

APLICABILIDAD DEL ASFALTO OBTENIDO A PARTIR DE MATERIA ORGÁNICA EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

Carlos M. Morel G.*; Oscar D. Martínez P.**; Wueber F. Bogado C.***

carlosmorel_9ag@hotmail.com; oscarmpatri@hotmail.com; wueberbogado@yahoo.es

Palabras claves: RMO, Material bituminoso, Pavimentos flexibles.

RESUMEN

El Centro de Investigación de Ciencias y Tecnología (CIENCITEC), de la ciudad de Ñemby, ha desarrollado un prototipo de reactor de materia orgánica (RMO), que transforma basura orgánica en gas, aceites y ácidos orgánicos y material bituminoso, mediante el proceso de desmolecularización y reagrupamiento de las partículas orgánicas.

Considerando la importancia de proponer un material obtenido de una fuente alternativa y la gran porción de la red vial nacional que requiere pavimentación, hemos escogido al material bituminoso para determinar su aplicabilidad en los distintos elementos componentes de la estructura de pavimentos flexibles.

Efectuado los ensayos conforme a las Especificaciones Técnicas del MOPC para productos bituminosos a ser empleados en pavimentos flexibles, y comparando los valores resultantes con los parámetros exigidos en las mismas Especificaciones Técnicas del MOPC, determinamos que el material es apto para su aplicación en carpetas de concreto asfáltico en caliente.

* Ingeniero Civil; ** Ingeniero Civil; *** Ingeniero Civil

1. INTRODUCCIÓN

El Centro de Investigación de Ciencias y Tecnología (CIENCITEC), de la ciudad de Ñemby, ha desarrollado un prototipo de reactor de materia orgánica (RMO), que transforma basura orgánica en gas, aceites y ácidos orgánicos y material bituminoso,

mediante el proceso de desmolecularización y reagrupamiento de las partículas orgánicas.

Considerando la importancia de proponer un material obtenido de una fuente alternativa y gran porción de la red vial nacional que requiere pavimentación, hemos escogido al material bituminoso para determinar su aplicabilidad en los distintos elementos

componentes de obras viales de pavimentación flexible.

2. R.M.O.

La mayor parte de la energía empleada actualmente en el mundo proviene de los combustibles fósiles. Estos combustibles se formaron a partir de restos orgánicos de plantas y animales que se fueron depositando en el fondo de mares, lagos y otros cuerpos de agua; allí fueron cubiertos por varias capas de sedimento.

Fueron necesarios millones de años para que las reacciones químicas de descomposición y la presión ejercida por el peso de esas capas transformasen a los restos orgánicos en gas y petróleo; siendo este último sometido a procesos de fraccionamiento para obtener así los diferentes subproductos utilizados por el hombre.

En el R.M.O., en pocas horas, se desencadenan las mismas reacciones químicas que se producen en la naturaleza, generando gas metano, asfalto, diferentes aceites y ácidos orgánicos, separados por fases de acuerdo a su peso molecular.

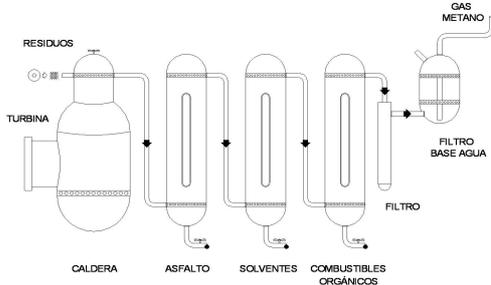


Figura 1: Esquema del R.M.O.

El R.M.O. es un sistema totalmente novedoso y ecológico, y una de sus principales aplicaciones es la de tratar la materia orgánica que proviene de los residuos sólidos, sin que la presencia de restos de metales, plásticos, vidrios o piedras constituya un inconveniente para su correcto funcionamiento.

