

# Boletín Técnico ICCG

## Importancia de la uniformidad en la subrasante y en la base del pavimento de concreto hidráulico



Instituto del Cemento y del Concreto de  
Guatemala - ICCG

*Promoviendo la Industria del Cemento  
y del Concreto en Guatemala*

## La estructura del pavimento rígido

Un pavimento con carpeta de rodadura de concreto hidráulico es una estructura rígida y se compone de varias capas (Carpeta de rodadura, base y subrasante) que distribuyen las cargas generadas por el tránsito de vehículos especialmente de los pesados. La capacidad de resistencia de los pavimentos rígidos ante el agrietamiento se establece en el diseño y está en función de las cargas de tránsito, espesor de la losa, de la resistencia a flexión del concreto, del tipo y espesor de base (Estabilizada o no) y del tipo de subrasante.

Los pavimentos rígidos distribuyen la carga en una mayor área, por lo que se generan menores presiones y deflexiones en la cimentación (Base y subrasante) del pavimento.

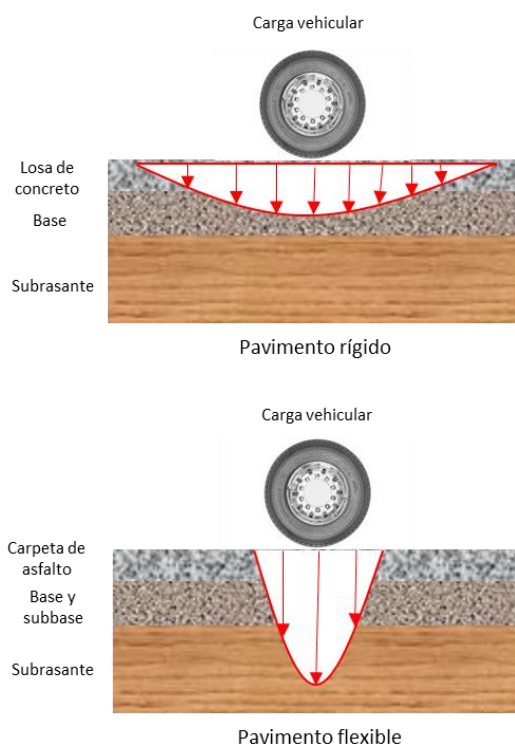


Figura 1. Distribución de esfuerzos en un pavimento rígido y en uno flexible. Fuente: ICCG.

La cimentación de un pavimento de concreto es uno de los elementos más importantes para asegurar el desempeño adecuado de éste, con un diseño y construcción apropiada de la subrasante y base se garantiza la capacidad estructural, la durabilidad, la estabilidad y la uniformidad.

En muchas ocasiones se considera y se le otorga más importancia a la resistencia del concreto y al espesor de la carpeta de rodadura para construir un pavimento rígido durable. El cambio de la forma de pensar es necesario y se debe comprender que el objetivo principal para diseñar y construir una cimentación para el pavimento de concreto, es una estructura de *soporte uniforme* que le proporcionará al pavimento un desempeño adecuado durante su vida útil. El objetivo de obtener una uniformidad en la cimentación se sustenta con la forma en que se distribuyen las cargas generadas por el tránsito de vehículos.

## Resistencia a la flexión versus la uniformidad

El pavimento de concreto por sus características intrínsecas presenta un alto grado de rigidez que se debe a la resistencia a flexión y al módulo de elasticidad del concreto. Esta rigidez permite que los pavimentos de concreto distribuyan cargas sobre grandes áreas de las capas de cimentación (Figura 1), lo que da como resultado bajas presiones y deflexiones en esas capas.

Una subrasante y una base uniforme, de buena calidad y compactada adecuadamente dará como resultado un buen desempeño del pavimento, se debe considerar que la especificación de una subrasante y una base más resistentes, no necesariamente mejorará el desempeño, ya que la mayor parte de la capacidad estructural de una estructura de pavimento de concreto es

suministrada por la losa de concreto y no por la base y subrasante respectivamente.

El parámetro más importante para caracterizar una subrasante o base es la capacidad de soporte, la cual se representa por el valor de reacción “k” o módulo de resorte tipo Winkler, el cual es obtenido del valor de CBR (California Bearing Ratio).<sup>1</sup> Independientemente de las variaciones normales del material en el campo a partir de un valor k compuesto estimado, no incidirán de forma considerada en el espesor de diseño del pavimento de concreto dentro de los rangos característicos de valores k, por lo que no es necesario utilizar una base sobre diseñada con el fin de aumentar el valor k compuesto<sup>2</sup>.

La importancia de la uniformidad de la subrasante y de la base se explica tomando como parámetros las anomalías presentadas en el desempeño del pavimento. Las inspecciones de desempeño que se han realizado en antiguos pavimentos de concreto, que se construyeron sin un control adecuado de compactación de la subrasante y de la base y las características naturales de uniformidad que poseían la subrasante y en algunos casos la base, todavía están en condiciones aceptables a pesar de su edad.

El deterioro del pavimento se presenta en las áreas de transición en donde se realizaron cortes y rellenos con materiales distintos y diferentes condiciones de humedad. Las pruebas de campo realizadas en Estados Unidos de América muestran que los suelos de baja resistencia pero contruidos uniformemente se comportaron mejor que suelos más fuertes y no uniformes<sup>3</sup> lo que

hace que la uniformidad de la subrasante y / o subbase sea más importante que la rigidez, la resistencia o el espesor de estas capas.



Figura 2. Pavimento antiguo en servicio en la Ciudad de Guatemala. Fuente: Google Maps.

### Consideraciones para obtener una cimentación uniforme

La uniformidad en la cimentación del pavimento se interpreta como una subrasante o base libre de cambios bruscos en las características de los materiales. Proporcionar la uniformidad requerida presenta retos para el diseño y la construcción de la estructura de pavimento, ya que cada diseño inicia con los suelos naturales que se encuentran en el área.

Para obtener una subrasante y una base que proporcione un soporte uniforme, se deben considerar las tres causas principales de la falta de uniformidad:

- Suelos expansivos.
- Bombeo (Capas erosionables debajo de las losas del pavimento).
- Suelos húmedos.

### Suelos expansivos

Los suelos expansivos son los que cambian significativamente de volumen con cambios en el contenido de humedad. Para obtener una subrasante uniforme debe evaluarse el

<sup>1</sup> ADOCEM, Guía de Pavimentos Rígidos para Carreteras de Alto Volumen.

<sup>2</sup> ACPA, Uniform Support in Concrete Pavement Structures.

<sup>3</sup> ACPA, Uniform Support in Concrete Pavement Structures.

potencial expansivo y tomarse en cuenta durante el diseño. Los cambios de volumen en los suelos expansivos pueden mitigarse compactando la subrasante con el contenido de humedad apropiado, clasificando selectivamente el material de la subrasante y / o modificándola químicamente<sup>4</sup> con cemento hidráulico, cal o con un conglomerante hidráulico que cumpla con las especificaciones de la Norma Técnica Guatemalteca NTG 41098.



Figura 3. Suelo expansivo en un camino rural Génova Costa Cuca, Guatemala. Fuente: Ing. Hugo González. C&D CETEC.

#### Bombeo (Capas erosionables debajo de las losas del pavimento)

El bombeo se define como la salida, del material fino mezclado con agua ubicado debajo de la losa de concreto a través de las juntas o grietas. El bombeo se presenta cuando se dan simultáneamente las siguientes tres condiciones: Repetición de cargas pesadas, presencia de agua en el interior de la estructura y bases erosionables. El bombeo ocurre como resultado de las presiones generadas por las cargas de tránsito. En los casos donde existe la posibilidad de bombeo de la subrasante, se debe contemplar una capa de base resistente a la erosión, se debe evitar el ingreso de agua a través de las juntas y

<sup>4</sup> ACPA, Concrete Paving Technology. Subgrades and Subbases for Concrete Pavements.

grietas, así también sí existe humedad en el suelo debido al nivel freático, se debe diseñar un drenaje y/o subdrenaje adecuado y por último se debe mejorar las condiciones de transferencia de cargas. El bombeo se debe evitar para que la losa de concreto no pierda su sustentación, al perder la capacidad de soporte se presentará el escalonamiento y fisuración de la losa, que terminará fracturándose.



Figura 4. Ejemplo de bombeo y fractura del pavimento Ruta CA-1 Occidente. Fuente: ICCG.

#### Suelos húmedos

Para diseñar un sistema de cimentación apropiado, se deben identificar las fuentes de humedad y los sistemas de drenaje disponibles para minimizar las variaciones de humedad en la estructura del pavimento de forma razonable. Dentro de los sistemas de drenaje se pueden mencionar bases permeables, cunetas, drenaje de borde, y subdrenaje. Las variaciones extremas en los niveles de humedad influyen más en los problemas del pavimento que la presencia de humedad en sí.



Figura 5. Ejemplo de subdrenaje y drenaje superficial (Cunetas). Fuente: ICCG.

### Referencias

- ACPA, American Concrete Pavement Association. Concrete Paving Technology, Subgrades, and Subbases for Concrete Pavements.
- ACPA, American Concrete Pavement Association. Uniform Support in Concrete Pavement Structures.
- ACPA, American Concrete Pavement Association. Expansive Soils.
- ACPA, American Concrete Pavement Association Drainage in Concrete Pavement Structures
- ADOCEM, Asociación Dominicana de Productores de Cemento Portland. Guía de Pavimentos Rígidos para Carreteras de Alto Volumen
- ICPA, Instituto del Cemento Portland Argentino. Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón, Capítulo 5, Construcción.