



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

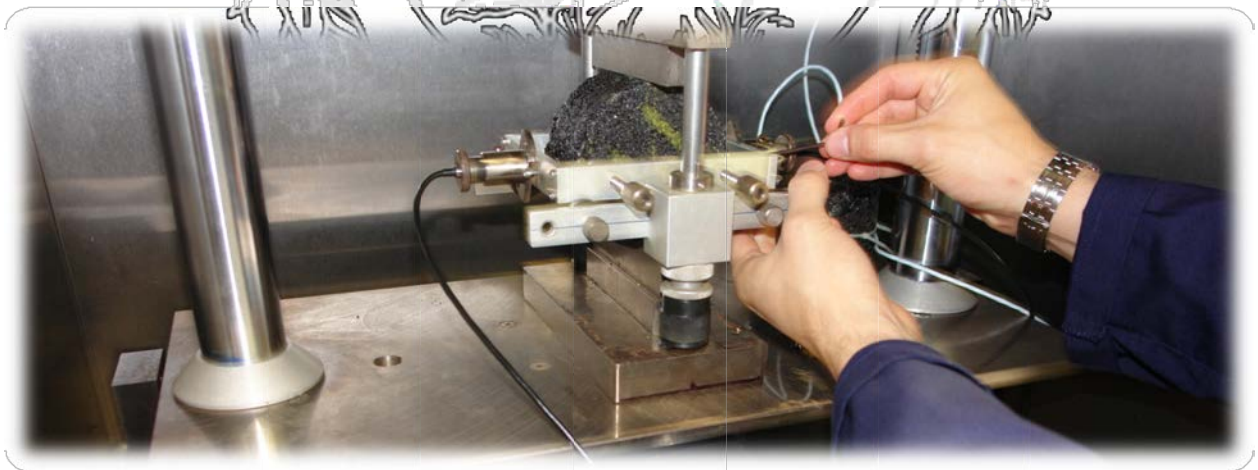
Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Resumen: LM-PI-UMP-R-001-12

AVANCE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PARA EL SEGUNDO TRIMESTRE DEL 2012

Preparado por:

Unidad de Materiales y Pavimentos



Junio, 2012

| | | |
|---|---|--|
| 1. Resumen LM-PI-UMP-R-001-12 | | 2. Copia No. 1 |
| 3. Título y subtítulo: AVANCE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PARA EL SEGUNDO TRIMESTRE DEL 2012 | | 4. Fecha del Informe JUNIO, 2012 |
| 7. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440 | | |
| 8. Notas complementarias | | |
| 9. Resumen <i>El presente informe resume los proyectos de investigación en el área de materiales y pavimentos que está desarrollando en este momento el LanammeUCR, a través de su Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), además de su avance a la fecha. Dicha investigación responde a las responsabilidades asignadas al LanammeUCR según la Ley N° 8114.</i> | | |
| 10. Palabras clave Ingresar al menos 3 palabras clave para la investigación | 11. Nivel de seguridad: Ninguno | 12. Núm. de páginas 16 |
| 13. Preparado por: Ing. José Pablo Aguiar, PhD Coordinador Unidad de Investigación  Fecha: 25 / 06 / 12 | | |
| 14. Revisado por: | | 15. Aprobado por: Ing. Guillermo Loria Salazar, PhD Coordinador General PITRA  Fecha: 25 / 06 / 12 |



TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| 1. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN | 4 |
| MEZCLAS ASFÁLTICAS | 4 |
| <i>EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE MEZCLAS PARA PAVIMENTOS CON ASFALTOS MODIFICADOS EN COSTA RICA.....</i> | <i>4</i> |
| | <i>E</i> |
| <i>VALUACIÓN DEL DAÑO POR HUMEDAD EN MEZCLAS ASFÁLTICAS TÍPICAS EN COSTA RICA, MEDIANTE EL ENSAYO DE LA RUEDA DE HAMBURGO.....</i> | <i>5</i> |
| QUÍMICA DE MATERIALES | 6 |
| <i>DETERMINACIÓN DEL GRADO DE DESEMPEÑO (PG) DEL ASFALTO EN FUNCIÓN DE LA ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA Y CONDICIONES DE TRÁNSITO DE COSTA RICA</i> | <i>6</i> |
| | <i>D</i> |
| <i>ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE POLÍMERO TIPO SBR PRESENTE EN LIGANTES ASFÁLTICOS MODIFICADOS USADOS EN COSTA RICA.....</i> | <i>7</i> |
| MATERIALES GRANULARES Y SUELOS..... | 8 |
| <i>EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO EN CAMPO DE MATERIALES ESTABILIZADOS CON CAL EN TRAMOS DE PRUEBA</i> | <i>8</i> |
| <i>CONCEPTUALIZACIÓN Y DISEÑO DE UNA CÁMARA PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE UN MATERIAL EN UN AMBIENTE DE SATURACIÓN CONTROLADA</i> | <i>9</i> |
| <i>PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UN SUELO EN CONDICIONES NO SATURADAS... ..</i> | <i>10</i> |
| <i>VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DE UNA BASE GRANULAR DEBIDO A LA VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE FINOS PLÁSTICOS EN GRANULOMETRÍAS CONTROLADAS</i> | <i>11</i> |
| <i>PAVIMENTOS RÍGIDOS.....</i> | <i>12</i> |
| <i>EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO A LA FATIGA DE UNA MEZCLA DE CONCRETO MR-4,5 MPA CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO</i> | <i>12</i> |
| MANTENIMIENTO..... | 13 |
| <i>ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO DE SELLOS ASFÁLTICOS</i> | <i>13</i> |
| <i>CARACTERIZACIÓN DE EMULSIONES ASFÁLTICAS</i> | <i>14</i> |
| <i>TRATAMIENTOS SUPERFICIALES CHIP SEALS</i> | <i>15</i> |



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Informe LM-PI-UMP-R-001-12

Fecha de emisión: 26 de junio de 2012

Página 3 de 16

1. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

A continuación se presenta un resumen de los proyectos de investigación en los que se estará trabajando durante el presente año, según las distintas áreas en las cuales se está incursionando:

Mezclas Asfálticas

Evaluación del Desempeño de Mezclas para Pavimentos con Asfaltos

Modificados en Costa Rica

Este proyecto pretende determinar la mejoría en el desempeño de la mezcla asfáltica, cuando se utilizan modificantes en el ligante asfáltico. Este proyecto incluye la realización de 5 ensayos mecánicos a las mezclas a saber: fatiga a flexotracción, ensayo de resistencia a la deformación plástica mediante APA, módulo resiliente a la tensión diametral, resistencia a la tensión diametral retenida y resistencia a la compresión uniaxial retenida. Todos estos ensayos se encuentra actualmente normados por el CR-2010 y a finales del 2011 se realizaron algunas recomendaciones para incrementar los valores requeridos cuando se requieren mezclas de alto desempeño. Parte importante de este proyecto es generar una base de datos con valores de desempeño de estas mezclas, para categorizarlas de acuerdo a estas características y poder utilizarlas en la calibración de la guía de diseño mecanístico-empírica para Costa Rica.



Figura 1. Preparación y evaluación de mezclas asfálticas modificadas.

Como esquema experimental se definió la caracterización del desempeño de 4 distintos tipos de mezcla asfáltica, 3 de las cuales ya han sido diseñadas completamente y se están finalizando los ensayos de desempeño correspondientes a cada una de ellas.