3. QUÍMICA DEL ASFALTO

Los materiales bituminosos son una mezcla de numerosos hidrocarburos parafínicos, aromáticos y compuestos policíclicos que

contienen azufre, nitrógeno y oxígeno; casi en su totalidad solubles en sulfuro de carbono.

Los hidrocarburos constituyentes del asfalto forman una solución coloidal en la que un grupo de moléculas de los hidrocarburos más pesados (asfáltenos) están rodeados por moléculas de hidrocarburos más ligeros (resinas), sin que exista una separación entre ellas, sino una transición, finalmente, ocupando el espacio restante los aceites.

Para que el ligante bituminoso tenga un buen desempeño en elementos estructurales de pavimentos flexibles se requiere que esté constituido casi totalmente por cementantes activos y que el mismo no haya sido quemado ni contaminado con sustancias quemadas en el proceso de obtención. Todo esto se relaciona con la composición química del material, la cual se analiza con los ensayos indicados a continuación con sus resultados correspondientes.

TABLA I: Resultados de ensayos

Ensayo	Método	Resultado	Especific. Técnicas (*)
Solubilidad en tetracloruro de carbono	AASHTO T 44-70	99,60 %	> 99,00 %
Contenido de cenizas	AASHTO T 102-68	0,40 %	< 1,00 %
Oliensis	AASHTO T 102-62	NEGATIVO	NEGATIVO

(*) Parámetros establecidos en las especificaciones técnicas para cualquier material bituminoso empleado en elementos de la estructura de pavimentos flexibles.

En base a los resultados obtenidos en los ensayos hasta aquí realizados se concluye lo siguiente:

El material ensayado posee la cantidad requerida de constituyentes cementantes activos y la cantidad de impurezas se encuentra por debajo de la máxima permitida.

Durante el proceso de elaboración, el asfalto no fue sometido a temperaturas que produjesen su quemado (craqueo) ni fue contaminado con sustancias quemadas.

El producto presentó comportamiento idéntico al del cemento asfáltico de petróleo (CAP) en los ensayos realizados, por lo que se concluye que posee una configuración química equivalente a la del CAP.

Con los resultados obtenidos resulta satisfactoria la prosecución de los ensayos, desarrollados en el siguiente capítulo.

4. FÍSICA DEL ASFALTO

Los materiales bituminosos en dependencia con su origen, proceso y forma de obtención, presentan diferentes características de comportamiento físico, las que influyen en su performance y definen la aptitud que poseen para emplearlos en los distintos elementos estructurales de pavimentos flexibles.

Teniendo en cuenta la diversidad de origen y componentes que constituyen los ligantes bituminosos y por otra parte, la diversidad de empleos de él, es de sumo interés conocer sus propiedades físicas y especialmente, los límites de variación de ellas según sea el producto considerado.

Entre las características físicas del asfalto se encuentran la dureza, susceptibilidad térmica, elasticidad, endurecimiento y envejecimiento, consistencia, densidad, y otros.

Los parámetros físicos determinados se presentan a continuación con los resultados y el análisis respectivo de los mismos:

TABLA II: Resultados de ensayos

Ensayo	Método	Resultado
Densidad	AASHTO T 228-68	1,017 g/cm ³
Penetración	AASHTO T 49-68	54,67 x 10 ⁻¹ mm

El primer parámetro determinado fue el de la densidad del material, encontrándose en el rango de los cementos asfálticos

convencionales, rondando el valor de la unidad.

Los resultados de penetración del material se encuentran en el intervalo convencional 50-60 de cementos asfálticos de petróleo.

De la dureza obtenida, concluimos que el material es aplicable como base para elaborar emulsiones de rotura lenta y asfaltos diluidos de curado lento, por lo que se descarta su utilización en riegos de liga, riegos de imprimación, sellos, lechadas y tratamientos superficiales en nuestro país.

