

“ADHERENCIA ENTRE DISTINTOS SUSTRATOS INTERPONIENDO UN MATERIAL GEOSINTETICO”

Becario: Luciano Cepeda ⁽¹⁾

Director: Ing. Luis Delbono ⁽²⁾

Proyecto de I+D+i de pertenencia:

“Sistema dinámico de valoración para el control de fisuración refleja usando geosintéticos como S.A.M.I. en la rehabilitación de pavimentos” Código de Incentivos 25/1054.

1. Resumen

Estudio de la de adherencia entre capas, con y sin la interposición de un material geosintético, materializando la unión a través de emulsión asfáltica modificada de rotura rápida. Para cuantificar la resistencia a la adherencia se utilizaron dos equipos de ensayo: ensayo de corte LCB (Laboratorio de Caminos de Barcelona), y ensayo a tracción directa mediante equipo EMIC DL 10000, disponibles en el LEMaC.

2. Abstract

Study of adhesion between layers, with and without the interposition of a geosynthetic material, materializing through binding to modified asphalt emulsion quick break. To quantify the bond strength using two test equipment: LCB shear test (Barcelona Highway Laboratory), and direct tensile test by computer EMIC DL 10000, LEMaC available.

3. Fundamentos

La adherencia entre capas garantiza el buen desempeño de un paquete estructural, haciendo que este trabaje solidariamente. La falta de ligadura entre capas se traduce en una mala distribución de tensiones, generadas por el tránsito, en el espesor total del pavimento.

Actualmente la incorporación de materiales geosintéticos, son realizados con objeto de aumentar la vida útil del camino. Uno de los problemas por lo cuales se tienen en cuenta es la fisuración refleja (cuando una fisura del viejo pavimento se propaga a la nueva capa y crece por esta hasta su superficie), fenómeno que permite el ingreso de agua de lluvia a las capas subyacentes haciendo que el deterioro se evidencie al cabo de unos años o unos pocos meses alcanzando los mismos problemas que la capa original.

A raíz de esta problemática, el objetivo de este trabajo se basó en valorar la adherencia en la interface de sustratos de diferentes características (hormigón-asfalto), interponiendo diferentes materiales geosintéticos, utilizando como agente de adhesión una emulsión de rotura rápida modificada.

4. Desarrollo experimental

Para valorar la adherencia entre capas con la interposición de un material geosintético y sin la incorporación del mismo, se utilizó la metodología de ensayo LCB y tracción directa, utilizando equipos disponibles en el Centro de Investigaciones Viales (LEMaC).

Para su estudio se confeccionaron los sistemas que se muestran en la Tabla 1:

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

(2) Director de Beca

Tabla 1. Sistemas considerados a ensayar:

Sistemas	Material
Sistema 1	Sin material intermedio (Blanco)
Sistema 2	Arena asfalto
Sistema 3	HSK PET Base fundida
Sistema 4	HSK PET base sin fundir
Sistema 5	MAC PET
Sistema 6	RBK PET
Sistema 7	HSK PVA
Sistema 8	FM PP
Sistema 9	GR FV

4.1 Ensayo de adherencia al corte por flexión LCB:

El ensayo LCB consiste en colocar un espécimen de ensayo en posición horizontal, apoyado en dos puntos como una viga simplemente apoyada. El plano de debilidad, sobre el cual se desea efectuar la determinación quedará en las cercanías de uno de los apoyos. Se aplica una carga centrada P de tal modo que el espécimen esté sometido a flexión, y que la sollicitación en el plano de debilidad sea un esfuerzo cortante con un valor de carga equivalente a $P/2$.

El ensayo se efectuó con una velocidad de avance de 1,27 mm/min a temperatura ambiente (20 °C aproximadamente).

Durante el ensayo se registran los valores de carga y deformación en las distintas instancias del mismo. El registro de cargas se efectúa mediante la transmisión de datos de una Celda de Carga a una computadora. La medición de las deformaciones se efectúa por medio de un LVDT, (transformador usado para medir desplazamientos lineales).

También se determinó el trabajo (área bajo la curva) y la tensión de adherencia.