Evaluación del Daño por Humedad en Mezclas Asfálticas Típicas en Costa Rica, mediante el Ensayo de la Rueda de Hamburgo

El daño por humedad es probablemente el mayor problema que enfrentan los pavimentos en Costa Rica. El ensayo de la Rueda de Hamburgo se utiliza con el fin de determinar la susceptibilidad a la deformación plástica de mezclas asfálticas mientras estas son expuestas a la humedad. Este ensayo puede determinar el llamado “punto de desnudamiento” en donde el agregado empieza a tener problemas con este deterioro (desnudamiento) y por consiguiente, la deformación permanente se acelera. Con este proyecto se pretende utilizar tanto mezclas propensas al daño por humedad, como mezclas sin este problema, de manera que se pueda generar una base de datos confiable acerca del desempeño de mezclas típicas en Costa Rica ante este daño. Además, mediante la utilización de cal hidratada, se pretende modificar estas mezclas para determinar la mejora en el desempeño por el uso de este aditivo. Se considera que la implementación de una especificación para la Rueda de Hamburgo en Costa Rica, puede ser derivada y apoyada en este proyecto.



Figura 2. Ensayo de la Rueda de Hamburgo



La etapa de laboratorio del proyecto ya se ha finalizado. Esto involucró la evaluación mediante la Rueda de Hamburgo de mezclas producidas con dos distintos tipos de agregado: uno que se conoce tiene buenas propiedades de adherencia y otro que ha presentado mayores problemas. Adicionalmente se evaluó el efecto de la incorporación de cal o de un aditivo líquido antidesnudante para evaluar las mejoras en la resistencia a la humedad de la mezcla. A la fecha se están realizando los análisis de resultados.

Química de Materiales

Determinación del Grado de Desempeño (PG) del Asfalto en Función de la Zonificación Climática y Condiciones de Tránsito de Costa Rica.

Las características del asfalto y su comportamiento en la mezcla asfáltica dependen de varios factores, entre ellos las condiciones climáticas y las características del tránsito vehicular. Si las mezclas asfálticas no se diseñan considerando las condiciones de la zona pueden, presentar deterioros significativos a corto plazo. Con el propósito de identificar qué tipo de asfalto es apto para utilizar en las mezclas asfálticas que se aplican en las diferentes carreteras de Costa Rica se pretende elaborar un mapa de zonificación de asfalto de acuerdo con la clasificación por grado de desempeño (PG).

La clasificación del asfalto en función del PG se fundamenta en las temperaturas del pavimento máxima y mínima en las cuales se pretende que el asfalto no se agriete por temperatura ni sufra deformación permanente. Este tipo de clasificación permite recomendar el valor de PG que se requiere operativamente en una ruta, considerando las condiciones climáticas, velocidad de operación y la magnitud y composición del tráfico vehicular. El objetivo principal del proyecto es generar un mapa y bases de datos, en los que se agrupen zonas que presenten condiciones climáticas y de tránsito similares, de tal forma que se pueda recomendar PG requeridos para maximizar la durabilidad de la mezcla asfáltica.

Con base en esto, se están finalizando los mapas de selección de grado PG para las distintas zonas del país. Además se están generando las recomendaciones necesarias para escoger el grado PG tomando en cuenta la importancia de las carreteras.

