

458-02-2013

OPTIMIZANDO RECURSOS EN NUESTROS CAMINOS RURALES OPTIMIZANDO RECURSOS EM NOSSOS CAMINHOS RURAIS

Edgardo Alfredo Torres Dahbura
Asfaltos de Centroamérica, S.A. de C.V. (ASFALCA S.A. de C.V.)
El Salvador, Centroamérica
dahbura81@gmail.com

Resumen

Los diseños de estructuras de pavimento para los caminos rurales han sido tradicionalmente sobredimensionados, a su vez nuestro medio ambiente ha pagado la factura de la explotación desmesurada de los bancos de materiales disponibles.

Optimizar, no es sinónimo de suprimir, sino que se define como "Buscar la mejor manera de realizar una actividad".

El eje primordial de la optimización es la "Utilización de la técnica de Reciclado en frío de Pavimentos con Emulsión Asfáltica"

Optimizar los recursos implica en el ámbito carretero: *"Utilizar los recursos técnicos (ingeniería vial) y económicos (presupuesto disponible) de manera eficiente (pavimentar el mayor N° de kilómetros posibles al menor costo posible), siendo a la vez eficaces (pavimentos con ciclos de vida razonablemente aceptables)"*

Este documento técnico describe en detalle la planificación y ejecución de procedimientos de optimización de recursos técnicos y económicos normalmente requeridos para un eficaz diseño de rehabilitación, enfocándose en aquellos que son relevantes para la técnica conocida como "Reciclado en frío de pavimentos", usando Emulsión Asfáltica del Tipo CSS-1h como agente estabilizador del material reciclado.

Resumo

Os desenhos de estruturas de pavimentos para estradas rurais têm sido tradicionalmente grandes dimensões transformar nosso ambiente pagou a conta de exploração excessiva dos bancos dos materiais disponíveis.

Otimizar, não é sinônimo de exclusão, mas é definido como "Encontrar a melhor maneira de executar uma atividade."

O pivô de otimização é a "Utilizando a técnica de pavimento reciclado frio com Emulsão Asfáltica"

Otimizar recursos na área da estrada envolve: "Usando recursos técnicos (engenharia de tráfego) e econômico (orçamento disponível) de forma eficiente (abrindo o maior número de quilômetros com o menor custo possível), sendo eficaz (ciclo de vida do pavimento razoavelmente aceitáveis)"

Este artigo descreve em detalhes o planejamento e execução de procedimentos de otimização de recursos técnicos e econômicos normalmente necessários para o projeto de reabilitação eficaz, focando aqueles que são relevantes para a técnica conhecida como "pavimentos reciclados frio", utilizando emulsão asfáltica Tipo CSS-1h como um estabilizador de material reciclado.

I. INTRODUCCION

La rehabilitación de pavimentos es requerida en un camino rural, cuando este:

- 1) Se encuentra próximo a su condición final de servicio prevista,
- 2) Debido a deterioros severos en la estructura del pavimento, o
- 3) Cuando el pavimento requiere una mejora proyectada debido al aumento del volumen de tráfico.

Cuando un camino rural, pavimentado o no, es diseñado apropiadamente, y es constantemente conservado con mantenimiento rutinario, la necesidad de rehabilitación estructural puede ser considerablemente minimizada.

Sin embargo, en la práctica, el mantenimiento requerido no se realiza con frecuencia, ya sea por falta de asignación de un presupuesto o de un programa de gestión de pavimentos acorde con la curva de deterioro real, lo que hace necesaria la rehabilitación tan pronto como sea pronosticada.

Se entrega un diagrama de flujo para ilustrar la metodología general requerida para la investigación y diseño de la propuesta de rehabilitación. Se ilustran y describen los procesos constructivos de las diferentes alternativas y metodologías de rehabilitación para un camino rural, aplicables al reciclado. La confiabilidad de la solución propuesta, es proporcionada en los niveles de confianza suficientes para alcanzar rehabilitaciones para un mediano plazo (3 a 5 años). Dicha certeza es la que se pretende alcanzar en el diseño.

