

### **3.2.3. DESNUDAMIENTO (DAÑO POR HUMEDAD).**

La mezcla asfáltica debe contener suficiente cemento asfáltico para asegurar un espesor de recubrimiento adecuado alrededor de las partículas de agregado (esto dificulta la separación de las partículas de agregado en presencia de humedad); minimizando, además, el endurecimiento del cemento asfáltico durante la producción y funcionamiento del pavimento (por envejecimiento del cemento asfáltico).

El desnudamiento es una pérdida de resistencia en la mezcla asfáltica relacionada con pérdida de adhesión entre el cemento asfáltico y el agregado. Esta reducción de resistencia se puede manifestar de varias formas:

- Súbita. Cuando el cemento asfáltico se desprende del agregado y la mezcla pierde cohesión, dándose un deterioro rápido y acelerado. En estos casos hay agrietamiento y desprendimiento de agregados (que pierden su recubrimiento asfáltico).
- Gradual. Más frecuente. Cuando se va dando una pérdida gradual de resistencia durante el funcionamiento del pavimento, lo cual contribuye al agrietamiento y deformación plástica (roderas y corrugaciones).

Formas de separación cemento asfáltico / agregado:

- Desligado (por acción de una capa delgada de agua entre el agregado y el cemento asfáltico).
- Desplazamiento (cuando el agua desplaza el cemento asfáltico).
- Emulsificación espontánea (por contacto con el agua y minerales).
- Presión de poros (dado un alto contenido de vacíos, saturación, entrapamiento y aplicación de cargas)
- Ruptura de película delgada (por elevados esfuerzos).

Se manifiesta como desprendimientos (formación de bache) o por falla por fatiga (el agua en la capa determina un detrimento en resistencia).



**Factores relevantes para prevenir el desnudamiento:**

- Tipo de agregado hidrofóbico (que no es afín al agua, con alto contenido de carbonatos, como los materiales calizos). Deben utilizarse aditivos con la mayoría de materiales hidrofílicos (de alto contenido de sílice, como las gravas).
- Graduaciones densas, bien compactadas en el campo.
- Agregados limpios, sin polvo que evite la adhesión cemento asfáltico – agregado. Las arcillas pueden funcionar como emulsificantes, por lo tanto deben removerse sus restos.
- Contenido de vacíos en campo, lo cual se relaciona con la granulometría, el contenido de asfalto y el proceso de compactación.
- Uso de aditivos anti-desnudantes (la cal funciona bien con agregado hidrofóbico, por ejemplo). Que permiten reducir la acción del agua, sea porque fomentan la atracción eléctrica cemento asfáltico – agregado, o porque causan una reacción cementante adicional con el agregado.
- Una mayor viscosidad del cemento asfáltico puede tener un aporte en la adhesividad cemento asfáltico – agregado. Sin embargo, mayores viscosidades pueden causar un efecto adverso si las temperaturas de mezclado y el procedimiento de compactación no son debidamente adaptados.
- Sistemas de drenaje del pavimento.

Mecanismos que determinan la ocurrencia de desintegraciones superficiales:

- Aplicación de esfuerzos cortantes (cargas de tránsito).
- Humedad.
- Emisiones de vehículos motorizados.

**Mecanismos de evaluación en el laboratorio:**

Consideraciones generales:

- Se evalúa la durabilidad de la mezcla asfáltica de diseño.
- Los especímenes se someten a elevados niveles de saturación y/o humedad.
- Los especímenes presentan un nivel de vacíos en campo alto, pero aceptable (6.0 a 8.0 %). Generalmente se aplica la prueba y error para encontrar la energía de compactación en el laboratorio que permite lograr estos niveles de vacíos.
- Los especímenes posteriormente son fallados y comparados respecto a los especímenes no sujetos a saturación y/o humedad.

Procedimiento general de ensayo:

- (1) Determinación de las propiedades de la mezcla asfáltica antes del condicionamiento (estado seco).
- (2) Simulación de efecto de humedad en el pavimento. Limitación: ningún método considera el efecto del tránsito y el envejecimiento del ligante asfáltico, que ocurren en los diferentes ciclos de humedecido y secado de la mezcla asfáltica en un proyecto.
  - Inmersión en agua.
  - Inmersión / secado.
  - Saturación e inmersión (Root – Tunnicliff).
  - Saturación / congelamiento / descongelamiento (Lottman). Procedimiento de 18 ciclos de congelamiento a  $-18^{\circ}\text{C}$  y secado a  $49^{\circ}\text{C}$ .
  - Saturación / congelamiento / descongelamiento (Lottman modificado). Procedimiento de 1 ciclo de congelamiento a  $-18^{\circ}\text{C}$  y secado a  $60^{\circ}\text{C}$ .
- (3) Determinación de las propiedades de la mezcla asfáltica posterior del condicionamiento (estado condicionado).
  - Estabilidad Marshall.
  - Tensión diametral.
  - Compresión uniaxial. Método de inmersión – compresión.
  - Módulo resiliente.

