

**MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS, TRANSPORTE,
VIVIENDA Y DESARROLLO URBANO**

VICEMINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

**UNIDAD DE INVESTIGACION Y
DESARROLLO VIAL**

**Efectos de la Temperatura de Compactación
en la Resistencia al Flujo Plástico**



SAN SALVADOR, REPUBLICA DE EL SALVADOR.

OBSERVACION

El contenido de este informe refleja las opiniones de los Autores, quienes son responsables de los hechos y la exactitud de los datos presentados. El contenido no refleja necesariamente las opiniones y políticas oficiales del Ministerio de Obras Públicas de El Salvador. Este informe no Constituye una norma, una especificación ni regulación.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DE EL SALVADOR
VICEMINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO VIAL

Efectos de la temperatura de compactación en la resistencia al flujo plástico

Alejandro Salazar Meléndez, Ing. Civil. ¹
Jefe Depto. Mecánica de Suelos y Materiales
Centro de Investigaciones Geotécnicas

¹ Laboró para la Unidad de Investigación y Desarrollo Vial hasta el mes de Junio de 2006

Resumen

Se destaca la temperatura de compactación, uno de los factores al que no se le presta la atención debida en los proyectos de carreteras y particularmente durante la actividad de compactación de la mezcla asfáltica.

En la mayoría de los casos, la temperatura de la mezcla al inicio de la compactación es inferior a la recomendada por especificaciones o normas, dando como resultado una mezcla difícil de compactar, la que a su vez requiere mayor energía de compactación para poder obtener valores aceptables de densidad.

Lo anterior da como resultado, microfisuraciones en la carpeta asfáltica y por consiguiente valores bajos de estabilidad de la mezcla.

Además, se muestran los resultados de estabilidad obtenidos en el laboratorio al que fueron sometidos probetas elaboradas a distinta temperatura de compactación, haciendo uso del aparato Marshall.

Introducción

Existen muchos factores que afectan la compactación en la mezcla asfáltica en caliente, entre ellos se pueden mencionar las características de los agregados, el asfalto, la temperatura de la mezcla, las condiciones del medio ambiente y el espesor de la capa de compactar.

De los factores antes citados, se hará referencia únicamente a la temperatura de compactación de la mezcla asfáltica y su incidencia en la resistencia al flujo plástico.

Agrietamiento en mezclas frescas

Durante visitas que se efectúan a algunos proyectos de carretera y en las cuales se desarrollan actividades de compactación de la carpeta asfáltica, se puede observar un fenómeno interesante. El mismo consiste en la formación de microfisuraciones en la carpeta asfáltica, las cuales son observadas inmediatamente después que el rodillo liso compacta la mezcla. Estas fisuras se presentan en dirección transversal al de la compactación, paralelas entre sí y además, su longitud es aproximadamente de unos 40 cm. Al proceder a la compactación con el equipo neumático, en muchos de los casos las fisuras desaparecen.

Medición de temperaturas

En aquellos proyectos en donde se observa el fenómeno antes mencionado, se ha procedido a registrar lecturas de temperatura a la mezcla asfáltica, tanto al momento de ser colocada, como al momento de iniciarse la compactación.

El valor de temperatura registrado al ser colocada la mezcla, en la mayoría de casos es del orden de 140°C; la temperatura a la cual se ha iniciado la compactación, de aproximadamente 105°C, finalizando la compactación a temperaturas inferiores a 100°C, o cuando la densidad especificada ha sido alcanzada.

En todas aquellas zonas en donde se registran temperaturas bajas de compactación, se pueden observar fisuras en la carpeta asfáltica.

Es importante hacer notar que las especificaciones, normas y literatura técnica relacionada con las mezclas asfálticas, proporcionan rangos de compactación que se encuentran relacionados con la viscosidad del asfalto.

El Instituto del Asfalto recomienda un rango de temperatura para compactar entre 325°F - 185°F (163°C - 85°C); sin embargo, agrega que la mejor temperatura para iniciar la compactación deberá ser la máxima temperatura a la cual la mezcla pueda soportar las acciones de la compactación sin que sufran desplazamientos horizontales.

Las especificaciones FP-92 (Federal Highway Projects), establecen que no deberá continuarse la compactación cuando la mezcla alcance una temperatura inferior a los 175°F (79°C). ASTM y AASHTO, indican que debe determinarse una carta Viscosidad-Temperatura, en donde la temperatura de compactación será aquella que produzca en el asfalto una viscosidad de 280 ± 30 centistokes (ASTM D1559-89, AASHTO T 245-90).

