



Diseño de Asfaltos Modificados con GCR por desempeño, para su uso en obras de pavimentación

**LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES
PROPIEDAD INTELECTUAL RESERVADA POR
HUMBERTO QUINTERO Y CIA SCA**

Su uso inadecuado y sin consentimiento viola las leyes de autor

- **OBJETIVO GENERAL**

Identificar la problemática de las llantas usadas y las alternativas de manejo, entendiendo las ventajas ambientales y económicas del reusó de estos desechos en la fabricación de mezcla asfáltica modificada con Grano de caucho reciclado (GCR).

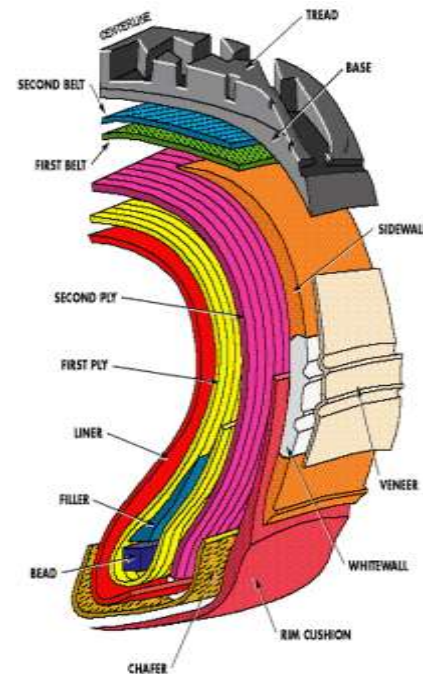
CUAL PROBLEMÁTICA?.....



- *5'300.000 llantas cumplen su vida útil al año en Colombia*
- **100.000 toneladas**
- Bogotá el número de llantas usadas al año es de 2.500.000 de las cuales **750.000 llantas terminan en las calles.**
- **Cada día más de 2.050 llantas terminan invadiendo el espacio público de Bogotá**

Marco referencial

- Las llantas están compuestas de una gran cantidad de materiales que les dan, dependiendo del uso al cual se destinan, sus características especiales como resistencias a la carga, posibilidad de manejar alta presión, características de adherencia, entre otros.



Componentes de las llantas

- **Cauchos naturales** a partir de látex, el cual es una resina blanca lechosa que sale de la corteza del árbol de caucho y cauchos sintéticos como el SBR y SBS. Los cauchos naturales proporcionan elasticidad, resistencia mecánica y adherencia. Los cauchos sintéticos estabilidad térmica, favoreciendo la durabilidad y la capacidad de adaptarse a las nuevas exigencias del tránsito.
- **Negro de humo** obtenido por combustión o descomposición térmica parcial de gases naturales o hidrocarburos pesados, es el elemento en las llantas que les permite ser más resistentes a la rotura y a la abrasión, y les da el característico color negro.
- **Fibras reforzantes:** textiles y de acero, usualmente en forma de hilos, que aportan resistencia a los neumáticos: algodón, nylon y poliéster. La cantidad de acero y fibras sintéticas reforzantes en los neumáticos varía según el fabricante.
- **Aditivos**, entre los que se destacan aceites, óxido de zinc activado con cadmio, dióxido de titanio, sulfuro, sílice, resinas fenólicas y ácidos grasos.
- **Agentes vulcanizantes:** el azufre en flor se usa para entrecruzar las cadenas de polímero en el caucho.
- **Aminas:** adicionadas durante el proceso de vulcanización. Evitan el endurecimiento progresivo del caucho, aumento de la fragilidad y pérdida de la elasticidad.
- **Ácidos aromáticos:** prolongan la vida del asfalto caucho

