurry Seal modificado con polímero de 10 mm de espesor.

A continuación se muestra la ubicación del proyecto

El punto inicial del camino se encuentra ubicado en el Km 0,00 del distrito de Juliaca:

- Este : 380729,000
- Norte : 8285441,000
- Cota : 3844,00 msnm

Hasta el distrito Coata km 19+000

- Este : 397348,000
- Norte : 8278467,000
- Cota : 3836,00 msnm

3.2.2. Diseño del pavimento

Tomando en cuenta el espesor inicial del pavimento que correspondería al actual espesor promedio actualmente existente en la capa de asfalto, es posible establecer el espesor de la de bicapa a colocar.

Es importante recalcar que no ha habido incremento sustancial de vehículos pesados que indican en el efecto de cargas actuantes sobre la vía, bajo dicho criterio tenemos:

La reposición de re-capeo se realizará en una longitud de 19,00 km mediante la aplicación de una capa de Slurry Seal modificado con polímeros en espesor de 10 mm, el cual será colocado en toda la longitud de la vía.

3.2.3. Sector de recapeo

Tabla 1

Tramo Juliaca-Chilla-Coata KM 0+000 – KM 19+00

Inicio	Final	Observaciones /Comentarios	Longitud (Km)
Tramo Juliaca – Chilla – Coata L= 19,00 Km.			
0+000,00	19+000,00	Requiere re-capeo	19,00

Fuente: Dirección de transportes Puno, 2017

3.2.4. Espesor de recapeo

Tramo Juliaca – Chilla – Coata, Recapado Km 0+ 000 Al Km 19+ 00

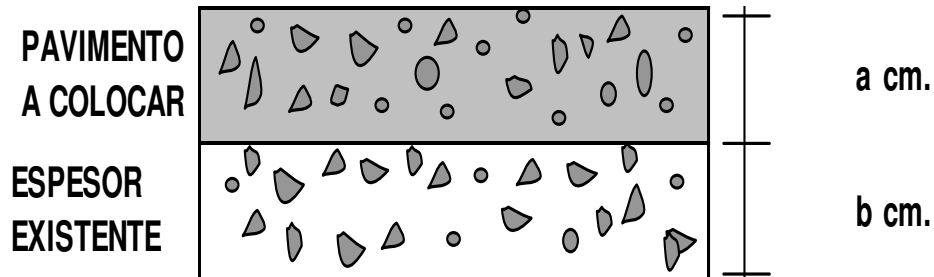


Figura 11. Espesor de re-capeo de (a= 1,0 cm; b=1,5 cm) Km 0+ 000-Km 3+ 000 L= 19,00 Km
Fuente: Dirección de transportes Puno, 2017

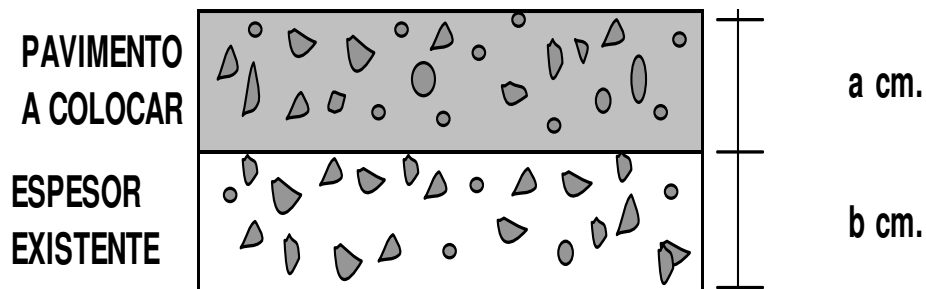


Figura 12. Espesor de re-capeo de (a= 1,0 cm; b=1,0 cm) Km 3+000- Km 8+000 L= 1,02 Km
Fuente: Dirección de transportes Puno, 2017