Por lo concluido en el párrafo anterior, los demás parámetros físicos analizados son contrastados con los estipulados en las especificaciones técnicas del Ministerio de Obras Públicas para la ejecución de carpetas de concreto asfáltico en caliente, y comparados con los del CAP 50-60.

TABLA III: Resultados de ensayos

Ensayo	Método	Resultado	Especifi. Técnicas	CAP 50-60	
Punto de ablandamiento	AASHTO T 53-63	49,17 °C	-	52 °C	
Índice de penetración	-	- 1,21	- 1,50 > IP < 0,50	- 0,50	
Ductilidad	AASHTO T 51-68	112 cm	> 100 cm	132 cm	
Viscosidad Saybolt Furol	AASHTO T 72-68	125 °C	276 SSF	-	375 SSF
		135 °C	175 SSF	-	231 SSF
		145 °C	131 SSF	-	158 SSF
		155 °C	92 SSF	-	101 SSF
		165 °C	65 SSF	-	72 SSF
Punto de inflamación	AASHTO T 48-68	240 °C	> 232 °C	351 °C	
Película delgada	AASHTO T 179-68				
		Pérdida de peso	0,64 %	< 0,8 %	0,22 %
		Penetración retenida	51,48 %	> 50 %	53 %
Ductilidad del residuo		87,67 cm	75 cm	113 cm	

El material presenta menor ductilidad que el CAP 50-60, no obstante cumple con lo requerido en las especificaciones para su empleo en pavimentos ejecutados con carpetas asfálticas.

El asfalto del RMO es sensiblemente más susceptible a la temperatura que el CAP 50-60, pero sin sobrepasar el límite prescrito en

las especificaciones técnicas de carpetas asfálticas.

El punto de inflamación del material es superior al mínimo indicado en las especificaciones a fin de mantener un nivel aceptable de seguridad en su empleo en mezclas elaboradas en caliente.

En todos los parámetros analizados respecto al envejecimiento del material se encontró que el mismo cumple con lo dispuesto en las especificaciones, sin embargo, presentará síntomas de envejecimiento más acentuados que el CAP 50-60.

La variación de la viscosidad del material con la temperatura es lineal, presentando valores inferiores a los del CAP 50-60, de lo que se concluye que el material es menos consistente que el segundo.

Finalmente, los parámetros del material determinados en los ensayos efectuados reúnen los requisitos establecidos para su empleo en carpetas asfálticas de pavimentos flexibles; estando el valor de temperatura para el mezclado comprendido entre 155 y 165 °C y el de compactación entre 142 y 145 °C tomados de la curva viscosidad vs. Temperatura.

5. DESEMPEÑO CON LOS AGREGADOS

Las mezclas asfálticas son materiales heterogéneos compuestos por agregados pétreos, ligantes asfálticos, aditivos y vacíos de aire. Las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas dependen de las proporciones relativas en que estos constituyentes intervienen y son en gran medida, el resultado de los fenómenos que ocurren en la interfase entre el agregado y el ligante.

A fin de obtener resultados comparativos, empleamos los agregados pétreos de la Cantera Concret-Mix S.A. y utilizamos la misma dosificación, de dichos agregados en la composición del concreto asfáltico, adoptada para la ejecución de la obra "Recapado de la Ruta N° 2. Tramo Fernando de la Mora – San Lorenzo".

Antes de ejecutar el moldeo de probetas, evaluamos el grado de adherencia del ligante con los agregados, mediante el ensayo de adhesividad normalizado según el método AASHTO T 182-84, no observándose

escurrimiento alguno del asfalto del RMO, por lo que se considera satisfactoria la adherencia del material al agregado.

