

“ CARACTERIZACIÓN DE LOS ASFALTOS UTILIZADOS EN LAS OBRAS VIALES DEL ECUADOR ”

R. Herrera, G. Botasso

UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

Facultad de Ingeniería, escuela de civil, Director del INDIV y del Proyecto

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL DE ARGENTINA – Facultad de la Plata, Asesor Internacional

A. Cachago, E. Cajo, L. Palma

UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERIA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA - ESCUELA DE CIVIL

Estudiantes Ayudantes del Laboratorio de Pavimentos

RESUMEN

Este trabajo identifica las actividades y acciones que en el campo de las investigaciones tecnológicas y académicas realiza la Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática, por intermedio de la Escuela de Ing. Civil de la Universidad Central del Ecuador (UCE), los análisis y resultados específicos que se describen fueron realizados por el Instituto de Investigaciones Viales (INDIV) con la asesoría internacional del Instituto de Investigaciones Viales de la Universidad Tecnológica Nacional de Argentina (LEMac), asistencia técnica financiada por el Fondo Argentino de Cooperación Horizontal (FO-AR).

El motivo y razón de desarrollar este trabajo se basa en la utilización muy frecuente del asfalto en los pavimentos de un gran número de carreteras y caminos del País, al igual que de una longitud extensa de red vial nacional y local, desventajosamente los problemas constructivos, defectos y dificultades funcionales, repercuten finalmente en la duración y tiempo de servicio, motivo por el cual se registran críticas y reclamos generalizados de los usuarios, a la vez que también se destinan presupuestos elevados a las actividades de mantenimiento, conservación y reconstrucciones viales.

Palabras Claves

INDIV: Instituto de Investigaciones viales

Asfalto, Pavimento, caminos y carreteras

SUMMARY

This work identifies the activities and battles that in the field of the technological and academic investigations the Faculty of Engineering, Physical Sciences conducts and Mathematical, by interval of the School of Ing. Civil of the Central University of Ecuador (UCE), the specific analyses and results that are described were made by the Institute of Investigations Roads (INDIV) with the international consultant's office of the Institute of Road Investigations of the National Technological University of Argentina (LEMac), technical attendance financed by the Argentine Bottom of Cooperation Horizontal (FO-AR). The reason and reason of developing this work are based on the very frequent use of asphalt in the pavements of a great number of highways and ways of the Country, like of an extensive length of national and local road network, disadvantageously the constructive problems, functional defects and difficulties, finally repel in the duration and time on watch, reason by which critics and generalized reclamations of the users are registered, simultaneously who also destine budgets elevated to the activities of maintenance, road conservation and reconstructions.

Key words :

INDIV: Institute of road Investigations

Asphalt, Pavement, ways and highways

INTRODUCCION

El presente trabajo forma parte del plan de actividades que ejecuta el Instituto de Investigaciones Viales (INDIV) de la Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática de la UCE, dependencia que se dedica a realizar investigaciones tecnológicas en el campo de las vías y caminos del ámbito nacional, involucrando en dicho cometido a profesionales docentes de la Escuela de Ingeniería Civil, estudiantes de los últimos años de la carrera y al laboratorio de Pavimentos, de manera que se analicen temas y aspectos de interés nacional.

Para el éxito de los resultados, tener referencias técnicas del proceso y análisis comparativo, se obtuvo el asesoramiento del Centro de Investigaciones Viales de la Universidad Tecnológica Nacional de Argentina, Facultad Regional La plata (LEMac), actividad financiada por el Fondo Argentino de Cooperación Horizontal (FO-AR) del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de Argentina, con lo cual se ha podido tener comparación de normas para los trabajos y ensayos de laboratorio, especificaciones técnicas para el uso de materiales.

En el Ecuador como en gran parte de los países del mundo, se utiliza el pavimento asfáltico, elaborado con el uso del asfalto obtenido de las refinerías nacionales, en la construcción y operación de un significativo número de carretera y caminos, siendo la longitud y tipo de carreteras un tema de gran importancia nacional, pero que desventajosamente las obras viales en su conjunto, el funcionamiento de las mismas y particularmente las capas de rodadura, presentan problemas recurrentes y críticas generalizadas de los usuarios por las dificultades que ocasiona al tráfico vehicular, desembocando en frecuentes reparaciones, daños prematuros de las calzadas y el uso de altos presupuestos para el mantenimiento y conservación viales, razón que justifica el estudio prolijo del ligante asfáltico, como un posible causante de reducidos períodos de duración.