Densidad

En tramos de carretera en donde se han registrado temperaturas bajas de compactación, han sido extraídos núcleos con el objeto de determinar la gravedad específica bulk, así como otras propiedades físicas de mezclas compactadas.

Paralelamente, los valores de densidad obtenidos en tales mezcla compactada han mostrado valores superiores al 95% de la gravedad específica bulk de laboratorio.

Estabilidad

Adicionalmente a los valores de gravedad específica bulk, los núcleos extraídos han sido ensayados en el aparato Marshall para obtener la resistencia al flujo plástico (ASTM D1559-89). Los valores de estabilidad determinados han sido en la mayoría de casos, inferiores a 1800 lbs, que es la estabilidad mínima que establecen las especificaciones.

A continuación se muestran algunos valores de gravedad específica bulk y de estabilidad de los núcleos obtenidos, así como la temperatura aproximada de compactación, para un proyecto particular.

| Temperatura aproximada 100C (Promedio de seis briquetas) | | | | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Gravedad Especifica Bulk | 2.28 | 2.28 | 2.22 | 2.27 | 2.26 | 2.21 | 2.25 | 2.26 |
| Estabilidad (lbs) | 1995 | 2114 | 1533 | 1562 | 1786 | 1231 | 1623 | 1792 |

Investigación limitada de laboratorio

Con el objeto de visualizar de manera directa el fenómeno antes mencionado, se han realizado algunos ensayos con diferentes muestras para una misma mezcla asfáltica, variando la temperatura de compactación, manteniendo constantes la granulometría, las características intrínsecas de los agregados, contenido de asfalto y temperatura de mezclado.

Previamente a lo indicado anteriormente, ha sido determinada la carta viscosidad-temperatura (ASTM D2493-94). De la carta de viscosidad-temperatura y de acuerdo a ASTM D 1559-89, la temperatura recomendada de compactación ha sido de $144^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Se seleccionaron valores de temperatura de compactación de tal manera que algunos valores fueran superiores a 144°C y otros inferiores.

Las temperaturas utilizadas fueron 70°C , 90°C , 110°C , 130°C , 150°C y 170°C .

Cantidad de especímenes

Para cada valor de temperatura se elaboraron 6 probetas, siguiendo el procedimiento descrito en ASTM D 1559-89.

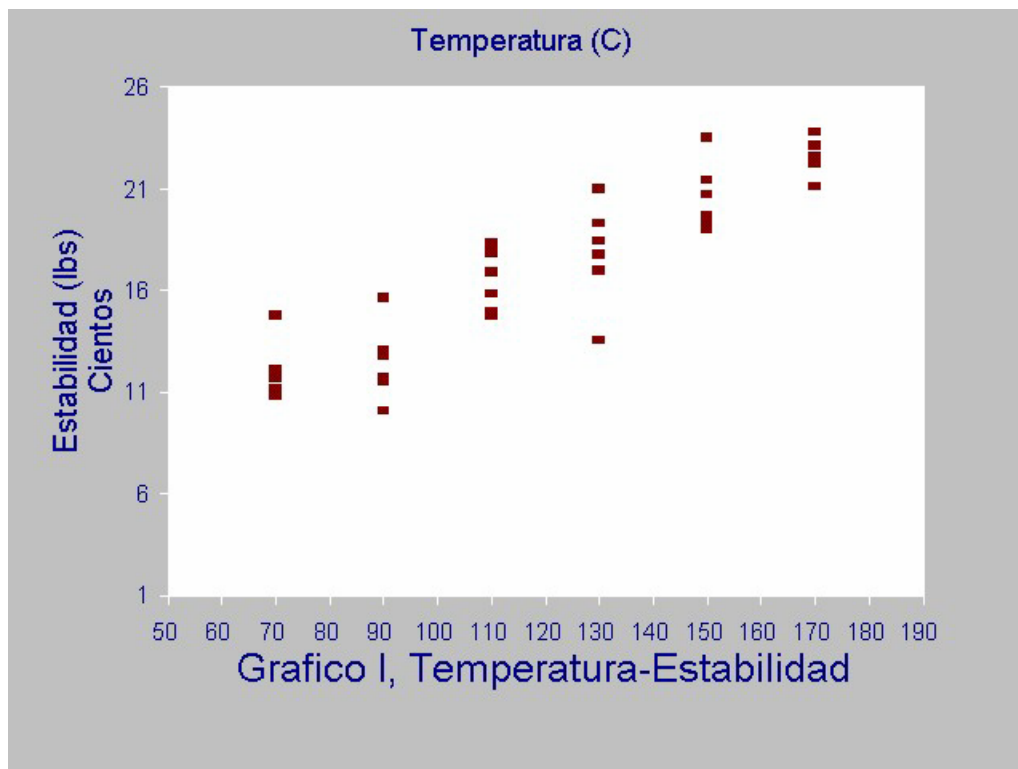
La temperatura de mezclado fue obtenida de la carta viscosidad-temperatura y fue de $153^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, la cual se mantuvo a lo largo de la prueba.

