

“ENVEJECIMIENTO DE UN CEMENTO ASFALTICO DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA”

Becario: Gisela Alejandra Catriel ⁽¹⁾

Director: Ing. Oscar Raul Rebollo ⁽²⁾

Proyecto de I+D+i de pertenencia:

“Estudio de los factores relacionados con el envejecimiento por termo-oxidación a corto plazo de ligantes asfálticos y las regulaciones aplicables” Código UTN: UTI-1094 Código de Incentivos 25/1045

1. Resumen

La presente tesis procura valorar la variación de las propiedades de un cemento asfáltico cuando es sometido a un proceso de envejecimiento.

El envejecimiento de un asfalto ocurre primordialmente por dos factores principales, la pérdida de volátiles y la oxidación.

Existen durante la manipulación del ligante varios procesos que promueven estas condiciones, y están asociados a la exposición a temperatura a la que el ligante se ve sometido desde que sale de la refinería.

Por esta razón, considerar las propiedades del ligante en diferentes instancias de la producción de mezcla asfáltica, permite observar cuales son los cambios en la composición. Estas etapas principales son: traslado, almacenamiento, elaboración de la mezcla en la planta asfáltica, extendido en la terminadora y compactación.

Se mostrará aquí los cambios registrados en muestras de asfaltos cuando así se permita o sobre asfalto recuperado de mezcla cuando se valore desde esta condición.

2. Abstract

This thesis seeks to evaluate the change of the properties of an asphalt concrete when it is subjected to an aging process.

Asphalt aging occurs primarily by two major factors, loss of volatile oxidation. There binder during handling various processes that promote these conditions, and are associated with exposure to temperature at which the binder is subjected since leaving the refinery.

For this reason, consider the properties of the binder at different levels of the production of asphalt, lets look at what are the changes in the composition. These stages are: transport, storage, processing of asphalt mixing plant, spreading and compacting the terminator.

Is displayed here changes in asphalt samples when permitted or reclaimed asphalt mix when assessing from this condition.

3. Fundamentos

Cemento Asfaltico

• Definición: Los asfaltos son una mezcla de hidrocarburos de elevado peso molecular. Los tipos de hidrocarburos que intervienen en su composición son:

- Parafínicos
- Naftenicos
- Aromáticos

(1) Becario del LEMaC Centro de Investigaciones Viales, Dpto. de Ing. Civil

(2) Director de Beca: Ing. Oscar Rebollo

Se puede distinguir dos fracciones; fracción soluble denominada asfáltenos, que a temperatura ambiente son un cuerpo negro, frágil y con punto de reblandecimiento elevado, es la fracción sólida del ligante y no varía su comportamiento frente a fenómenos de temperatura.

En cambio los aceites y los aromáticos, pueden variar su proporción con la exposición a las temperaturas. Su aromaticidad y volatilidad hacen que se comporten como aceites y resinas que pueden agruparse bajo el termino maltenos, aportan las propiedades adhesivas y aglomerantes.

Las principales familias son los naftenos aromáticos, los polares aromáticos y los hidrocarburos saturados.

Las propiedades de un asfalto se pueden valorar de diferente forma siendo las más importantes las valoraciones físicas, químicas y la reología.

La reología es la parte de la física que estudia la relación entre el esfuerzo y la deformación en los materiales que son capaces de fluir. La reología es una parte de la mecánica de medios continuos. Una de las metas más importantes en reología es encontrar ecuaciones constitutivas para modelar el comportamiento de los materiales. Dichas ecuaciones son en general de carácter tensorial.