Para tal objetivo se trabajó con materiales obtenidos de las entidades nacionales y locales que se dedican a la planificación, construcción y administración viales, en forma directa o por intermedio de firmas constructoras contratadas, obteniendo muestras de los materiales de uso continuo, a las cuales se les sometió a los ensayos para la determinación de las características físico-mecánicas de requisito, con el propósito de caracterizarlos y luego de ello interpretar su comportamiento en los pavimentos y hormigones asfálticos de uso frecuente en las vías de nuestro medio, para reportar posteriormente recomendaciones que permitan mejorar su elaboración y procedimientos constructivos que amplíen los períodos de duración y servicio.

Reconocemos que son muchos los factores y causas que intervienen en los problemas de los pavimentos asfálticos y su buen funcionamiento, pero no podemos desconocer que los porcentajes (%) más altos están relacionados con la calidad de los materiales componentes, la preparación de los mismos y los procedimientos constructivos, contrariamente a esta realidad en el Ecuador no se registran estudios serios relacionados con algunas de estas causas, es más no conocemos la existencia de un estudio pormenorizado sobre la intervención de los ligantes asfálticos en el comportamiento y resistencia real de los pavimentos asfálticos de nuestras carreteras, razón por la cual se quiere aportar con criterios e ideas que en el futuro consoliden estos controles y cumplimiento de requisitos o especificaciones técnicas incluidas en los procesos de contratación y ejecución de obras viales, pero que en la práctica se pasan por alto o son muy superficialmente controladas, siendo ya momento para llenar estos vacíos, sustentar científicamente el uso de materiales aptos y disponibles en el país, que permitan mejorar nuestras vías y prolongar los tiempos de uso y duración,

Antecedentes de Producción

En el año de 1975 en la primera refinería construida en el país y en la ciudad de Esmeraldas se instaló la unidad de destilación al vacío, este fue el punto de partida para la producción de asfalto y pavimento en el Ecuador, cuya demanda fue numerosa puesto que el precio de dicho producto comparado con el pavimento de importación era bajo.

La construcción de vías en el Ecuador presenta varios inconvenientes y problemas, partiendo desde las etapas de preparación, construcción, y mantenimiento, por la falta de adecuados controles en cuanto a la calidad del asfalto y cumplimiento de exigencias técnicas.

El alcance que tiene la realización del proyecto es dar a conocer que la Universidad Central del Ecuador, cuenta con un laboratorio de pavimentos en el cual se realizan ensayos en asfalto que permitan de esta manera caracterizar y saber el comportamiento del asfalto nacional.

Asfaltos de producción nacional

Asfalto de origen artificial. Es aquel obtenido por la destilación del petróleo. Esta actividad principalmente se la realiza en refinerías. Según la forma como se presente el producto final, podemos tener asfaltos sólidos, semisólidos y líquidos.

Asfalto sólido. Se obtiene con el enfriamiento del asfalto líquido obtenido en las plantas asfálticas.

Asfalto semisólido. También conocido como asfalto *soplado u oxidado*, se lo obtiene cuando se incluye aire a través del residuo durante el último proceso del refinamiento. Este posee propiedades especiales tales como una rigidez muy alta y consistencia elevada ante las temperaturas que se lo expone.

Los asfaltos semisólidos no se usan directamente como capa de rodadura, pero se los aplica para rellenar juntas de pavimentos de hormigón y en pavimentos rígidos viejos para sellado inferior cuando se presentan huecos.

Asfalto líquido. Denominado también *Cutback*, en el MOP es conocido como asfalto *Rebajado*, acerca de éste, el libro de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, MOP – 001 – F – 2002 determina que es “un cemento asfáltico, líquido a la temperatura ambiente, que se obtiene durante el proceso de refinación del petróleo o calentando y diluyendo un cemento asfáltico, mediante la adición de un destilado volátil del mismo petróleo: nafta, gasolina, kerosén, aceites combustibles, aceites diesel o combustibles para propulsión a chorro”.

Son materiales que tienen una cierta velocidad de curado: rápido (RC), medio (MC) y lento (SC).

Los (RC) poseen diluyentes con un bajo punto de ebullición que se evaporan deprisa como la gasolina o la nafta.

Los (MC) tienen diluyentes con un punto de ebullición medio que se evaporan no tan deprisa como el kerosén y los combustibles para propulsión a chorro.