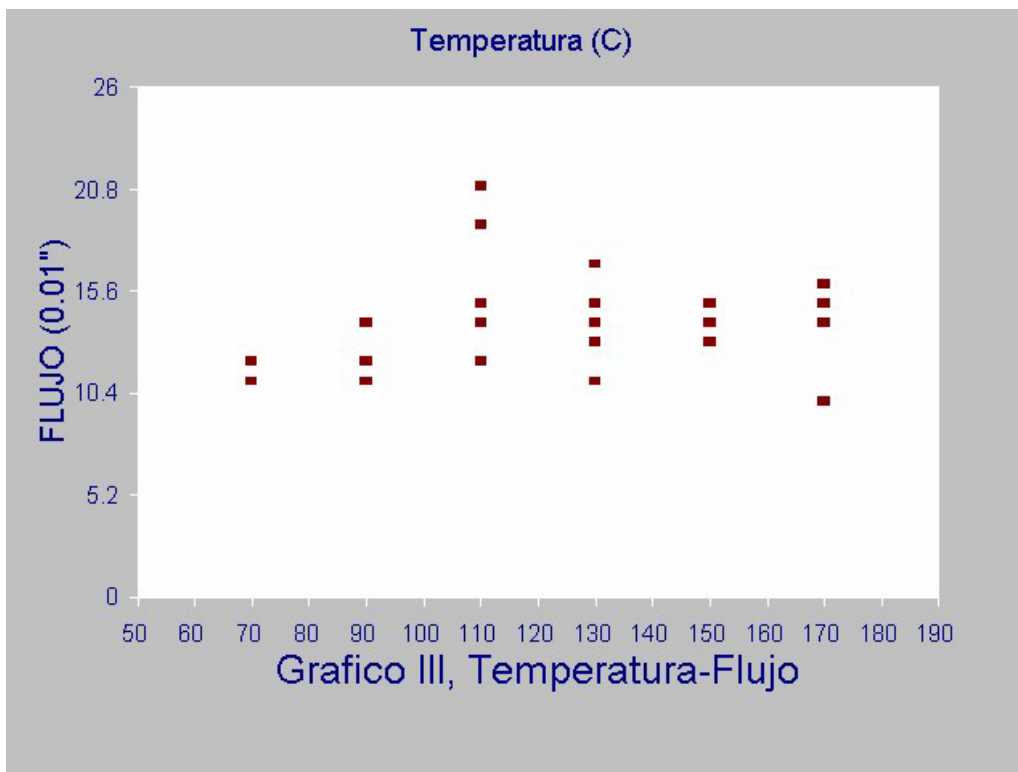
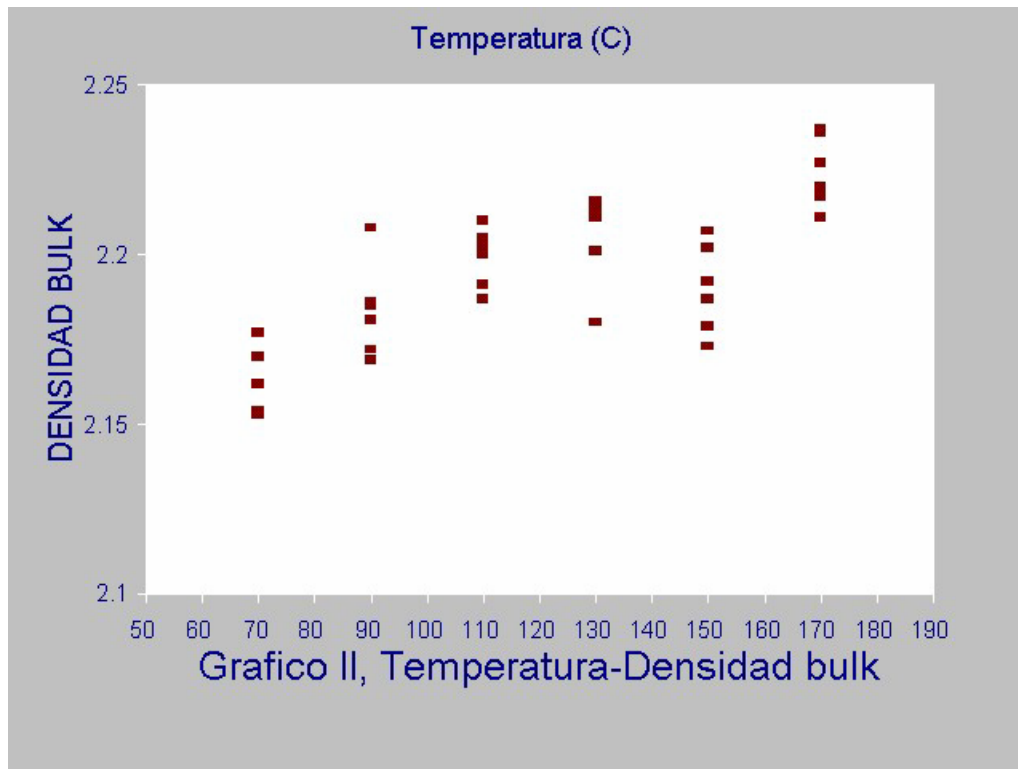
En las probetas elaboradas se determinó la gravedad específica bulk según ASTM D 2726-93, así como la estabilidad y flujo de acuerdo a ASTM D 1559-89.