Las propiedades mecánicas estudiadas por la reología se pueden medir mediante reómetros, aparatos que permiten someter al material a diferentes tipos de deformaciones controladas y medir los esfuerzos o viceversa. Algunas de las propiedades Reologicas más importantes son:

- Viscosidad aparente (relación entre esfuerzo de corte y velocidad de corte)
- Coeficientes de esfuerzos normales
- Viscosidad compleja (respuesta ante esfuerzos de corte oscilatorio)
- Módulo de almacenamiento y módulo de perdidas (comportamiento viscoelástico lineal)
- Funciones complejas de viscoelasticidad no lineal

Si bien la cantidad de mediciones que se pueden realizar son muchas, tal cual lo reflejan las normas de caracterización de los asfaltos, este trabajo se centrará en seleccionar las principales de cada grupo a efectos de visualizar los cambios producidos por los cambios en las condiciones de temperatura.

a) Físicas:

- Penetración: Nos da una medida de la consistencia del asfalto.
- Punto de ablandamiento.

b) Reologicas y Químicas:

- Viscosidad: Permite conocer los valores de la resistencia del asfalto a fluir a diferentes temperaturas.
- Índice de inestabilidad coloidal: Permite evaluar la estabilidad del asfalto.

De acuerdo a la estructura coloidal los asfaltos pueden clasificarse en:

- Tipo Sol: Suficiente contenido de resinas y aceites.
- Tipo gel: Escaso contenido de resinas y aceites.

La estructura coloidal esta relacionada con las propiedades Reologicas del cemento asfaltico.

Así aparecen asfaltos con comportamiento newtoniano, como los tipos sol; y los viscoelásticos, como los tipos gel.

Se puede hacer una apreciación de la inestabilidad coloidal realizando una análisis del Índice de Inestabilidad Coloidal. (IC)

$$IC = \frac{\text{Asfaltenos} + \text{Saturados}}{\text{Naftenos} - \text{Aromaticos} + \text{Polar} - \text{Aromaticos}}$$

Como se envejece un Cemento Asfáltico:

Llamamos envejecimiento cuando se producen una serie de cambios en las propiedades de los materiales.

El cemento asfáltico presenta una gran resistencia al envejecimiento como consecuencia de su naturaleza fundamentalmente hidrocarbonada de baja radiactividad, pero durante su manipulación y puesta en servicio esta sometido a una serie de factores y agentes externos que originan cambios en su composición y repercuten negativamente sobre sus propiedades.

La consistencia de las propiedades del Cemento Asfáltico y su dependencia de la temperatura viene denominada por su contenido de asfaltenos y maltenos.

Las principales causas de envejecimiento es la pérdida de volátiles y la oxidación de ciertas moléculas con la formación de interacciones fuertes entre grupos que contiene oxígeno (ganancia de oxígeno).

Construcción de la Mezcla Asfáltica:

Para la construcción de una mezcla asfáltica en caliente se hace necesario considerar que el ligante deberá tener una viscosidad cercana a los 2 poises lo que lleva a que el mismo tenga como mínimo una temperatura de 140°C.

A esa misma temperatura deberán estar los áridos que constituyen el 95 % de la mezcla en peso.

Los pasos principales son los siguientes:

- a) Que proviene de la destilería de una torre de destilación en vacío y luego es trasladado en camión a la obra.



Foto 1 y 2: Destilación y traslado del asfalto a la planta asfáltica

Aquí el asfalto proviene de la destilación del crudo y pasa por temperaturas de hasta 360°C. En el camión es trasladado a temperaturas cercanas a los 80 °C. En todos estos procesos se van dando modificaciones en el material, de mayor o menor grado según se controlen las mismas.

b) Almacenamiento en la cisterna

Aquí puede ser el sitio donde más tiempo permanezca el asfalto, dependiendo de la producción de la planta asfáltica. Este debe tener un muy buen control de temperaturas, y evitar que queden a medio llenar, para ello se hace necesario contar con al menos dos depósitos a efectos de ir transvasando cuando se vaya acabando el asfalto en uno de ellos



Foto 3: Almacenamiento en la cisterna

Tanto el almacenamiento en destilería como en planta asfáltica debe ser cuidadosamente tratado, ya que la combinación de prolongados tiempos de exposición a altas temperaturas pueden producir pérdidas de componentes volátiles, oxidación y otros procesos que envejecen el asfalto.

c) Las Plantas asfálticas.