Finalmente los (SC) conllevan diluyentes que se evaporan muy lentamente como los aceites combustibles y diesel.

A continuación del tipo de asfalto, se coloca una valoración de su viscosidad que va de cero a cinco (0 – 5). A mayor cantidad de diluyente, menor valor, por ejemplo RC-0 es un asfalto de curado rápido muy fluido (poco viscoso).

Además se puede incluir entre el grupo de los asfaltos líquidos a las *Emulsiones Asfálticas* que son la mezcla de un agente emulsificante más asfalto más agua.

Materiales Elaborados

En la actualidad en el Ecuador existen muchas aplicaciones del asfalto, entre las cuales podemos citar las siguientes.

En *pavimentación*, principalmente de caminos y carreteras.

En *tratamientos superficiales* de carpetas asfálticas, este proceso se lo realiza en base al riego de asfalto sobre la superficie de rodamiento establecida.

En sistemas de penetración, también llamado *macadam asfáltico*, el líquido penetra y pega las piedras compactadas.

En *hormigón asfáltico*, mediante la mezcla en caliente de asfalto y agregado, compactados hasta formar una masa densa y uniforme.

En *techados asfálticos*, que es la conformación de varias capas de fieltro saturado unidas con asfalto.

En obras hidráulicas, para los *sistemas impermeabilizantes*, tanto en aspectos de control, almacenamiento y conducción de agua.

Pavimentos Flexibles

El pavimento flexible es el conjunto de capas de material asfáltico seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aun en condiciones húmedas. Deberá presentar una resistencia adecuada a los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua. Debe tener una adecuada visibilidad y contar con un paisaje agradable para no provocar fatigas.

Puesto que los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad, se deberán colocar los materiales de mayor capacidad de carga en las capas superiores, siendo de menor calidad los que se colocan en las terracerías además de que son los materiales que más comúnmente se encuentran en la naturaleza, y por consecuencia resultan los más económicos.

La división en capas que se hace en un pavimento flexible obedece a un factor económico, ya que cuando determinamos el espesor de una capa el objetivo es darle el grosor mínimo que reduzca los esfuerzos sobre la capa inmediata inferior. La resistencia de las diferentes capas no solo dependerá del material que la constituye, también resulta de gran influencia el procedimiento constructivo; siendo dos factores importantes la compactación y la humedad, ya que cuando un material no se acomoda adecuadamente, éste se consolida por efecto de las cargas y es cuando se producen deformaciones permanentes.

El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir con su vida útil.

Usos principales y Tipos de vías

Las carreteras y caminos del Ecuador se diseñan y construyen mayoritariamente con pavimentos flexibles, la clasificación del M.O P como entidad rectora de esta área es la vigente en el Ecuador, las que se ilustran en las tablas que se describen de la siguiente manera:

Tabla # 1 Clasificación de Carreteras

TRAFICO TPDA (VEHÍCULOS/DIA)	TIPO/CLASE CLASES DE CARRETERAS	VELOCIDAD DE DISEÑO					
		RECOMENDABLE			ABSOLUTAS		
		LL	O	M	LL	O	M
De 3.000 a 8.000							
De 1.000 a 3.000	I	110	100	80	100	80	70
De 300 a 1.000	II	110	100	80	100	80	60
De 100 a 300	III	100	80	60	90	70	50
	IV	90	70	60	80	60	40

Tabla # 2 Clasificación de Caminos

TRAFICO TPDA (VEHÍCULOS/DIA)	TIPO/CLASE TIPOS DE CAMINOS	VELOCIDADES DE DISEÑO RECOMENDABLE-ABSOLUTO		
		LL	O	M
300 – 250				
250 – 200	TIPO 7	60 – 80	50 – 60	40 – 50
200 – 100	TIPO 6	60 – 80	50 – 60	40 – 50
200 - 100	TIPO 5	50 – 60	35 – 50	25 – 40
Menos de 100	TIPO 5E	50 – 60	35 – 50	25 – 40
Menos de 100	TIPO 4	50 – 60	35 – 50	25 – 40
Menos de 100	TIPO 4E	50 - 60	35 - 50	25 - 40

En donde:

LL = TERRENO LLANO

O = T. ONDULADO

M = T. MONTAÑOSO

Referencias 1 y 2 .- Ver Normas de diseño de carreteras y Caminos

Estudio y Análisis realizado

Generalmente al asfalto se lo define como la mayoría de hidrocarburos, de color negrusco, muy viscosa, usada en pavimentos.