Diseño de la estabilización de material reciclado

Existen varias alternativas de diseño de la base asfáltica:

☐ Alternativa N°1:

Suelo existente + Emulsión asfáltica, la cual consiste en el aprovechamiento del material de base de aceptable calidad existente, estabilizado con asfalto emulsionado para mejorar su desempeño en condición húmeda.

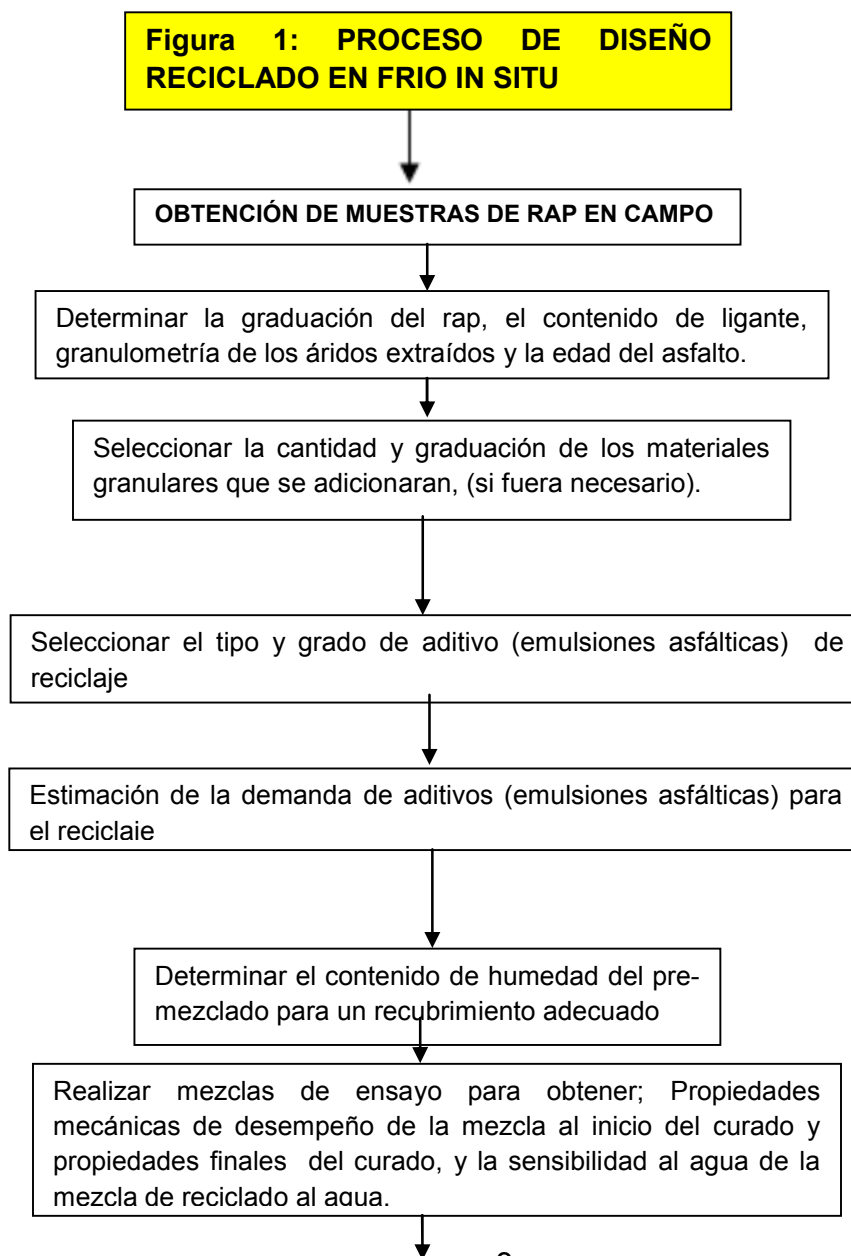
☐ Alternativa N°2:

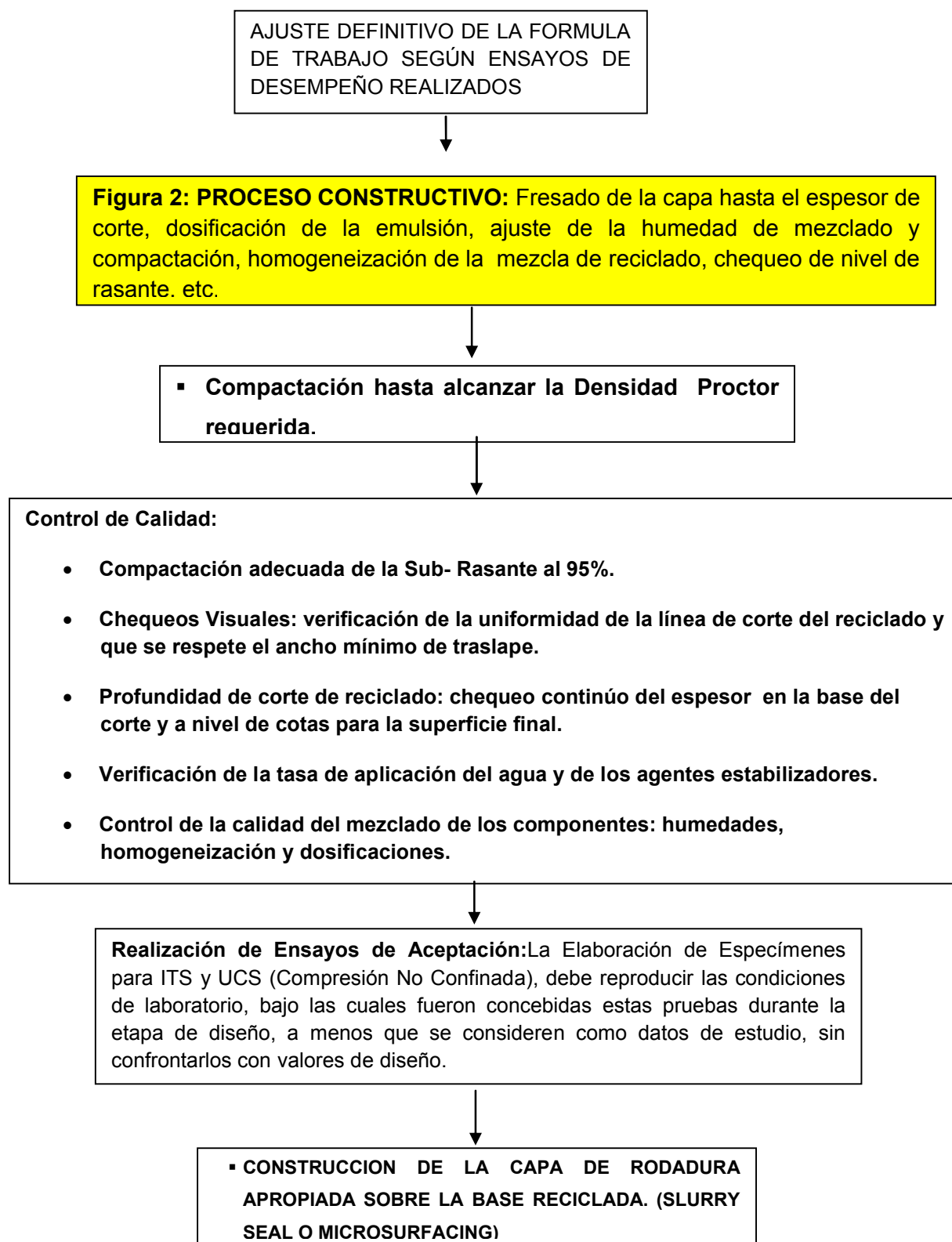
Pavimento existente + Material RAP + Emulsión asfáltica, aplicable cuando existe una estructura formal de capas (superficie de rodaje asfáltica + base), entonces según el espesor de corte del reciclado propuesto, se estabiliza con bitumen, el material resultante para incrementar la capacidad de soporte y el desempeño en húmedo.