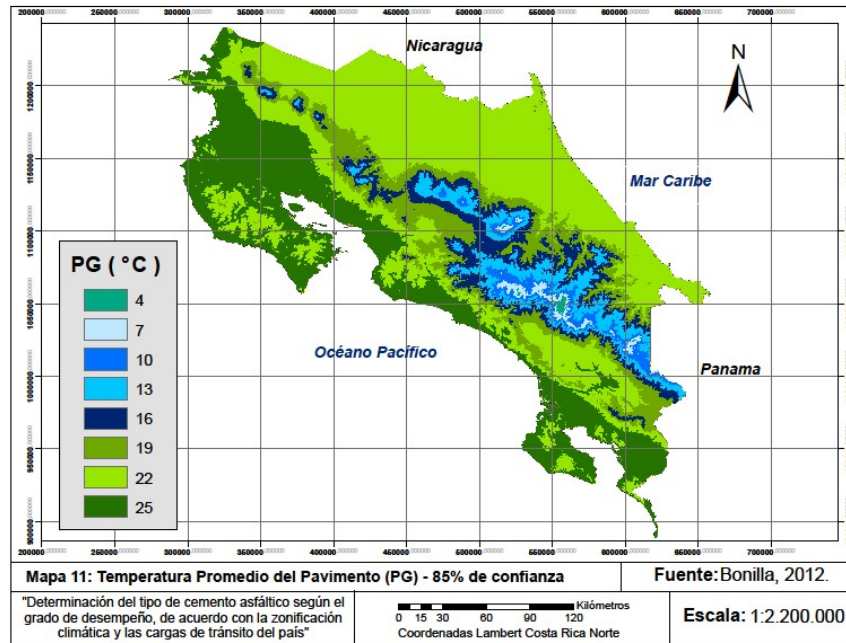


Figura 3. Mapa de temperatura promedio para pavimentos en Costa Rica

Determinación del Contenido de polímero tipo SBR presente en ligantes asfálticos modificados usados en Costa Rica.

Una alternativa recientemente incorporada en el diseño de las mezclas asfálticas en caliente es el uso de asfaltos modificados con polímeros, estos asfaltos modificados mejoran el desempeño, extienden la vida útil de las carreteras y reducen significativamente la fatiga y la deformación permanente, que son los principales problemas en la mezcla asfáltica colocada. En la actualidad no hay un método simple para el control de calidad en cuanto a la determinación final del contenido de polímero incorporado en el ligante asfáltico, la única alternativa es mediante la determinación del valor por integración (haciendo uso del software con curvas de calibración y usando espectros infrarrojos con transformada de Fourier FTIR), este es un método instrumental y costoso, además de no ser una técnica muy conocida por los contratistas que serían los usuarios finales.

Con base en esto, se decide utilizar el método PAT, para determinar el volumen de partículas mayores de 75 μm presentes en asfaltos modificados (propuesto por el equipo de investigadores de NCHRP), haciendo modificaciones para poder determinar el contenido masa/masa de polímero en el asfalto y disolviéndolo con diferentes solventes para recuperar

el polímero, y de esta forma implementar un método nuevo y rápido para el control de calidad de la cantidad de polímero adicionado al ligante asfáltico.

Hasta el momento la metodología ha sido probada con asfaltos modificados con dos polímero tipo látex SBR y ha mostrado resultados exitosos, esto es una gran ventaja ya que en Costa Rica solo se utilizan esos dos polímeros. A la fecha se está trabajado para extender la aplicación a los polímeros SBS los cuales son muy utilizados en otros países y en un futuro también en Costa Rica.



Figura 4. Propuesta del equipo para la determinación de polímeros en asfalto modificado.

Materiales Granulares y Suelos

Evaluación del Desempeño en Campo de Materiales Estabilizados con Cal en Tramos de Prueba.

Se pretende valorar el efecto que tiene la combinación de cal con suelos naturales, de grano fino y alta susceptibilidad a la presencia de agua, en sus propiedades de resistencia y durabilidad, con el propósito de poder utilizar la mezcla en carreteras no pavimentadas o como parte de una estructura de pavimento. La valoración de dicho efecto se llevará a cabo a través del análisis de tramos de prueba construidos mediante convenios municipales para la realización de ensayos en laboratorio y campo. Se conoce que la adición de cal tiene los siguientes beneficios: es amigable con el ambiente, de bajo costo, permite la utilización de los suelos locales.

Actualmente ha sido posible la construcción de dos tramos de prueba. El primer tramo fue construido con la colaboración de la Municipalidad de Cartago en el sector de Copalchí, el segundo tramo fue construido con la participación de la Municipalidad de Cañas en el barrio La Unión. Adicionalmente ya se han evaluado dichos tramos tres veces para medir la evolución de la resistencia en el tiempo y valorar su desempeño.



Figura 5. Construcción de un tramo estabilizado con cal.

Conceptualización y Diseño de una Cámara para Medir la Resistencia de un Material en un Ambiente de Saturación Controlada.