Específicamente el asfalto es un betún sólido, semisólido o líquido, de color negro ó pardo oscuro, encontrado en depósitos naturales u obtenidos artificialmente como un residuo del petróleo.

Siendo el asfalto un componente en los pavimentos, es primordial estudiar y analizar cada una de las propiedades físicas que lo caracterizan; detallando a continuación cada una de esas propiedades:

- Viscosidad; es la resistencia de los cuerpos a la deformación, debido al rozamiento interno molecular; la viscosidad es una medida de la resistencia al flujo.
- Ductilidad; es la capacidad de un material de sufrir alargamientos sin disgregación de su masa; debido a la ductilidad el asfalto puede ser sometido a la acción de continuas fuerzas de tracción y compresión; que las resiste deformándose pero sin romperse.
- Fragilidad; es la propiedad de los materiales a romperse frente a la presencia de determinados esfuerzos.
- Peso específico; es la relación del peso para unidad de volumen. El peso específico del asfalto varía según su origen y proceso de destilación manteniéndose igual a la unidad.
- Calor específico; cualidad que se tiene influencia en los efectos de transporte para generar una elevación de temperatura o mantenerla fija en este material basándose en las pérdidas del calor producidas en un depósito.
- Conductividad calorífica; característica que tienen los cuerpos de dar peso con mayor o menor resistencia al calor.
- Dilatación térmica; propiedad que permite comparar los volúmenes medidos a temperaturas diversas y calcular los volúmenes del material a utilizar en el relleno de juntas de dilatación o huecos de cualquier forma.
- Impermeabilidad, capacidad de un material de no poder ser atravesado por agua u otro líquido; el asfalto además de actuar como ligante de moderada resistencia. Debe ser a la vez altamente impermeable.
- Adhesividad; es la resistencia opuesta por el asfalto a despegarse del material con el que ha entrado en contacto.
- Durabilidad; el asfalto debe mantenerse plástico, para cumplir su función de ligante, por diversos factores atmosféricos el asfalto pierde su plasticidad formándose quebradizo, causado por el endurecimiento progresivo, generando la destrucción del pavimento.
- Velocidad de curado; es el aumento de la consistencia del asfalto por la pérdida progresiva de disolventes por evaporación.

Identificación de producción

En nuestro país, la mayor parte del asfalto empleado se obtiene del Petróleo. El asfalto es un material de alta producción en el país; hay tantas clases de caminos, construidos bajo diferentes condiciones y usando diversas formas de asfalto, debido a que se lo emplea no solo en pavimentación si no además se lo utiliza para: tratamiento superficiales, sistemas de penetración, canales de drenaje, bordes, debido a que es un material económico con propiedades impermeabilizantes y cementantes.

Muestras empleadas: MOP, EMOP/Q, CIA. HERDOIZA & CRESPO

Para la realización del presente proyecto se solicita muestras a entidades públicas y privadas, siendo ellas dependencias y empresas que tienen alta demanda y uso de asfalto; tales como: MOP, EMOP/Q (Empresa Metropolitana de Obras Públicas – Quito) y compañía de construcciones Herdoiza & Crespo.

Cada una proporciona la cantidad necesaria para realizar los ensayos que caracterizan al asfalto; siendo el asfalto AP – 3 cemento asfáltico.

Laboratorio de Pavimentos y pruebas realizadas

A continuación se detalla cada uno de los ensayos básicos realizados en laboratorio para observar si el asfalto cumple con las especificaciones.

1.- Ensayo de Penetración

El ensayo de penetración sirve para determinar la dureza o consistencia de un material bituminoso, además la penetración se emplea para determinar la capacidad de fluencia del cemento asfáltico cuando el rozamiento entre las capas del fluido se incrementa y el material se aproxima en sus propiedades de consistencia a un semisólido; esto sucede cuando se encuentra a temperatura ambiente.

La penetración consiste en la distancia, expresada de milímetro, que penetra verticalmente en el material una aguja normalizada, en condiciones definidas de carga, tiempo y temperatura.

La penetración normal se realiza a una temperatura de 25°C durante un tiempo de 5 segundos, y con una carga móvil total de la aguja más accesorios de 100 gramos; aunque pueden emplearse otras condiciones previamente definidas.