□ Alternativa N°3:

Mezclas MARE, 100% RAP + Emulsión Asfáltica, apropiadas cuando la baja calidad (alta plasticidad, límite líquido y contenido de finos) del material existente en el camino, constituya una limitante para ser estabilizado con asfalto emulsionado, se recomienda el empleo del 100% de RAP (Pavimento asfáltico reciclado), proveniente de las actividades de bacheo superficial en las Vías Pavimentadas del país, el cual forma una base de excelente desempeño, cuando se estabiliza con emulsión asfáltica.

El diseño de un pavimento reciclado debe considerarse para un conjunto de condiciones dadas, y al final se debería obtener la selección de la opción con el mayor beneficio técnico- efectivo en relación al costo basándose en un análisis de factibilidad económico.





Procedimiento de Optimización:

a) Adquisición de datos y procesamiento de la Información disponible de la vía

El diseño de rehabilitación de pavimentos debe estar basado en información confiable y apropiada. La adquisición de datos se clasifica en:

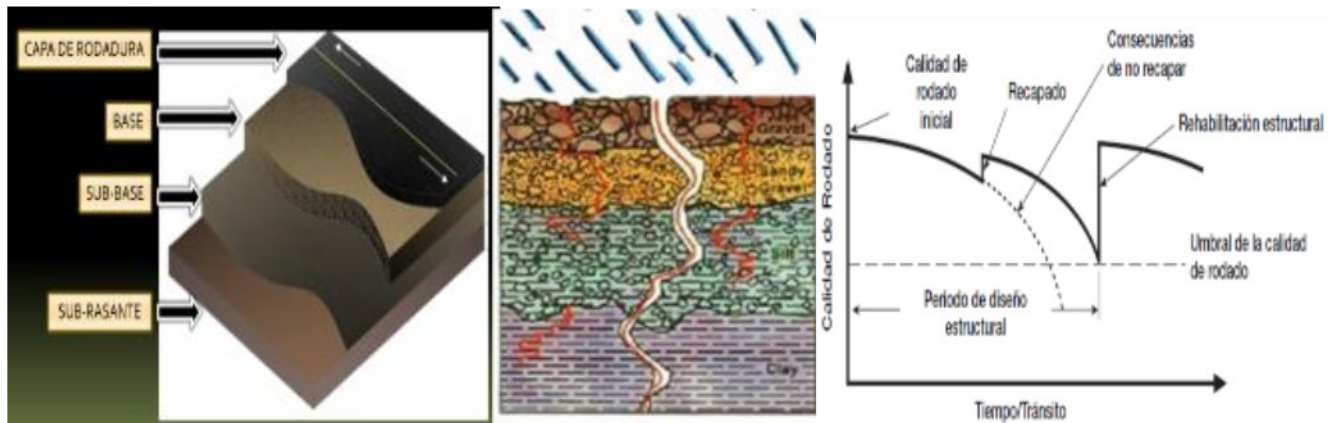
- Información histórica.
- Vida de servicio requerida para el pavimento rehabilitado. Esto requiere un análisis anticipado del tráfico.

a.1) Información del pavimento existente (información histórica)

Cuando se encuentren disponibles, los registros deben ser estudiados para determinar:

- Diseño de pavimentos especificado originalmente.
- Espesor de las capas construidas.
- Detalles de los materiales utilizados en la construcción de las capas del pavimento original.
- Fuente y calidad del material disponible de canteras locales.
- Datos históricos de tráfico.
- Datos geológicos a lo largo del camino.
- Registros meteorológicos señalando modelos climáticos experimentados desde que el camino fue construido inicialmente.

Debe obtenerse la mayor cantidad de información posible de “estudios de escritorio”, ya que esta ayuda a contextualizar el proyecto y entregar una apreciación preliminar de lo que se puede esperar cuando comience la investigación en terreno



b) Evaluación visual del estado actual de la vía.