Se pretende crear una cámara que posea un ambiente de saturación controlada y a la vez admita, que se dé la falla de un espécimen (medición de la resistencia) de suelo, sin tener que abandonar dicho ambiente, esto con el propósito de facilitar los ensayos que permitan avanzar en la línea de investigación sobre suelos no saturados.

A la fecha se está trabajando en conjunto con la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Costa Rica para el diseño y construcción de la cámara.

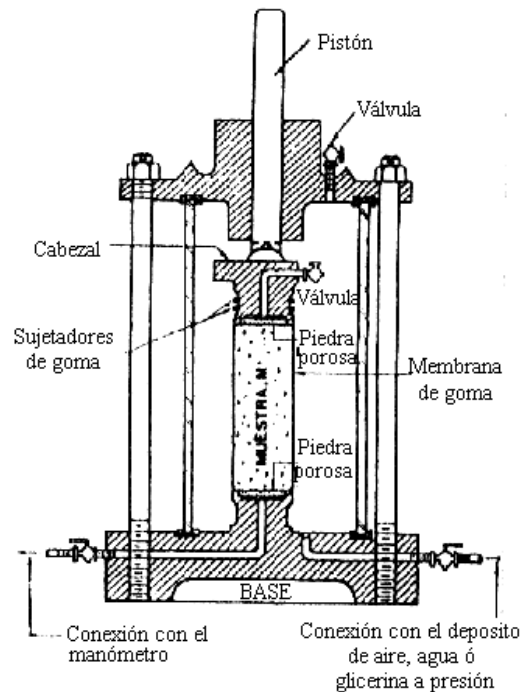


Figura 6. Propuesta general de cámara para saturación controlada.

Propiedades Físico - Mecánicas de un Suelo en Condiciones no Saturadas.

Los diversos tipos de suelos que existen en nuestro país, y la variación que presentan sus propiedades de resistencia según las condiciones climáticas a las que están sometidos durante distintos periodos, representan un gran reto para el adecuado diseño de infraestructura civil, principalmente para carreteras. Por tal razón es importante desarrollar una metodología (variando densidad y contenido de humedad) para el diseño de pavimentos que permita tomar en cuenta dichos aspectos.

Se cuenta con un esquema experimental del cual ya se han obtenido los primeros parámetros de un suelo, con estos resultados se iniciará próximamente con los ensayos físico-mecánicos (Compresión Inconfinada, Módulo Resiliente, CBR y Ensayos Triaxiales) para diferentes condiciones de densidad, humedad y saturación.

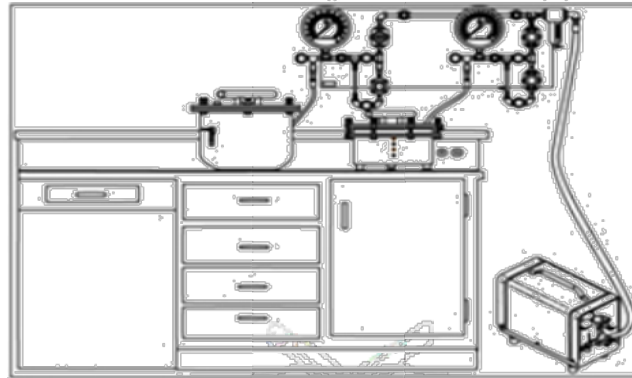


Figura 7. Equipo de laboratorio para preparación de muestras con saturación controlada.

Variación de la Resistencia de una Base Granular debido a la Variación del Contenido de Fines Plásticos en Granulometrías Controladas.

En términos generales la presencia de materiales de granos finos, susceptibles a la presencia de humedad, dentro de los materiales de base granular permite que se dé una reducción de la permeabilidad y rigidez de material, así como también un aumento de la deformabilidad del mismo y la expansión volumétrica en presencia agua, lo que causa también una disminución de la resistencia. Debido a los daños que causan los finos en las bases granulares, y por ende en el pavimento en general, es importante revisar las especificaciones que se utiliza actualmente (en cuanto a los porcentajes de finos permitidos) mediante el empleo de ensayos de laboratorio bajo condiciones granulométricas controladas.