Figura 1: Ensayo LCB para sistema 2



Figura 2: Ensayo LCB para el sistema 11

4.2 Ensayo de adherencia por tracción directa:

El ensayo consiste en colocar la probeta, verticalmente sujeta por una mordaza en cada extremo, generando una fuerza de tracción. Se realizó el ensayo a tracción directa ajustando la velocidad de la maquina a 1,27 mm/min al igual que la velocidad de adherencia por corte. El software registra la carga y deformación de la probeta. La temperatura del ensayo fue de 25 °C a una humedad relativa de 63 %.

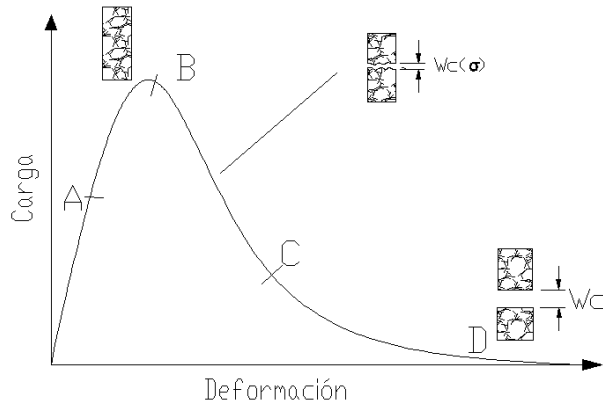


Figura 3: Curva típica de ensayo a tracción directa



Figura 4: Ensayo en procedimiento

5. Resultados

5.1 Ensayo de adherencia por corte LCB

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos para cada sistema propuesto.

Tabla 2 Resultados obtenidos para el ensayo de adherencia por corte

Material	Carga aplicada (Kg)	Carga en la interfase (Kg)	Deformación (mm)	Tensión (Mpa)	Trabajo (Kg.mm)
Sistema 1 (Blanco)	381,01	190,51	0,55	0,22	156,33
Sistema 2 (Arena Asfalto)	214,91	107,45	0,99	0,13	121,94
Sistema 3 (HSK PET base fundida)	443,49	221,75	0,79	0,26	306,8
Sistema 4 (HSK PET base sin fundir)	117,58	58,79	0,62	0,07	61,49
Sistema 5 (MAC PET)	740,84	370,42	0,96	0,44	465,3
Sistema 6 (RBK PET)	194,01	97,01	1,52	0,11	459,7
Sistema 7 (HSK PVA)	442,16	221,08	0,59	0,26	248,0
Sistema 8 (FM PP)	220,39	110,20	1,68	0,13	394,1
Sistema 9 (GR FV)	325,68	162,84	0,50	0,19	161,8

5.2 Ensayo de adherencia por tracción directa

Se presentan, en la Tabla 3 los resultados obtenidos para cada sistema propuesto:

- (3) Becario de Investigación del LEMaC, Centro de Investigaciones Viales. Dpto. Ing. Civil
- (4) Director de Beca

Tabla 3 Resultados obtenidos para el ensayo de adherencia por tracción directa

Material	Carga máx. (Kg)	Deformación a carga máx. (mm)	Tensión a carga máx. (MPa)	Trabajo (Kg.mm)
Sistema 1 (Blanco)	0,45	0,53	0,054	268,44
Sistema 2 Arena asfalto	0,14	0,24	0,017	24,08
Sistema 3 HSK PET base fundida	0,39	0,64	0,047	65,48
Sistema 5 (MAC PET)	1,96	2,27	0,253	641,19
Sistema 6 (RBK PET)	1,78	2,53	0,187	540,14
Sistema 7 (HSK PVA)	1,89	1,87	0,246	507,60
Sistema 8 (FM PP)	1,63	1,38	0,168	314,45
Sistema 9 (GR FV)	0,87	1,07	0,105	112,51

Se puede determinar un coeficiente de adherencia, comparando la tensión de adherencia de la muestra con material, con la tensión de adherencia máxima obtenida entre contacto íntimo hormigón – mezcla.

$$CA_d = \frac{\tau Ad_1}{\tau Ad_{max}} \quad \text{ecuación 1 Coeficiente de Adherencia CA}_d.$$

Donde:

CA_d = Coeficiente de Adherencia = (adimensional)

τAd₁ = Tensión de adherencia de la muestra con material = (kg/cm²)

τAd_{max} = Tensión de adherencia máxima entre contacto íntimo hormigón – mezcla = (kg/cm²)