Las evaluaciones visuales son realizadas normalmente caminando o, en proyectos largos, conduciendolentamente a lo largo de la sección del camino a ser evaluada. Cuando la evaluación se realiza conduciendo,frecuentementees necesario detenerse para realizarinspecciones más de cerca.Se toman notas detalladas de todos los deterioros evidenciados en la superficie del pavimento y otrasobservaciones como drenaje, cambios geológicos y características geométricas (pendientes abruptas,curvas cerradas y altos terraplenes).

CATALOGO DE DAÑOS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES		
Fisuras y Grietas	Deformaciones Superficiales	Desintegración
Fisura Piel de Cocodrilo	Ahuellamiento	Bache
Fisuras en Bloque	Corrimiento	Desintegración de Bordes
Fisuras en Arco	Corrugación	Presencia de Agregados
Fisuras Transversal	Hinchamiento	Desprendimiento de Capa de Rodadura
Fisura Longitudinal	Hundimiento	Exudación del Asfalto



las características de la vía.

CALCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) (ASTM D6433 – 09)

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado.

Unidades de Muestreo: Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con

RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI	
Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

c) Investigación detallada: Excavación de pozos a cielo abierto y extracción de testigos.

La excavación de calicatas en un pavimento existente es una de las partes más importantes de cualquier investigación de pavimentos. Además para lograr una apreciación visual útil de las capas y materiales en la estructura del pavimento, las calicatas proporcionan una oportunidad de tomar muestras para ensayos de laboratorio. Estas muestras pueden ser ensayadas para evaluar la calidad de los materiales en las capas del pavimento existente y proveer material para el diseño de mezclas, resultados que son utilizados para establecer los tratamientos más efectivos para los materiales a ser reciclados.

Las calicatas también permiten la determinación de:

- Espesor de las capas individuales del pavimento
- Contenido de humedad in-situ
- Densidad precisa in-situ (grado de compactación) de cada capa
- Estado de varias capas (ej. Grado de agrietamiento, cementación o carbonatación de cualquier capa estabilizada con cemento).

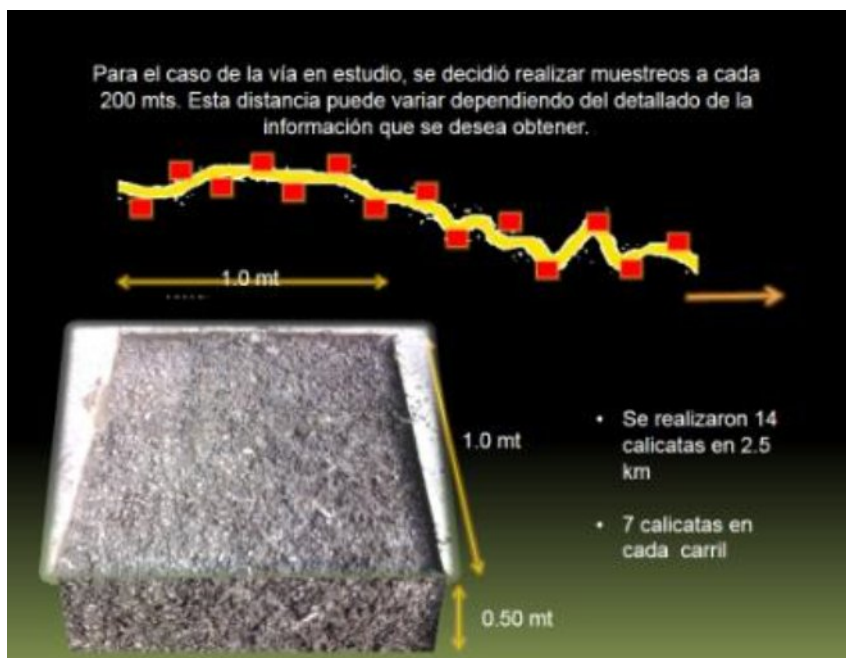
Las calicatas son excavadas generalmente en la huella exterior de la pista de tráfico y algunas veces es ubicada en el límite de la pista de tráfico con la berma. Las calicatas son usualmente de 1.2 m de largo, 1 m de ancho y excavadas a 1 m de profundidad. Además se puede excavar una ranura superficial a través del ancho total de la pista de tráfico, con el fin de investigar la profundidad hasta la cual se prolonga la deformación y para determinar la extensión de cualquier ensanche del pavimento original.