2.- Ensayo de Ductilidad

El ensayo de ductilidad consiste en realizar una probeta de cemento asfáltico de dimensiones con formas determinadas y someterlas al alargamiento. La sección transversal mínima de la muestra es de 1cm². Este ensayo determina la distancia en centímetros que la muestra puede alargarse antes de romperse, cuando los dos extremos de la briqueta del material son estirados a una velocidad de 5 cm. / minutos y a temperatura de 25 ± 0,5 °C.

Normalmente los asfaltos dúctiles tienen mejores propiedades aglomerantes pero son susceptibles a las variaciones de temperatura.

3.- Ensayo de Viscosidad Saybolt – Furol

El ensayo de viscosidad determina la fluidez de los asfaltos a la temperatura que se emplea durante su aplicación en la elaboración de la carpeta asfáltica; normalmente se utiliza para cementos asfálticos, emulsiones y aceites.

Este ensayo se define como el tiempo en Segundos Saybolt Furol, necesarios para que fluyan 60 ml de material a temperatura de 135°C a través de un tubo de dimensiones normalizadas. El ensayo requiere de un constante baño de temperatura que se aplican con un tipo de aceite de alto punto de ebullición.

4.- Ensayo de Punto de Inflamación

Punto de inflamación. Vaso Cleveland.

El punto de inflamación es la temperatura a la que puede calentarse el asfalto con seguridad, sin el peligro de inflamación instantánea de los vapores liberales, cuando se ponen en contacto con una llama libre.

El ensayo de punto de inflamación consiste en calentar la muestra contenido en el vaso CLEVELAND aumentando entre 14°C a 17 °C por minuto hasta alcanzar una temperatura de 222 °C bajo el punto de inflamación probable; a continuación disminuir el calor hasta conseguir que el rango de elevación se encuentre entre 5°C y 6 °C por minuto. Aplicar llama de ensayo localizado mínimo 2mm del vaso CLEVELAND, con un movimiento armonioso y continuo aproximadamente un segundo por parada; finalmente se registra la temperatura en la cual en dos paradas consecutivas se enciende parte de la superficie de la muestra; siendo esta la temperatura que corresponde al punto de inflamación.

5.- Ensayo Densidad Relativa

La densidad relativa se define como la relación entre la masa de un volumen dado del material a la temperatura t_1 , y la masa de un volumen igual de agua pura a la temperatura t_2 , o lo que es lo mismo, la relación entre la densidad del material a t_1 y la densidad del agua a t_2 . La temperatura normalizada de ensayo es la 25°C aunque puede emplearse otras temperaturas, siempre que se determine las calibraciones y correcciones correspondientes.

El procedimiento general de ensayo, aplica a los materiales líquidos, semilíquidos y sólidos, está basado en la determinación de la densidad relativa mediante el picnómetro, obtenida comparando las masas de volúmenes iguales de material y agua a la misma temperatura; ésta no específica, se entenderá la temperatura normalizada de 25 °C.

6.- Ensayo de Peso Especifico

El peso específico relativo es la relación del peso de un volumen determinado de asfalto el peso de igual volumen de agua, encontrándose los dos materiales a una temperatura de 25 °C. El peso específico del cemento asfáltico depende tanto del origen como del proceso de destilación pero su valor se mantiene cerca de la unidad.

El peso específico del asfalto sirve para realizar las correcciones de volumen cuando se mide a altas temperaturas; otra de sus aplicaciones es determinar los vacíos en las mezclas asfálticas para pavimentos compactados. La aplicación principal es conocer su valor exacto para la transformación de peso o volumen puesto que la dosificación se basa generalmente en relación de volumen.

7.- Ensayo de Perdida de Masa por Calentamiento

En el ensayo de calentamiento se somete a una muestra de cemento asfáltico a condiciones de endurecimiento, similares a las que ocurre en las operaciones normales en una planta de mezcla en caliente para conformar el pavimento a temperaturas de alrededor de 150°C, dando como resultado el cambio de las propiedades del cemento asfáltico después de someterlo a este proceso.

Para determinar el endurecimiento del cemento asfáltico se realiza ensayos de penetración, viscosidad y ductilidad antes y después de introducir el material al horno.

La penetración, la viscosidad y la ductilidad del cemento asfáltico se expresan después del tratamiento, como porcentaje del ensayo realizado antes del tratamiento.

8.- Ensayo de Penetración en el Residuo

El ensayo de penetración en el residuo se realiza en la muestra de cemento asfáltico que ha sido al proceso de calentamiento en película fina.