Hay diferentes tipos de plantas asfálticas. Pueden ser continuas y discontinuas y en forma general puede que el asfalto se incorpore junto con el calentamiento del árido en un tambor secador mezclador, o que lo haga en otro sitio, esta situación es mas ventajas pues así el asfalto no se encuentra en contacto con la llama.

Este es uno de los puntos mas críticos en el envejecimiento debido a que el asfalto comienza a cubrir un área muy grande alrededor de los áridos, mientras estos se agitan, por lo que queda finas películas de asfalto, elevada temperatura y agitación con incorporación de oxígeno.



Foto 4 Planta asfáltica

El choque con el árido en el proceso de mezclado, según el tipo de fabricación, la exposición en el mismo recipiente con los quemadores, pueden producir procesos de envejecimiento y deterioro de las propiedades Reologicas.

d) En la terminadora

Las planchas que calefacionan las terminadoras pueden ser con energía de llama o eléctricas. Las primera producen mayor envejecimiento de la mezcla la momento de extenderla.



Foto 5 Terminadoras

Caso particular

El Asfalto que se evaluó proviene de la refinería de YPF, la cisterna donde lo hemos almacenado es de la planta de OCSA SA con una planta asfáltica continua y la terminadora como la de la figura con calentamiento con llama.

El asfalto se recupero de la mezcla utilizando centrifuga de plato, de vasos y rotovapor para no someter al mismo a temperaturas elevadas en el ensayo.

En el siguiente cuadro se ve detallada cada una de las caracterizaciones obtenidas en las distintas etapas.

| Datos | Camión | Tanque | Mezc. de Planta | Mezc. de Terminadora |
|----------------------------------|---------------|---------------|-----------------|----------------------|
| Saturados | 16,9 | 15,5 | 14,9 | 14,4 |
| Naftenico Aromático | 45,5 | 45,6 | 40,8 | 38,7 |
| Polar Aromático | 29,1 | 29,5 | 33 | 33 |
| Asfáltenos | 8,5 | 9,4 | 11,3 | 13,9 |
| Índice de inestabilidad coloidal | 0,34 | 0,33 | 0,36 | 0,39 |
| Penetración | 52 | 52 | 48 | 33 |
| Punto de Ablandamiento | 54 | 55 | 56 | 61 |
| Viscosidad a 60° | 3243 (dPa *s) | 3292 (dPa *s) | 5240(dPa *s) | 10053 (dPa *s) |
| Viscosidad a 135° | 571 (mPa *s) | 597 (mPa *s) | 725 (mPa *s) | 985 (mPa *s) |

En todos los casos en asfalto califica como tipo Sol ya que el índice de inestabilidad coloidal se ubica por debajo de 0,6.

Conclusiones

- Los valores de composición del asfalto en sus familias de hidrocarburos permiten calcular el índice de inestabilidad coloidal. Las fracciones volátiles varían a medida que aumenta la exposición a la temperatura
- En ninguna caso han superado el valor de 0,6 del Ic por lo que han permanecido como tipo sol, siendo esto muy beneficioso para el ligante.
- Se puede ver que el asfalto se va rigidizando bajando la penetración y subiendo el punto de ablandamiento.
- Las viscosidades también experimentan un incremento, siendo la viscosidad del asfalto recuperado de la mezcla de la terminadora, la que nos indica las condiciones de servicio del asfalto al comenzar la vida útil de la obra.

5. Bibliografía

- Bolzán P. Ing. Civil – Balige M. Lic. Química. (1990). “Sistema de Clasificación de Asfaltos Modificados basados en sus propiedades fundamentales”. Comisión Permanente delo Asfalto.
- INGENIERIA E INVESTIGACION VOL. 30 N° 3, DE EMBER 2010.
- Inclusión de caucho reciclado en mezclas asfálticas. – Tesista: Ing. Hugo Gerardo Botasso.
- Miro Rocosens R. – Perez Jimenez F. (1989). “Evaluación de la Resistencia al Envejecimiento de los Ligantes Bituminosos mediante el Método Funcional UCL.” Congreso Chileno del Asfalto.