A la fecha se está trabajando en conjunto con la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, mediante la evaluación en laboratorio de parámetros de CBR y Módulo Resiliente para un material de base.



Figura 8. Ensayo de Módulo Resiliente.

Pavimentos Rígidos

Evaluación del Comportamiento a la Fatiga de una Mezcla de Concreto MR-4,5 MPa con Adición de Fibras de Polipropileno.

Un tipo de deterioro usual que se presenta en los pavimentos del país es el agrietamiento por fatiga, el cual se produce cuando se somete el pavimento a cargas repetitivas de tránsito. En la actualidad, en nuestro país no se realizan pruebas para cuantificar el daño por fatiga en el concreto, por lo que surge la necesidad de implementar un ensayo que permita al diseñador de pavimentos tomar en cuenta la capacidad del material frente a la acción dinámica de los vehículos. Este proyecto pretende contribuir al mejoramiento del diseño de pavimentos rígidos en el país, lo cual representa una ventaja a largo plazo pues al incorporar conocimientos en materia de fatiga se puede mejorar la vida útil de los pavimentos a nivel nacional. Los resultados generados a partir de este proyecto serán tomados por el LanammeUCR para impulsar la creación de una ley de fatiga del concreto en Costa Rica que sirva de insumo para regular la construcción de los pavimentos rígidos construidos en el país.

Las etapas de revisión bibliográfica y caracterización de materiales se finalizaron en Mayo de 2012. Actualmente se están realizando los ensayos estáticos (resistencia a la compresión simple y flexión). Adicionalmente, se está calibrando el equipo MTS para iniciar con los ensayos dinámicos en concreto (módulo dinámico y resistencia a la fatiga).

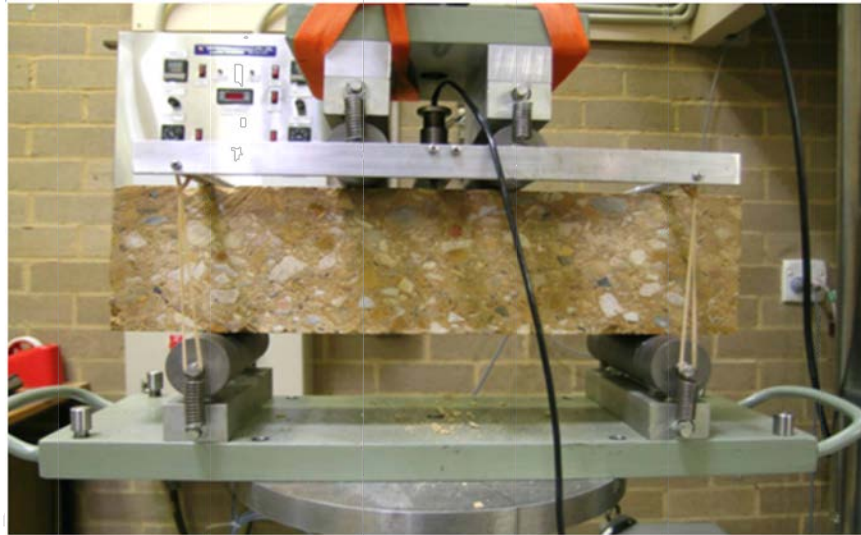


Figura 9. Montaje del ensayo de fatiga en concreto

Mantenimiento

Estudio Bibliográfico de Sellos Asfálticos

Se considera importante que en nuestro país se inicie la revisión y estudio de las ventajas y desventajas de la aplicación de la técnica de sellos asfálticos para el tratamiento de grietas en pavimentos flexibles. Debido a estas razones es importante profundizar en el conocimiento de esta técnica, en sus posibles usos y especificaciones para poder aplicarla correctamente en nuestro medio. También es necesario realizar una revisión de los ensayos de laboratorio que se utilizan para la caracterización del desempeño de estos sellos.