Se aplica el mismo concepto del ensayo de penetración, donde se menciona que la penetración es la distancia en décimas de milímetro en que una aguja normalizada penetra verticalmente en una muestra de asfalto. Las condiciones de ensayo también son las mismas, es decir, el ensayo se realiza a una temperatura de 25°C, con un peso total de la aguja más accesorios de 100g y durante un tiempo de 5g.

9.- Ensayo de Ductilidad en el Residuo

El ensayo ductilidad en el residuo, emplea el material resultante del ensayo de calentamiento en película fina al horno.

ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Referencias Normativas

Para cada uno de los ensayos realizados en nuestro laboratorio indicaremos las distintas referencias normativas empleadas y las que están en concordancia con dichos ensayos:

DETERMINACIÓN	UNIDAD	INEN	NLT	ASTM	AASHTO
Penetración a 25°C, 100g, 5s	0,1 mm	NTE INEN 917	124	D 5-97	T 49-74
Ductilidad a 25°C y 5cm/min.	cm	NTE INEN 916	126	D 113	T 51
Viscosidad a 135°C: Saybolt – Furol	SSF	NTE INEN 1831	138/84	D 88-56	T 72-74
Punto de Inflamación: Vaso Cleveland	°C	NTE INEN 808	127	D 92-66	T 48-74
Densidad Relativa a 25/25°C	gr/cm ³	-----	122/84	D 70	-----
Peso Específico	gr/cm ³	-----	-----	D 70-97	-----
Pérdida de masa por calentamiento	% m/m	NTE INEN 924	185	-----	-----
Penetración en el residuo (% del original)	% m/m	NTE INEN 918	124	D 1754	-----
Ductilidad en el residuo a 25°C y 5cm/min	cm	NTE INEN 916	126	-----	-----

Cuadro de Resultados

DETERMINACIÓN	VALORES MUESTRA EMOP-Q	OBTENIDOS MUESTRA Herdoiza CRESPO	VALORES DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MOP – 001 – F 2000	CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LOS CEMENTOS ASFÁLTICOS NORMA INEN	NORMA NLT
Penetración a 25°C, 100g, 5s	64,8	75,4	Grado de Penetración: (60-70): mínimo: 60 mm/10 máximo: 70 mm/10	Grado de Penetración: II mínimo: 60 mm/10 máximo: 70 mm/10	BM – 3a mínimo: 55 mm/10 máximo: 70 mm/10
Ductilidad a 25°C y 5cm/min	103	101	Grado de Penetración: (60-70): mínimo: 100 cm máximo: -----	Grado de Penetración: II mínimo: 100 cm máximo: -----	BM – 3a mínimo: -- máximo: --
Viscosidad a 135°C: Saybolt – Furol	125,23	127,62	-----	Grado de Penetración: I mínimo: ----- máximo: 120 cm	-----
Punto de Inflamación: Vaso Cleveland	261	262	Grado de Penetración: (60-70): mínimo: 232 ° C máximo: -----	Grado de Penetración: II mínimo: 232 ° C máximo: -----	BM – 3a mínimo: 235 ° C máximo: -----
Densidad Relativa a 25/25°C	1,031	1,010	Grado de Penetración: (60-70): mínimo: 1,00 máximo: -----	-----	BM – 3a mínimo: 1,00 máximo: -----
Peso Específico	1,032	1,009	-----	-----	-----
Pérdida de masa por calentamiento	0,59	0,60	Grado de Penetración: (60-70): mínimo: ----- máximo: 0,8 (% m/m)	Grado de Penetración: II mínimo: ----- máximo: 0,8 (% m/m)	BM – 3a mínimo: ----- máximo: 1,00 (%)
Penetración en el residuo (% del original)	76,39	66,31	Grado de Penetración: (60-70): mínimo: 54 (% m/m) máximo: -----	Grado de Penetración: II mínimo: 54 (% m/m) máximo: -----	BM – 3a mínimo: 65 mm/10 máximo: -----
Ductilidad en el residuo a 25°C y 5cm/min	31	40,5	Grado de Penetración: (60-70): mínimo: 50 cm máximo: -----	Grado de Penetración: I mínimo: ----- máximo: -----	BM – 3a mínimo: -- máximo: --

Análisis de Resultados

El cemento asfáltico empleado para nuestro trabajo basándonos en muestras de distinta procedencia lo vamos a clasificar de acuerdo a los valores mínimos y máximos que nos presentan las distintas especificaciones o normas en las cuales se clasifican de la siguiente manera:

1. De acuerdo a las especificaciones técnicas del **MOP – 001 – F 2002** las muestras dos muestras se encuentran dentro de la clasificación (60 – 70) ya que los valores obtenidos en su mayor parte se hallan dentro de los valores mínimos y máximos especificados en todos los ensayos realizados.
2. De acuerdo a la **NORMA INEN** : Las muestras ensayadas tienen un GRADO II, penetración 60/70 ya que los valores especificados en dicha norma si concuerdan en la mayoría de datos obtenidos.
3. De acuerdo a la **NORMA NLT** : Tanto la una como la otra muestra ensayada y de acuerdo a los valores especificados en la tabla estos cementos asfálticos (betunes) se hallan dentro de betunes modificados de rango 3a (BM – 3 a)

De acuerdo a las distintas normas podemos concluir que el muestreo y los ensayos realizados que se efectúen para comprobar las propiedades de los cementos asfálticos, deben seguir los procedimientos estipulados en las normas INEN, y de no haberlas, se deberá optar por las normas AASHTO que correspondan. El manejo de los asfaltos con el rigor necesario está supeditado al buen conocimiento de sus requisitos de calidad por parte de las partes involucradas en el proceso, es decir, el productor, el comercializador, el transportista, el contratista y el fiscalizador.

Intervención y Aditivos

Durante la utilización del asfalto, en la construcción de cualquier tipo de mezcla, se puede producir un deterioro en las propiedades del mismo. La modificación de asfalto es una nueva técnica utilizada para el aprovechamiento efectivo de asfaltos en la pavimentación de vías. Esta técnica consiste en la adición de polímeros a los asfaltos convencionales con el fin de mejorar sus características mecánicas, es decir, su resistencia a las deformaciones por factores climatológicos y del tránsito (peso vehicular). Los objetivos que se persiguen con la modificación de los asfaltos con polímeros, es contar con ligantes más viscosos a temperaturas elevadas para reducir las deformaciones permanentes (ahuellamiento), de las mezclas que componen las capas de rodamiento, aumentando la rigidez. Por otro lado disminuir el fisuramiento por efecto térmico a bajas temperaturas y por fatiga, aumentando su elasticidad. Finalmente contar con un ligante de mejores características adhesivas. Las adiciones o aditivos buscan mejorar el comportamiento o grado de performance de un asfalto para mejorar sus prestaciones en servicio. Es muy importante controlar el proceso de adición pues puede transformarse en una desventaja.

Las principales adiciones son:

- a. Mejoradores de adherencia
- b. Filler o polvos calcáreos
- c. Asfaltitas
- d. Polímeros o copolímeros
- e. Cauchos
- f. Gomas

Cada uno de ellos desarrolla una acción sobre el asfalto modificando su performance en diferentes escalones de tensiones y temperaturas de servicio. El proyectista considerará aquel de mayor significación de acuerdo a las solicitaciones encontradas. Los agentes modificadores utilizados en los asfaltos, modifican el comportamiento reológico de los mismos. Se puede decir que un asfalto modificado en un ligante hidrocarbonado resultante de la interacción física y/o química de los polímeros con un betún asfáltico. Un asfalto puede modificarse con rellenos minerales, cauchos, plásticos o hidrocarburos naturales. Los asfaltos se caracterizan por variar su comportamiento según a la temperatura a la que se encuentren; es por ello que a distintas temperaturas el asfalto posee distintas consistencias, propiedad que se denomina susceptibilidad térmica, la cual debería ser lo mas baja posible de modo que a bajas temperaturas y a tiempos cortos de aplicación de cargas sean lo suficientemente flexibles para evitar el fisuramiento y a tiempos prolongados de aplicación de cargas sean resistentes a las deformaciones. La acción de los modificadores es colaborar en la tendencia a que el asfalto presente las menores variaciones de consistencia para los cambios de temperatura registrados.

En general un agente modificador logra:

- Disminuir la susceptibilidad térmica
- Aumentar la cohesión interna
- Mejorar la elasticidad y flexibilidad a bajas temperaturas
- Mejorar el comportamiento a fatiga
- Aumentar la resistencia al envejecimiento

Evidente que la mayor desventaja de estos es el alto costo inicial del asfalto modificado, sin embargo, si hacemos un análisis del costo a largo plazo (es decir, la vida útil de la vía); podemos concluir que el elevado costo inicial queda sobradamente compensado por la reducción del mantenimiento futuro y el alargamiento de la vida de servicio del pavimento.