El trabajo de excavación es realizado cuidadosamente para separar cada capa de diferente tipo de material. Cada tipo de material encontrado es amontonado separadamente junto a la excavación para luego ser mostrado. A medida que la excavación progresa, los ensayos de densidad pueden ser realizados en cada una de las capas en forma sucesiva, y las muestras ubicadas en contenedores

sellados para determinar su contenido de humedad.

Una vez terminada la excavación, el perfil del pavimento determinado por las calicatas es registrado, y las muestras representativas de material de cada capa son tomadas para realizar ensayos de laboratorio.

Extracción de testigos



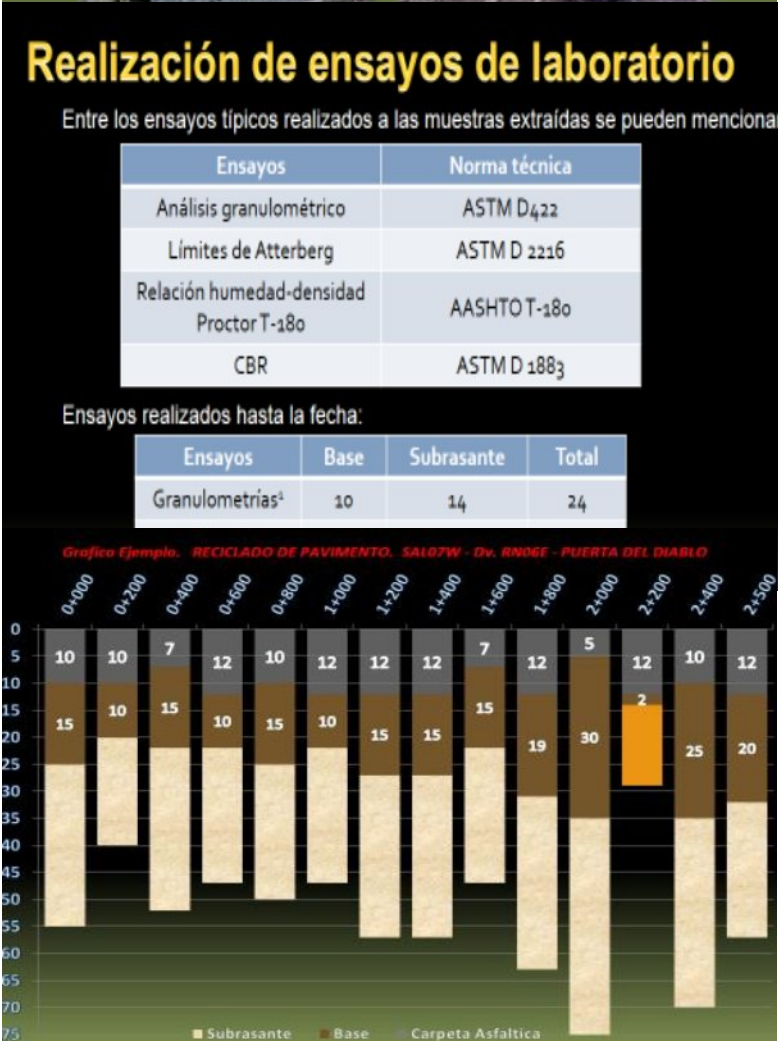
Comparado con las calicatas, la extracción de testigos es relativamente más rápida y menos destructiva en cuanto a su extensión. Los testigos permiten chequear en forma precisa espesores de materiales ligados, tales como asfalto y capas estabilizadas. Los testigos pueden ser fácilmente ensayados para conocer su composición volumétrica y propiedades de ingeniería.