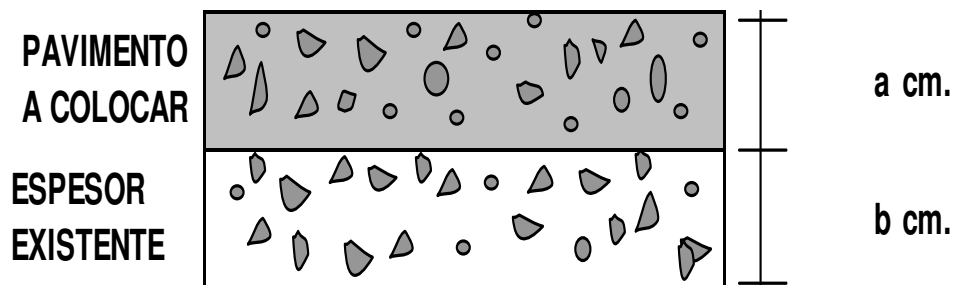


Figura 13. Espesor de re-capeo de (a= 1,0 cm; b=1,5 cm) Km 8+000- Km 10+000 L= 19,00 Km
Fuente: Dirección de transportes Puno, 2017

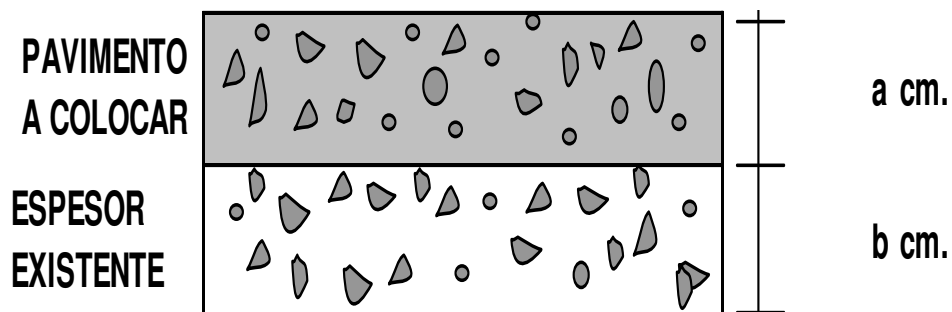


Figura 14. Espesor de re-capeo de (a= 1,0 cm; b=1,0 cm) Km 10+000- Km 19+000 L= 19,00 Km
Fuente: Dirección de transportes Puno, 2017

Tabla 2*Consolidación de sectorización tramo Juliaca – Chilla - Coata, L= 19 Km*

Inicio	Final	Observaciones / Comentarios	Longitud (Km)
0+000	1+000	Recapeo pavimento asfáltico Slurry Seal e= 10 mm	1,00
1+000	2+000	Recapeo pavimento asfáltico Slurry Seal e= 10 mm	1,00
2+000	3+000	Recapeo pavimento asfáltico Slurry Seal e= 10 mm	1,00
3+000	4+000	Recapeo pavimento asfáltico Slurry Seal e= 10 mm	1,00
4+000	5+000	Recapeo pavimento asfáltico Slurry Seal e= 10 mm	1,00
5+000	6+000	Recapeo pavimento asfáltico Slurry Seal e= 10 mm	1,00
6+000	7+100	Recapeo pavimento asfáltico Slurry Seal e= 10 mm	1,00
7+000	8+000	Recapeo pavimento asfáltico Slurry Seal e= 10 mm	1,00
8+000	9+000	Recapeo pavimento asfáltico Slurry Seal e= 10 mm	1,00
9+000	0+000	Recapeo pavimento asfáltico Slurry Seal e= 10 mm	1,00
10+000	1+000	Recapeo pavimento asfáltico Slurry Seal e= 10 mm	1,00
11+000	2+000	Recapeo pavimento asfáltico Slurry Seal e= 10 mm	1,00
12+000	3+000	Recapeo pavimento asfáltico Slurry Seal e= 10 mm	1,00
13+000	4+000	Recapeo pavimento asfáltico Slurry Seal e= 10 mm	1,00
14+000	5+000	Recapeo pavimento asfáltico Slurry Seal e= 10 mm	1,00
15+000	6+000	Recapeo pavimento asfáltico Slurry Seal e= 10 mm	1,00
16+000	7+000	Recapeo pavimento asfáltico Slurry Seal e= 10 mm	1,00
17+000	8+000	Recapeo pavimento asfáltico Slurry Seal e= 10 mm	1,00
18+000	9+000	Recapeo pavimento asfáltico Slurry Seal e= 10 mm	1,00