Causas y Correcciones. Las averías en los antiguos pavimentos bituminosos se deben usualmente a un proyecto del pavimento inadecuado para el tráfico existente, a una compactación insuficiente durante la construcción o ambas causas. El proyecto incorrecto de las mezclas asfálticas pueden dar lugar también a varios tipos de averías.

Un exceso de asfalto, especialmente en mezclas con elevado porcentaje de agregados puede dar lugar a ondulaciones de la superficie. Un contenido de asfalto insuficiente puede dar lugar a agrietamiento o desintegración de la superficie. El agrietamiento por fatiga puede deberse a una deflexión excesiva del pavimento o a que la mezcla sea quebradiza. El pavimento puede ser quebradizo porque el asfalto se haya endurecido excesivamente por cualquier causa o porque el contenido del asfalto sea insuficiente. Los pavimentos asfálticos pueden averiarse por defecto de la resistencia de la cimentación, debido frecuentemente al mal drenaje. El agua es la principal causa de averías en las estructuras de los pavimentos. Se dispone de gran variedad de materiales y técnicas aplicables a la corrección de los diversos tipos de averías. Algunos tipos de ellos, que pueden emplearse aisladamente o combinados con otros son:

- *Tratamientos superficiales*: a los que se refiere al principio de este capítulo. Riego en negro, sólo o con arena, gravilla; sellado con lechada asfáltica o el tratamiento superficial múltiple.
- *Mezclas para bacheo*: mezclas en caliente, que son áridos mezclados con betún asfáltico de gran penetración para uso inmediato. Las mezclas en frío son los áridos en una instalación central con asfalto líquido para uso inmediato o almacenaje. Las mezclas en frío almacenables es una mezcla de los áridos locales con asfaltos líquidos de curado medio o lento que se almacena para uso futuro.

Sea cual sea el tratamiento que se escoja, según la avería, siempre es necesario limpiar o barrer el área que se va a reparar; eliminar el agua; si es necesario acondicionar el orificio o grieta, los costados deben ser aproximadamente verticales y se deben hacer en la dirección del tráfico. Si es necesario se debe apisonar el relleno.

ADITIVO PARA ASFALTO CALIENTE:

Aditivo mejorador de adherencia:
ADETAN 10

Se trata de un aditivo amínico de polaridad catiónica, que promueve la adhesión de materiales bituminosos sobre superficies de carga negativa.

COMPOSICIÓN QUÍMICA

Alquil amino-amido-imidazolina.

CARACTERÍSTICAS

Su aporte catiónico promueve la adhesión sobre áridos de tipo silicio. Desplaza la monocapa que habitualmente se encuentra recubriendo las superficies de densidad de carga negativa, posibilitando la adherencia del asfalto árido.

DOSAJE

ADETAN 10 se aplica en dosis de 0,2 a 0,3 % sobre el asfalto lográndose con ello porcentajes de recubrimiento de 90 –95 %.

FORMA DE USO

Se incorpora al asfalto por el flujo de la bomba y se recircula hasta lograr una completa homogeneización. No exponerlo por lapsos prolongados a temperaturas mayores de 180 °C.

PRESENTACION

Tambores metálicos por 200 litros sin devolución.

Conclusiones

- Existe el pronunciamiento generalizados que los asfaltos de producción nacional no cumplen con la totalidad de las exigencias y requisitos de composición química, debido a la calidad del crudo que se usa en su refinación
- La producción nacional es monopólica y está a cargo de entidades estatales, en las cuales no se incentiva la competitividad y calidad de sus productos, por lo que la adquisición y usos son obligados
- Consecuentemente es necesario y con prontitud emprender en controles de la calidad de los asfaltos, aplicación con mayor severidad del cumplimiento de las Especificaciones Técnicas de construcción, para mejorar sus rendimientos y tiempos de duración.

Agradecimientos

A la Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería
Al Laboratorio de Pavimentos de la Escuela de Ingeniería Civil
Al Instituto de Investigaciones Viales - INDIV

Referencias

- Nº 1: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras
Tippetts-Abbett-Stratton y Asesoría Técnica (ASTEC) -MOP 1973
Cuadro de resumen de normas y elementos geométricos
- Nº 2: Manual de Diseño de Caminos Vecinales
Luis Berger International y Protecvia Cia. Ltda. – MOP 1984
- Nº 3: Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes
MOP – 001 – F 2002