La profundidad de la muestra es limitada por el largo de la broca utilizada para extraer el testigo. Además, se aprecia que los materiales no ligados (granulares) no pueden ser mostrados usando este método.



Ensayos de laboratorio

Las muestras tomadas desde calicatas y testigos son sometidas a ensayos de laboratorio para establecer la calidad de los materiales en las capas de pavimento existente y en la subrasante. Los materiales usados en las mezclas recicladas son muestreados desde canteras, y también son ensayados.



Los ensayos típicos incluyen: tamizado, límites de Atterberg, Razón de Comportamiento de California (California Bearing Ratio CBR) y la relación humedad/densidad. Los resultados son usados principalmente para la clasificación de materiales, la cual entrega una indicación de los parámetros relevantes (ej. Módulo Elástico) a utilizar en el análisis de la estructura del pavimento existente. Estos también son útiles en la selección de las medidas apropiadas de rehabilitación, como la compatibilidad con diferentes agentes estabilizadores. La fase de investigación detallada culmina con la compilación en una

gráfica resumen con todos los datos relevantes para una sección homogénea específica.

Los resultados de ensayos e inspecciones incluyen todos los detalles de la composición del pavimento y las características de los materiales. A partir de esta información se puede determinar la vida estructural remanente del pavimento e identificar la capa crítica con la menor capacidad estructural. Cuando se analiza en conjunto con la evaluación visual, puede ser identificado el modo de deterioro (falla) y las áreas problemáticas en la estructura del pavimento existente. Esto permite al ingeniero diseñador enfocarse en medidas de rehabilitación alternativas para indicar las debilidades identificadas y las áreas con problemas.

d) Procedimiento de diseño de mezclas para materiales existentes estabilizados con asfalto.

El diseño de mezclas juega el rol de verificación de la calidad de los materiales seleccionados para el reciclado, de acuerdo con los agentes estabilizadores escogidos. El diseño de mezclas es la parte fundamental de la rehabilitación de pavimentos, y como tal, su objetivo es establecer el método más efectivo de tratamiento de los materiales en las capas recicladas.

Muestras representativas tomadas de la capa a ser reciclada son sometidas a ensayos de diseño de mezclas. Las muestras deben ser preparadas para simular tan estrictamente como sea posible la proporción y gradación del material que será producido por el proceso de reciclado real. Por lo tanto, cuando sea posible, se debe usar una pequeña máquina recicladora para fresar muestras del pavimento. En algunos casos será necesario mezclar estos materiales con agregados nuevos, dependiendo de la calidad del material a ser reciclado y de las propiedades requeridas en el producto reciclado final.

El procedimiento de diseño de mezclas con emulsión asfáltica, implica cinco pasos básicos:

PASO 1: Revisión de la compatibilidad de la Emulsión asfáltica con el material reciclado:

- Conveniencia en relación al tipo y calidad del material a ser reciclado, basada en los resultados de ensayos de laboratorio realizados en la etapa de investigación.
- Propiedades de ingeniería requerida de las mezclas recicladas relativas a las entradas del diseño de pavimentos
- Disponibilidad, en términos de capacidad para procurar exigencias de volumen diarios suficientes, y consistencia de calidad de la emulsión, que puede ser suministrada.
- Basado en lo de arriba, se toma una decisión para seguir adelante y realizar un diseño de mezclas completo usando sólo emulsión, o una combinación de dos agentes como emulsión asfáltica y cemento. Varias opciones de diseño de mezclas pueden ser investigadas simultáneamente.

PASO 2: Se realiza un programa de optimización preparando varias porciones idénticas de muestras, mezclándolas con diferentes cantidades de emulsión. Simultáneamente se le agrega suficiente agua para lograr una mezcla con el contenido de humedad óptimo (para la

compactación). Se preparan, típicamente al menos cuatro mezclas con diferentes contenidos de emulsión.