Tabla 4 determinación del coeficiente de adherencia CA_d

Material	CA _d (por corte)	CA _d (por tracción)
Sistema 1 (Blanco)	1,0	1,0
Sistema 2 Arena asfalto	0,59	0,32
Sistema 3 HSK PET base fundida	1,18	1,85
Sistema 5 (MAC PET)	2,0	4,66
Sistema 6 (RBK PET)	0,5	3,44
Sistema 7 (HSK PVA)	1,18	4,53
Sistema 8 (FM PP)	0,59	3,09
Sistema 9 (GR FV)	0,87	1,93

6. Conclusión del ensayo

6.1 Se diseñaron diferentes sistemas anti-reflejo, analizando la adherencia que se logra al interponer distintos tipos de materiales geosintéticos, representados de acuerdo a la circunstancia de obra.

6.2 Se ha comprobado de que no existirá la emulsión como agente de adhesión, no existe adherencia entre capas, se incorpore o no un material geosintético.

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

(2) Director de Beca

- 6.3 Al finalizar los ensayos el material geosintético con abertura de malla quedo adherido, en la mayoría de los casos, a la base asfáltica, mientras que los materiales compuestos por una membrana asfáltica, que cubren toda la superficie, quedaron adheridos a la base de hormigón.
- 6.4 En la mayoría de los casos estudiados, la incorporación de un material geosintético, entre una capa de hormigón y asfáltica, ha mejorado la adherencia, en comparación con el “blanco” de comparación. En el caso de una capa de arena asfalto esta se ve reducida.
- 6.5 Si se hiciera un análisis cualitativo de los resultados se puede decir, que la rotura de probetas que poseen materiales geosintéticos intercalados es del tipo dúctil, propiciando la deformación luego de la carga máxima y hasta alcanzar la separación total de la probeta.
- 6.6 El sistema 5, base de hormigón interponiendo el material MAC PET, fue el que mejor se comporto, alcanzando la mayor tensión y área bajo la curva (trabajo), también se destaca la mayor deformación frente a los demás ensayos. Para este se obtuvo el mayor coeficiente de adherencia.
- 6.7 Se evidencia, para el material HSK PET, la importancia de que el material geotextil no tejido de base funda a la temperatura de colocación y compactación de la mezcla asfáltica. De lo contrario se esta perjudicando considerablemente la adherencia entre capas.
- 6.8 El sistema 6, obtuvo la máxima deformación en ambos ensayos a causa a la maleabilidad del material RBK PET.
- 6.9 El sistema 2, interface de arena asfalto, resulto el más despreciable por su carencia de carga.
- 6.10 En los ensayos de corte juega un papel muy importante la rugosidad, al ensayar se puede observar el deslizamiento de capas, dando carga hasta el desprendimiento entre ellas. Mientras que a tracción directa la fuerza normal de desprendimiento es la que prevalece.

7. Bibliografía

- 7.1 Ricci L. (2011). “Evaluación de la adherencia entre capas asfálticas con intercapa de Geosintético”. Tesis de Maestría de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, desarrollada en el LEMaC Centro de Investigaciones Viales. Argentina.
- 7.2 Delbono L., Ricci L., Botasso G., Fensel E., Rivera J., Seligmann M. (2010). “Evaluación de un Geocompuesto como Sistema de Membrana Anti-fisura S.A.M.I.” XXXVI Reunión del Asfalto. Argentina.
- 7.3 Sota J. (2003). “Desarrollo de adherencia entre capas en Whitetopping: análisis del ensayo LCB y aplicación en un pavimento en servicio”. LEMaC Centro de Investigaciones Viales. Argentina.
- 7.4 Campana J. M. (2002). “Consideración de la adherencia entre capas asfálticas en el análisis estructural”. Informe técnico. Argentina.
- 7.5 Norma NLT-382/08. (2008). “Evaluación de la adherencia entre capas de firme, mediante ensayo de corte”. Depósito Legal: M-57113-2008. ISBN: 978-84-7790-484. España.
- 7.6 Tosticarelli J. (2008). “Membrana anti-fisura de arena asfalto en repavimentaciones. Comportamiento estructural”. XXXV Reunión del asfalto. Rosario-Argentina.

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

(4) Director de Beca