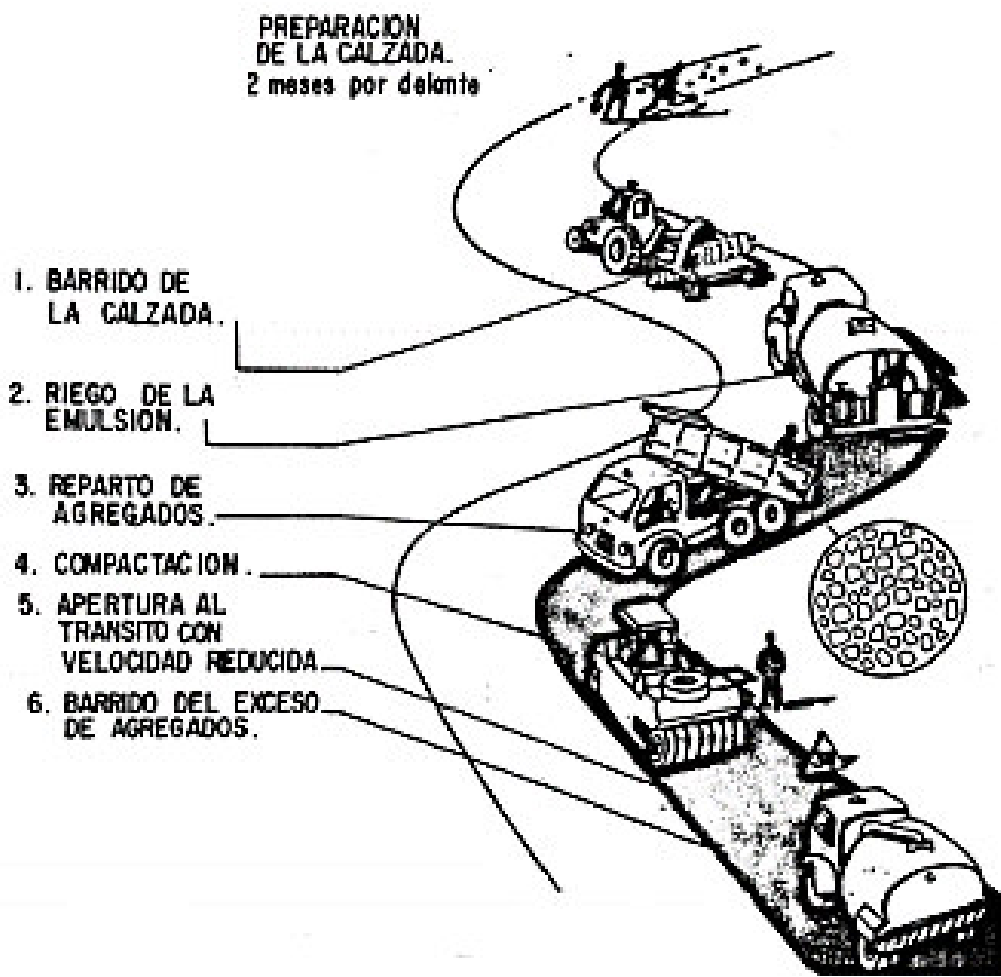


Figura 15. Tratamiento superficial de pavimento Slurry Seal
Fuente: Dirección de transportes Puno, 2017

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Primera.** Se presentó un trabajo con teoría necesaria para el incremento de conocimiento en razón al tratamiento superficial de pavimentos a fin de utilizar esta especialidad para la mejora de vías de comunicación terrestre.
- Segunda.** Según lo presentado en el presente trabajo se tiene una guía teórica donde se da a conocer la conformación de pavimentos, clasificación de pavimentos y elementos que integran los pavimentos.
- Tercera.** Para afianzar el conocimiento teórico en relación al tratamiento superficial se realizó el análisis de las ventajas y desventajas en el tratamiento en pavimento rígido y pavimento flexible.
- Cuarta.** Los procedimientos de implementación de tratamiento superficial de pavimentos, son explicados de forma resumida y entendible para su implementación en la práctica

