

Experiencias en el uso de densímetros nucleares de capa delgada

Ing. Marcos Rodríguez, M.Sc.

Este artículo presenta algunas experiencias sobre el uso de densímetros nucleares de capa delgada en los proyectos de conservación de carreteras en Costa Rica. Los programas de conservación de carreteras en Costa Rica se deben iniciar con actividades básicas de mantenimiento vial, tales como: limpieza de drenajes y vegetación, reparación de agujeros y zonas muy deterioradas de la superficie. En estos proyectos, la tarea fundamental, fue la construcción de baches en pavimentos asfálticos con altos niveles de calidad, tanto de la mezcla utilizada, como de los procedimientos de reparación.

Uno de los controles que se introdujo más es la comprobación de compactación en grado suficiente, para garantizar buena durabilidad de los baches, mientras se procedía a contratar trabajos más ambiciosos de rehabilitación o reconstrucción de las carreteras. Los baches de estos proyectos fueron inusualmente grandes (desde 50 x 50 cm hasta 4 x 50 metros), debido a que había sido pospuesto el mantenimiento de carreteras.

Para realizar la comprobación de esta extensa labor de bacheo en todo el país se empezó a aplicar el densímetro nuclear de capa delgada. Este tiene una capacidad para medir densidades de capa entre 2.5 y 10 cm de espesor. Sin embargo, debido a la gran variabilidad de sitios y mezclas utilizadas en este programa de bacheo, el uso de tales aparatos debió ser monitoreado muy

detalladamente. Las siguientes son algunas de las experiencias adquiridas después de dos años de utilización de densímetros de capa delgada, para medir la medición de la densidad de los baches elaborados con mezcla asfáltica en caliente.

Efecto de la colocación de mezcla a mano:

El principio de funcionamiento de estos medidores nucleares de densidad es el rebote de partículas subatómicas en los componentes de la mezcla y por lo tanto, cuando la mezcla es colocada a mano, las

lecturas de densidad tienden a presentar variabilidad. Es decir, la lectura se afecta por la posición predominante de las partículas de la mezcla. Cuando se usa el densímetro en carpetas colocadas con pavimentadora, la mayoría de las partículas se alinean en forma uniforme y esto genera lecturas más uniformes del densímetro. En el bacheo, las partículas de agregado quedan totalmente desalineadas, según la forma de colocación.

Para contrarrestar este efecto, se procedió a realizar lecturas en tres posiciones diferentes del aparato en cada



punto. Es decir, se tomó lecturas a 0, 45 y 90 grados, a la misma profundidad y se perforaron testigos cada 5 lecturas para comprobación y calibración. Después de probar diversos periodos de lectura de 30, 60 y 90 segundos se escogió el de 30 segundos porque presenta una variabilidad aceptable y rapidez de muestreo.

Efecto de la regularidad y textura superficial:

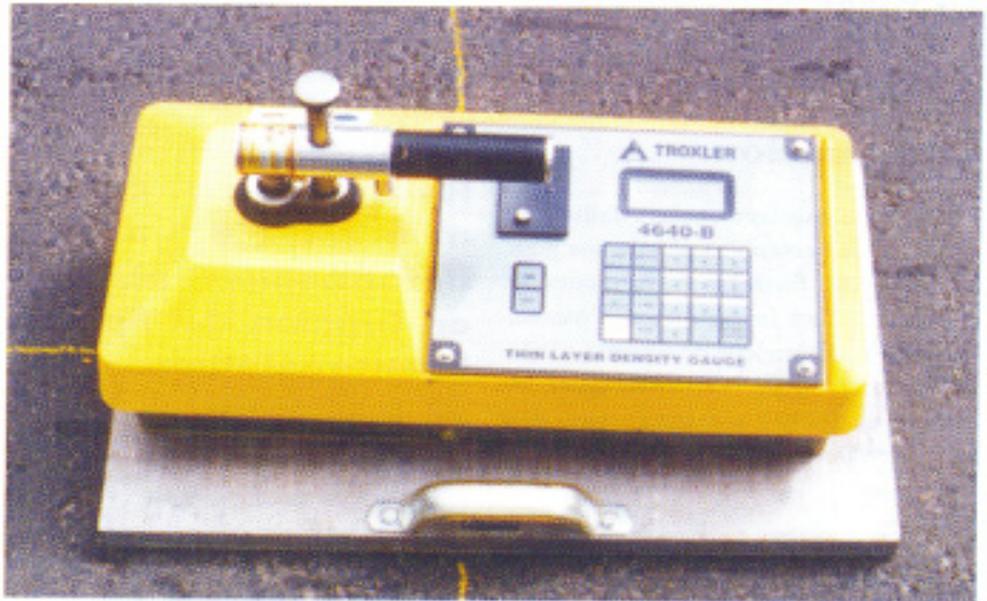
Otro factor físico que afecta las lecturas, es la textura de la superficie donde se coloca el aparato. Si la superficie no es totalmente plana o es muy porosa, se introduce un error adicional en la medición. Esto es muy frecuente en los baches hechos a mano, en los que puede haber superficies con depresiones o protuberancias. La superficie debe revisarse bien, debido a que una inspección visual, no es suficientemente precisa para seleccionar el sitio apropiado. Esto porque se producen efectos de longitud de onda, macrotextura y microtextura que son poco perceptibles para el ojo humano pero que introducen un error al realizar la lectura.

Después de probar diferentes tamaños de arena se decidió utilizar una arena fina (tamiz # 100) para rellenar la macrotextura de la superficie donde se coloca el densímetro. Esta arena se distribuye con una llaneta y no debe formar una capa superior a 1 o 2 mm. Al realizar este procedimiento se logró medir densidades más cercanas a las densidades obtenidas en los núcleos perforados.

Sitios de baja densidad:

Debido a que ocasionalmente el aparato puede brindar una lectura inusualmente baja en un bache, se debe adoptar el procedimiento de comprobar estos puntos de nuevo quitando y recolocando

el aparato aproximadamente en el mismo lugar. De persistir la lectura se recomienda hacer una lectura a 25 cm alrededor del punto, para evitar cualquier efecto local que pudiera afectar el funcionamiento del aparato. Es importante extraer un testigo en estos sitios para corroborar los resultados.



Otros cuidados:

- Todo aparato de radiaciones nucleares, debe ser utilizado por un operador debidamente entrenado para el manejo de estos instrumentos. Por lo tanto, los encargados deben recibir un curso especial sobre física nuclear y medidas de emergencia en caso de accidentes con estos aparatos. Los densímetros nucleares deben ser revisados anualmente, con el fin de poder detectar posibles fugas de radiación.
- No se debe usar el aparato en baches de menos de 50 cm de lado, ya que se podría presentar algún efecto de borde con el pavimento original.
- El técnico que opera el aparato debe dominar muy bien su funcionamiento, sobre todo en lo referente a seleccionar la profundidad de medición, porque es muy fácil realizar lecturas a una profundidad superior a la de la capa o bache colocado, y los resultados no serían correctos.
- Las lecturas de los densímetros

nucleares; deben ser calibradas permanentemente, mediante la densidad de testigos perforados del pavimento cuando son utilizados para comprobar la densidad de los baches o cuando la producción de mezcla asfáltica es muy variable.

- La comprobación con densímetro debe

ser casi inmediata finalizado el trabajo de pavimentación, de lo contrario se manifiesta el proceso de post-compactación de algunas mezclas que no quedaron bien compactadas.

- Los sitios de colocación del aparato en el pavimento, deben responder a coordenadas seleccionadas, previamente seleccionadas en forma aleatoria, para evitar la falta de representatividad de las mediciones.

- Para la medición de la densidad en baches, es conveniente adquirir un densímetro que tenga la base de apoyo pequeña, para que la colocación en el pavimento sea menos afectada por la regularidad superficial.

Referencias:

LANAMME, Estudio de Variabilidad de Densímetros Nucleares, Informe Técnico, 1998.