Se moldearon probetas de concreto por el método Marshall (ASTM D-1559), con contenidos de 3,5%; 4,0%; 4,5%; 5,0%; 5,5% y 6,0 % de asfalto en peso y se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA IV: Resultados Marshall

Porcentaje de Asfalto	Densidad Marshall	Densidad Rice	Porcentaje vacíos en mezcla total	Porcentaje vacíos cubiertos con asfalto	Vol. Asfalto en la probeta	Porcentaje vacíos agregado mineral	Relación asfalto /vacíos	Estabilidad Marshall	Fluencia Marshall	Relación Estabilidad Fluencia
	Kg/m ³	Kg/m ³	%	%		%	%	Kg	mm	Kg/cm
3,5	2,507	2,717	7,75%	8,63%	40,56	16,38%	52,69%	721,57	2,27	3184,94
4	2,524	2,692	6,23%	9,03%	46,45	16,16%	61,43%	826,50	2,57	3233,99
4,5	2,545	2,672	4,75%	11,26%	51,96	16,01%	70,36%	923,49	2,73	3393,72
5	2,562	2,660	3,65%	12,60%	58,22	16,26%	77,53%	911,60	3,13	2910,03
5,5	2,548	2,623	2,88%	13,78%	63,64	16,67%	82,70%	867,24	3,27	2654,79
6	2,521	2,580	2,28%	14,88%	69,42	17,17%	86,65%	807,47	3,47	2329,45

Comparando con los resultados obtenidos en la obra anteriormente mencionada se obtiene:

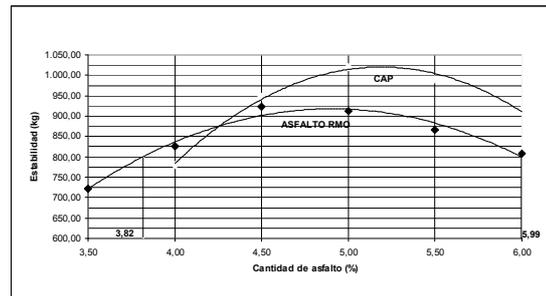


Figura 2: Diagrama Estabilidad

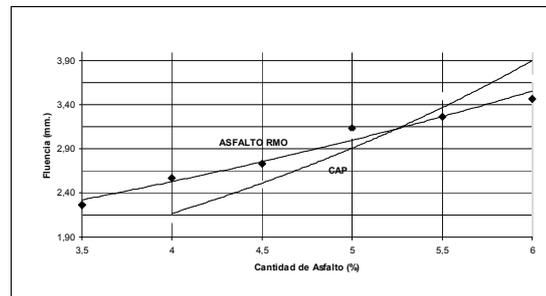


Figura 3: Diagrama Fluencia

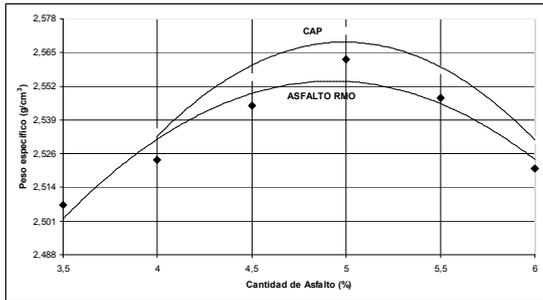


Figura 4: Diagrama Peso Específico

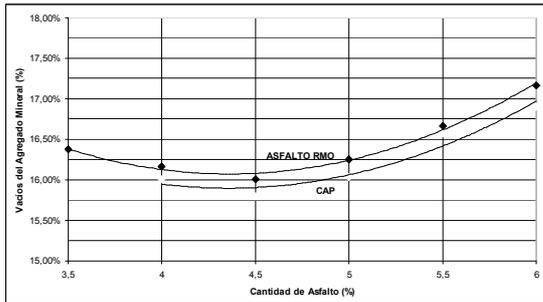


Figura 5: Diagrama Vacío del Agregado Mineral

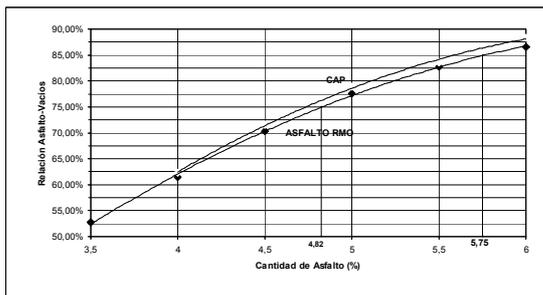


Figura 6: Diagrama Relación Asfalto-Vacíos

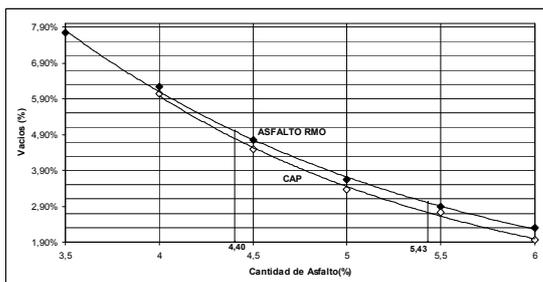


Figura 7: Diagrama Vacíos

Los valores de estabilidad resultaron inferiores a los obtenidos empleando CAP con la misma mezcla de agregados, esto se debe a que el asfalto obtenido del RMO presenta menor consistencia que el CAP, como pudo observarse en la curva Viscosidad vs. Temperatura. No obstante los valores centrales de la curva Contenido de Asfalto vs. Estabilidad son superiores al requerido en las especificaciones técnicas.

Los valores de fluencia son muy aproximados a los resultantes de utilizar CAP con la misma

mezcla de agregados; por lo que las deformaciones que experimentará el concreto elaborado con el asfalto del RMO debido a la aplicación de cargas serán similares. Cabe señalar que los valores de fluencia para los distintos porcentajes de asfalto se encuentran dentro de los límites establecidos en las especificaciones técnicas.

Los otros resultados de las pruebas Marshall, Peso específico, Vacíos del Agregado Mineral (VAM), Vacíos, Relación Betún-Vacíos son prácticamente idénticos a los obtenidos en probetas Marshall elaboradas con CAP, resultados esperados teniendo en cuenta que se ha empleado la misma composición de agregados, variando únicamente el ligante que además tiene una densidad muy cercana a la del CAP.

De los resultados arrojados por el ensayo Marshall se determinó que el contenido óptimo de asfalto para las mezclas es 4,92 %, porcentaje ligeramente superior al obtenido por la Empresa Concret-Mix S.A. para la ejecución de la Obra "Recapado de la Ruta N° 2. Tramo Fernando de la Mora – San Lorenzo".

Tabla V: – Resultados de Estabilidad Remanente

% asfalto	Promedio Densidad Marshall	Densidad Rice	% vacío en mezcla total	% vacíos cubiertos con asfalto	Vol. Asfalto en la probeta	% vacíos agregado mineral	Relación asfalto /vacíos	Estabilidad-Fluencia		Relación Estabilidad/Fluencia
								Estabilidad corregida	Fluencia	
4.92				12.42%	66.88	16.46%	75.48%	702.73	3.51	2.007.719
4.92	2.570	2.678	4.03%	12.45%	66.79	16.49%	75.53%	728.98	3.30	2.202.91
4.92				12.44%	66.80	16.47%	75.51%	681.57	3.40	2.004.62
	2.570		4.03%	12.44%	66.82	16.47%	75.51%	703.75	3.40	

$$\text{Estabilidad remanente} = \frac{703,75}{822,92} = 85,52\%$$

La estabilidad remanente determinada con el contenido óptimo de asfalto, es superior a lo requerido por las especificaciones técnicas y ligeramente inferior al obtenido con el CAP 50-60, por lo cual las carpetas de concreto asfáltico elaboradas con el asfalto del RMO, presentarán síntomas más acentuados de envejecimiento que aquellas ejecutadas con CAP.

Finalmente, se concluye que el material es apto para su empleo en carpetas de concreto asfáltico, conforme a las exigencias establecidas en las especificaciones técnicas del MOPC.