4.2. Recomendaciones

- Primera.** Se recomienda incrementar más trabajos monográficos, trabajos de investigación a fin de profundizar en el tema tratamiento superficial de pavimentos.
- Segunda.** Incrementar los conocimientos de nuevas especialidades en relación al tratamiento superficial de pavimentos.
- Tercera.** Se recomienda definir legalmente una Institución responsable del tratamiento, conservación y reposición de pavimentos, que tenga asignados recursos para ello en forma directa.
- Cuarta.** Se recomienda implementar teoría relacionada al tratamiento superficial en pavimentos que sea entendibles y resumidas para el incremento de conocimientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Benavides, C. (2008). *Apuntes de clase*, Universidad del Cauca.
- Crespo, V. (2011). *Vías de comunicación*. México. Limusa.
- Dirección de transportes Puno. (2017). *Mantenimiento periódico ruta PU-120 trayectoria: EMP. PE.3S (Juliaca) UMPATA-EMP.PU 118 (Coata), tramo: Juliaca-Chilla-Coata, 19 Km.*
- ESGAMO LTDA. (2011). *Estudio geotécnico para diseño de pavimentos - estudios y diseños para la construcción, pavimentación y/o repavimentación de la vía Coata – Capachica.*
- Inciarte, C. (2012). *Análisis comparativo de métodos de diseño y construcción de pavimentos de concreto hidráulico según normas aplicadas en México, Reino Unido y España.* (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5180/Tesis.pdf?sequence=1>
- Instituto del cemento y del hormigón de Chile ICH. (1998). *Guía para reparaciones de espesor parcial.*
- Instituto del cemento y del hormigón de Chile ICH. (1995). *Guía para reparaciones de espesor completo.*
- Kraemer, C. (1976). *Carreteras, calles y aeropistas*. Argentina. El Ateneo.
- Ortiz, A. (2017). *Instructivo del procedimiento de construcción de una vía en pavimento flexible.* Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/6833/2/OrtizManceraAngieLorenaAnexo-1.pdf>

- Queirolo, A. (2009). *Seguimiento de un doble tratamiento superficial para camino de alto tránsito*. (Tesis de pregrado). Universidad de Chile. Santiago. Chile
 Recuperado de <https://es.scribd.com/document/109594264/Seguimiento-a-Tsd-Tratamiento-Superficial-Doble>
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (1994). *Código de normas y especificaciones técnicas en obras de pavimentación*. Santiago de Chile. Recuperado de www.minvu.cl/incjs/download.aspx?glb_cod...Codigo_de_Normas_MINVU
- Ministerio de Obras Públicas. (2001). *Planos de obras tipos. Manual de carreteras*. Recuperado de https://sjnavarro.files.wordpress.com/.../manual-de-carreteras_chile_procedimientos-es.
- Ministerio de obras públicas. (2001). *Mantenimiento vial. Manual de carreteras*. Recuperado de www.vialidad.cl/areasdevialidad/manualdecarreteras/Paginas/default.aspx
- Miranda R. (2010). *Deterioro de pavimentos flexibles y rígidos*. (Tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>
- Montejo, A. (2002). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*, Universidad Católica de Colombia, Bogotá. Recuperado de <https://tulosabias.com/pdf-libro-ingenieria-de-pavimentos-para-carreteras-alfonso-montejo-fonseca-descarga-gratuita/>
- Rico, A., Téllez, R. y Garnica, P. (1998). *Instituto mexicano del transporte, secretaría de comunicaciones y transporte, "Pavimentos flexibles*.

Problemática, metodología de diseño y tendencias.”, Publicación Técnica
No. 104, Sanfandila, Qro.

Sánchez, F. (1982). *Pavimentos: Fundamentos teóricos guía para el diseño*.
Bogotá.

Vásque, L. (2002). *Pavement condition index (PCI)*, ingeniería de pavimentos
Universidad Nacional de Colombia; Manizales. Recuperado de.
<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>