A continuación se muestran los valores obtenidos.

| Promedio de seis briquetas | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Temperatura de Compactado °C | 70 | 90 | 110 | 130 | 150 | 170 |
| Gravedad Específica Bulk | 2.17 | 2.18 | 2.20 | 2.21 | 2.19 | 2.22 |
| Estabilidad (lbs) | 1257 | 1248 | 1646 | 1786 | 2061 | 2281 |
| Flujo (0.001") | 12 | 13 | 16 | 14 | 14 | 14 |

Para visualizar mejor los resultados, los mismos se graficaron con la correspondiente temperatura de compactación (Véase Gráficos I, II y III).





En el Gráfico I, se observa una clara tendencia de la estabilidad a incrementar de valor, al incrementar la temperatura de compactación; así por ejemplo, para un valor de 50°C se observan valores promedio de estabilidad de 900 lbs. Para valores del orden de 150°C se pueden leer valores del orden de 2100 lbs. o más.

En el Gráfico II, aunque se observan ligeros incrementos de la gravedad específica bulk con respecto a la temperatura de compactación, también se nota una mayor dispersión de los resultados.

El Gráfico III, podría estar indicando que los valores de flujo no son muy sensitivos a la variaciones de temperatura.

Conclusiones

Se ha podido detectar un efecto adverso en la estabilidad al flujo plástico cuando la mezcla es compactada a temperaturas bajas.

Valores bajos de estabilidad podrían producir una disminución en la vida útil en el producto terminado.

En cuanto a la gravedad específica bulk obtenida de las probetas preparadas en el laboratorio, los valores no presentan un comportamiento similar a los obtenidos en el campo.

Se considera que lo anterior se deba a que la energía de compactación en el laboratorio se mantiene constante, mientras que en la obra es variado hasta obtener la densidad especificada.

Los valores de gravedad específica bulk obtenidos en núcleos extraídos de la carpeta asfáltica compactada a baja temperatura, podrían estar sugiriendo la sobre compactación (mayor energía de compactación al incrementar el número de pasadas) a la que fue sometida, dando como resultado las microfisuraciones y los valores bajos de estabilidad.

Bibliografía

1. American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO.T 245-90
2. American Society for Testing and Materials, ASTM D1559-89, D2493-94, D2726-93
3. Principles of Construction of Hot-Mix Asphalt Pavements, Asphalt Institute, MS-22
4. Effects of Compaction Temperature and Effort on the Engineering. Properties of Asphalt Concrete Mixtures. Thomas W. Kennedy, Freddy L. Roberts and Robert B. McGennis. Placement and Compaction of Asphalt Mixtures ASTM STP 829, 1982.

[Pagina Principal](#)

E-mail: uidv.contacto@mop.gob.sv