Luego, de la conceptualización de esta alternativa, es necesario hacer hincapié en los procesos constructivos que produzcan un desempeño adecuado de esta técnica, esto implica, el uso de equipo especializado de colocación, entre otros cuidados.

El objetivo de este estudio es proveer el soporte técnico relacionado con los conceptos teóricos y prácticos, de la utilización de los sellos asfálticos, para la mejorar la aplicación de esta alternativa de preservación en Costa Rica.

A la fecha se ha iniciado con la investigación bibliográfica y ya se cuenta con una base de datos de más de 22 documentos, además de la experiencia ganada en el desarrollo del manual de sellos de lechada asfáltica.



Figura 10. Sellos de lechada asfáltica

Caracterización de Emulsiones Asfálticas

Posterior al estudio realizado para la guía de diseño para sellos de lechada asfáltica, surgió la necesidad de conocer de mejor manera el comportamiento de las emulsiones asfálticas. El proceso de fabricación de las mismas es clave para asegurar su buen desempeño, por lo que se propone un estudio de los variables que controlan la fabricación de la emulsión asfáltica, para asegurar que la emulsión es estable y con un tamaño de partícula adecuado. Adicionalmente, el agente emulsificante es de suma importancia pues es el indicador del tipo de emulsión que se puede producir, de acuerdo a la aplicación meta; siendo éstas de rompimiento lento, medio o rápido.

El objetivo de este estudio es realizar una base de datos de las características de los distintos tipos de emulsiones asfálticas que se pueden producir, para ampliar su uso en nuestro país, y con ello ampliar el uso adecuado en las diferentes técnicas de preservación de pavimentos, así como la manipulación y almacenamiento.

A la fecha se cuenta con 6 distintos tipos de emulsificantes que permitirán el estudio de las propiedades de distintos tipos de emulsificantes producidos en el laboratorio.



Figura 11. Producción y evaluación de emulsiones

Tratamientos Superficiales Chip Seals

Los Tratamientos Superficiales utilizados actualmente en Costa Rica por lo general son colocados sin un diseño previo, se utilizan métodos artesanales de selección de materiales y cantidades. Las especificaciones vigentes establecidas en el Manual de especificaciones para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010, poseen rangos de dosificaciones recomendadas establecidas por países donde las condiciones climáticas y las propiedades de los materiales son distintas a las presentadas en el país, por lo que es importante realizar un estudio para mejorar las prácticas utilizadas actualmente en el país para asegurar la vida útil de estos sellos.

El objetivo de este estudio es proponer una metodología para el diseño y evaluación del desempeño de Tratamientos Superficiales. Se estudiará sobre la técnica y los materiales utilizados en Costa Rica para la aplicación de Tratamientos Superficiales desde el punto de vista teórico. Luego se adaptarán los ensayos que miden el desempeño de la lechada asfáltica (Slurry Seal) a los Tratamientos Superficiales: abrasión en pista húmeda y exudación en la rueda cargada. Se aplicarán distintos métodos de diseño de Tratamientos Superficiales para los materiales utilizados en Costa Rica. Una vez realizados los ensayos de laboratorio se compararán los resultados obtenidos de diseño y desempeño con las dosis recomendadas por el Manual de especificaciones para la construcción de carreteras,



caminos y puentes CR-2010. Se compararán el desempeño de los Tratamientos Superficiales utilizando asfalto modificado, lo que apoyará la valoración de la ventaja de utilizar emulsión modificada con polímeros en Tratamientos Superficiales. Finalmente se recomendará una dosificación que permitan obtener un desempeño óptimo de los Tratamientos Superficiales.

A la fecha ya se han comparando los parámetros de diseño establecidos en el CR-2010 con varias normas internacionales y se están finalizando las modificaciones o recomendaciones a dicha especificación con base al desempeño de este tipo de sellos en laboratorio.



Figura 12. Evaluación de chip seals



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales