



V Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Ambiental
Argentina y Ambiente 2023



4º Simposio Iberoamericano de Adsorción

Ambiente y Adsorción integrados para la comprensión y solución de problemas específicos

Comportamiento Térmico de Pavimentos de Asfalto y de Hormigón Modificados

P. Cabrera^{a*}, G. Botasso^a y AM Castro Luna^b

^a Centro de Investigaciones Viales, LEMaC, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Plata UTN FRLP.

^b Grupo de Energías Alternativas Tecnología y Desarrollo Sustentable EnAITecS, CODAPLI Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Plata UTN FRLP.

castrolu@gmail.com

Resumen

En la ciudad, los pavimentos de las calles en verano se calientan por la incidencia de radiación solar, el que posteriormente es devuelto al ambiente. En consecuencia, la temperatura del aire se eleva en la ciudad con respecto a la región rural circundante, provocando el efecto *Isla de Calor Urbano*, ICU. Por su color oscuro, el pavimento de mezcla asfáltica absorbe gran parte de la radiación solar incidente y la almacena como calor. Otro material para pavimentos es el hormigón, que además de ser más durable, tiene mayor albedo y se calienta menos moderando la ICU. Se ha realizado un estudio comparativo de muestras de pavimento asfáltico y de hormigón a las que se adicionó durante la preparación, TiO₂, un óxido semiconductor empleado en estudios de fotocatalisis que además tiene una alta reflectancia de la luz solar. Se analiza la influencia del TiO₂ en la temperatura que alcanzan las superficies modificadas.

Palabras clave: pavimentos, calor solar, asfalto, hormigón.

Introducción

El aumento de la concentración humana en los grandes centros urbanos ha requerido de la edificación de viviendas multifamiliares, de calles y accesos pavimentados, que usan materiales que, durante el día, absorben gran parte del calor solar incidente, lo almacenan en su interior y lo liberan al ambiente, especialmente a la noche. Se conoce como efecto *Isla de Calor Urbano*, ICU, el que ocurre porque la temperatura del aire en las áreas urbanas es más elevada que en su entorno rural. Este fenómeno, en verano, produce un degradado confort térmico para los habitantes de la ciudad. Una consecuencia adversa es el aumento del consumo de energía de los edificios, mayor producción de CO₂ y empeoramiento del aire medioambiental¹.

Los pavimentos asfálticos de color oscuro, se caracterizan por una alta absorción y baja reflectancia de la radiación solar incidente y propiedades térmicas que favorecen el almacenamiento de energía y la liberación de calor, especialmente a la noche. Según el color de la superficie, a mayor cantidad de radiación reflejada menos energía solar es absorbida por el material. Los materiales de color claro como el hormigón² con una mayor reflectancia, absorben menos radiación y mantienen una temperatura superficial más baja durante el día. Para reducir la contribución de los pavimentos al efecto ICU se modifica la composición superficial de los mismos, para que gran parte de la radiación solar incidente sea reflejada, el pavimento absorba menos calor y no alcance temperaturas elevadas.

En este trabajo se realiza un estudio comparativo de muestras de pavimento asfáltico y de hormigón a las que se adiciona TiO₂ (conocido fotocatalizador para la eliminación de poluentes inorgánicos y orgánicos en el aire) el cual aumenta la reflectancia del material original, se obtiene un pavimento de asfalto o de hormigón de color más claro.

Ambiente y Adsorción integrados para la comprensión y solución de problemas específicos

Con los materiales modificados se preparan probetas y se estudió como varía la temperatura en la superficie de las mismas así como la temperatura del aire sobre las probetas analizadas.

Materiales y métodos

Se examina el comportamiento térmico de dos pavimentos, uno de mezcla asfáltica denominado CAC D R 12 CA-30 (*Concreto Asfáltico en Caliente; Denso; Rodamiento; Tamaño máximo nominal 12 mm, Asfalto Convencional con grado de viscosidad 30*) y el otro de un hormigón, siendo ambos materiales compuestos densos y de baja porosidad. Los porcentajes de los diferentes componentes necesarios para preparar los dos pavimentos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Componentes esenciales en % en peso de pavimento de asfalto y de hormigón

<i>Pavimento Asfáltico</i>		<i>Hormigón</i>	
<i>Denso</i>	<i>%p</i>	<i>Continuo</i>	<i>%p</i>
Piedra 6:12	38	Agua	7
Piedra 0:6	56	Cemento	15
Cal	1	Arena	37
Asfalto CA-30	5	Piedra 6:20	41

Ambos pavimentos se modificaron en su preparación agregando TiO₂ (5% en peso de TiO₂ rutilo). Con estos materiales se construyeron probetas de forma prisma cuadrangular de dimensiones 30 cm x 30 cm x 5 cm. La irradiación de las muestras se realiza con luz solar que alcanza a la ciudad de La Plata en enero del 2023.

Durante los períodos de calentamiento y enfriamiento de las probetas, se mide la variación de la temperatura con el tiempo que la luz solar incide en la muestra y la temperatura del aire a 2 cm sobre la superficie, utilizando termocuplas tipo K y almacenadores de datos. Para determinar la emisividad de cada muestra de pavimento, se utiliza una cámara termográfica Testo 865 con una resolución de infrarrojos de 320 x 240 píxeles y una visualización de diferencias en la temperatura de 0.1 °C

Resultados y discusión

En la Figura 1 se muestran imágenes térmicas de las muestras de asfalto y hormigón sin y con agregado de TiO₂.

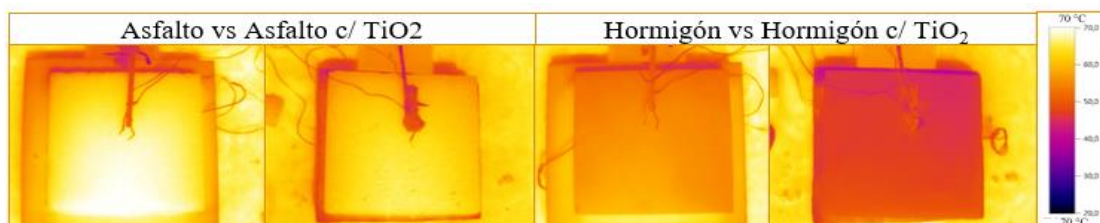


Figura1. Imágenes térmicas de probetas de pavimento de asfalto y hormigón sin y con agregado de TiO₂

Se observa de acuerdo a la escala de temperatura según color, que la muestra de pavimento de hormigón es más fría en su superficie que la de pavimento de asfalto. Además, en la Figura 2a se muestra la variación de temperatura superficial del pavimento de asfalto sin y con TiO₂, la

Ambiente y Adsorción integrados para la comprensión y solución de problemas específicos

temperatura del aire sobre la superficie de cada muestra, y la temperatura ambiente según el servicio meteorológico de la UNLP. Se muestra también la irradiación solar según la hora diaria. En la Figura 2b se muestran la variación de temperatura superficial del pavimento de hormigón sin y con agregado de TiO_2 en la composición, la temperatura del aire sobre la superficie de cada muestra y la temperatura ambiente. Se muestra también la irradiación solar según la hora diaria.

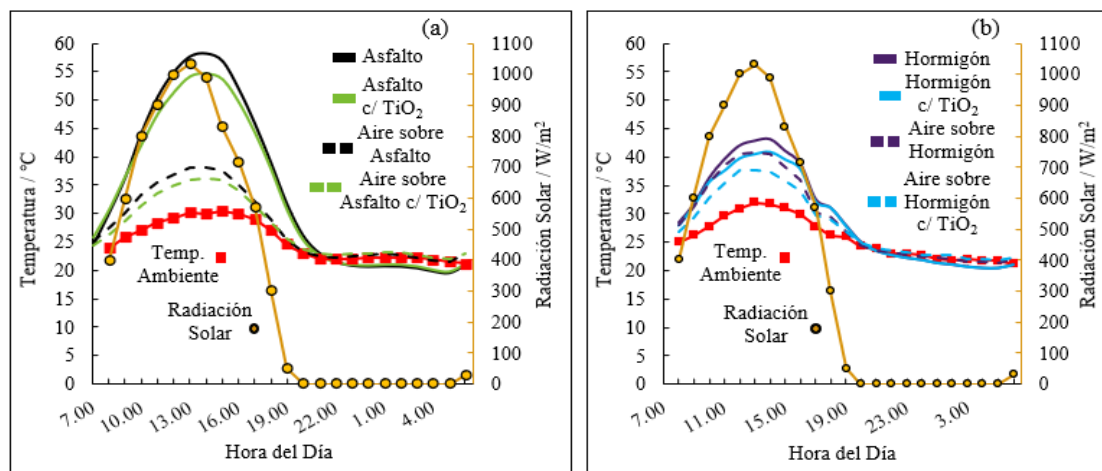


Figura 2. (a) Variación de temperatura sobre muestra de pavimento asfáltico sin y con modificación además se muestra la irradiación solar. (b) Variación de temperatura superficial y de la temperatura del aire sobre la superficie de la superficie muestra de pavimento de hormigón sin y con modificación por TiO_2 , además se muestra la irradiación solar diaria

El pavimento de hormigón con temperatura superficial menor, calienta más el aire. Los valores de emisividad tomados para las cuatro probetas analizadas muestran un aumento en la emisividad cuando las muestras contienen TiO_2 .

Conclusiones

- 1- Existe una notable diferencia de la temperatura superficial del pavimento de hormigón y el de asfalto y el agregado en todo el volumen de la mezcla de 5% de TiO_2 enfría ligeramente la superficie de ambos pavimentos.
- 3-El aire sobre la muestra de hormigón tiene mayor temperatura que el aire sobre la muestra de pavimento asfáltico.

Referencias

- 1- Sanjuan M, Morales A, Zaragoza A. *Effect of precast concrete pavement albedo on the climate change mitigation in Spain*. Sustainability, 13, 11448 (2021)
- 2- Fernandez Mira M, Jimenez Relinque E, Martinez I, Castellote M, *Evaluation of changes in surface temperature of TiO_2 functionalized pavements at outdoor conditions*. Energy & Buildings 237 110817(2021)

Agradecimientos

PC agradece la beca doctoral otorgada por CONICET, AMCL es investigadora científica de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, CICIPBA. Los autores agradecen el apoyo financiero UTN-FRLP y de CICIPBA.