PASO 3: Las probetas son fabricadas usando un esfuerzo de compactación estándar.

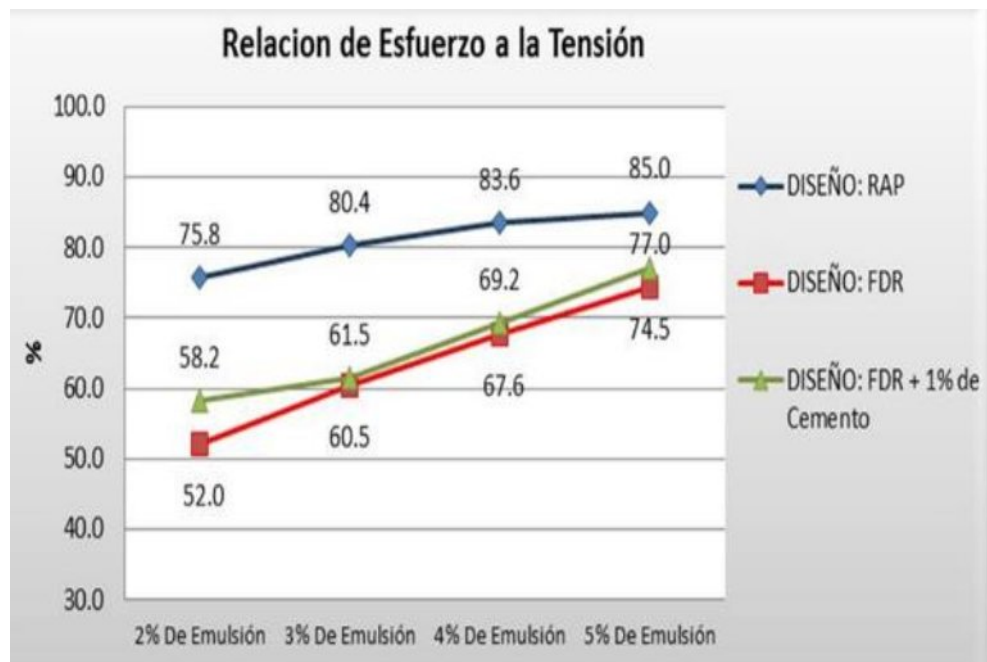
PASO 4: Las probetas son curadas para simular las condiciones en terreno.

PASO 5: Después del curado, las probetas son sometidas a varios ensayos para evaluar sus propiedades de ingeniería y su susceptibilidad a la humedad.

Para determinar el contenido óptimo de emulsión, los resultados de los ensayos son graficados con respecto al contenido de emulsión de cada mezcla. El contenido de emulsión que permite lograr las propiedades deseadas, es considerado como el contenido óptimo de emulsión.

Tabla 1: % en peso típicos de Emulsión según el tipo de material reciclado.

Tipo de material	Emulsión asfáltica (%)	Asfalto residual (%)
RAP/piedra chancada (mezcla 50/50)	2,5 a 5,0	1,5 a 3,0
Piedra chancada graduada	4,0 a 6,5	2,5 a 4,0
Grava natural (IP<10, CBR<30)	5,0 a 7,5	3,0 a 4,5



CONCLUSION

Entonces... ¿Cuál es la clave del desempeño?

Si sabemos que el clima ataca saturando el suelo, disminuyendo su capacidad de soporte, la respuesta radica en impermeabilizarlo volviéndolo menos susceptible al agua.

Y las cargas de tráfico generan esfuerzos de deformación y fatiga... la clave sería aumentar la flexibilidad y resistencia del suelo portante.

Todo lo anterior se logra con la estabilización del suelo utilizando Emulsión asfáltica.

REFERENCIAS

1. Wirtgen GmbH (Noviembre 2004). Manual de reciclado de pavimentos en frío. 2da Edición, 272 Pág.