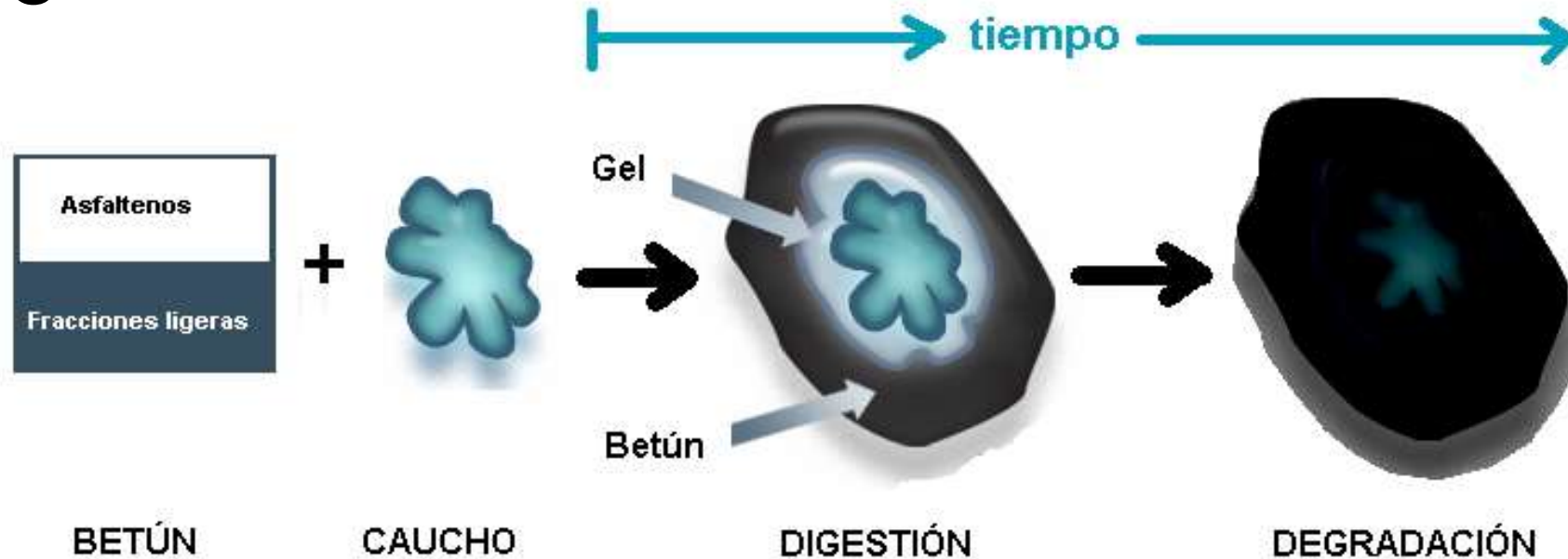
Algunas ventajas y desventajas del Grano de Caucho Reciclado

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
GCR	<ul style="list-style-type: none">• El grano reciclado en el cemento asfáltico actúa como un agente inhibidor del envejecimiento; prolongando la capacidad cohesiva del mismo en el tiempo.• La mezcla al ser modificada se vuelve más flexible a bajas temperaturas y a altas logra ser menos plástica.• El negro de humo proveniente del GCR previene el desgaste por el roce llanta - pavimento; además refuerza el asfalto y disminuye la oxidación y el envejecimiento.• El GCR da flexibilidad y mejora la Susceptibilidad térmica, así como las propiedades mecánicas.	<ul style="list-style-type: none">• El costo de fabricar este tipo de mezclas supera al de las mezclas convencionales y modificadas.• El proceso de fabricación de la mezcla repercute en mayores costos debido a que se incrementa la cantidad requerida de cemento asfáltico, así como se incrementan los tiempos de compactación en obra.• El proceso de modificación por vía húmeda requiere de equipo adicional y cambio de bombas y tuberías, además de un incremento en la energía para calentar la mezcla con tiempos mayores de mezclado.• La absorción de aceites del asfalto por el GCR afecta negativamente las propiedades de cohesividad y adhesividad del ligante; convirtiendo la mezcla en una mezcla seca.

Proceso de modificación de asfalto con GCR en una planta asfáltica



Digestión del caucho en el betún asfáltico



Factores que influyen en la digestión

- Características del betún asfáltico original
- Incorporación de aceites compatibilizantes
- Porcentaje de caucho
- Granulometría del caucho
- Superficie específica
- Impurezas del caucho
- Mezclador empleado
- Tiempo y temperatura de reacción

EFFECTOS DE LA DIGESTIÓN EN LA MEZCLA BITUMINOSA

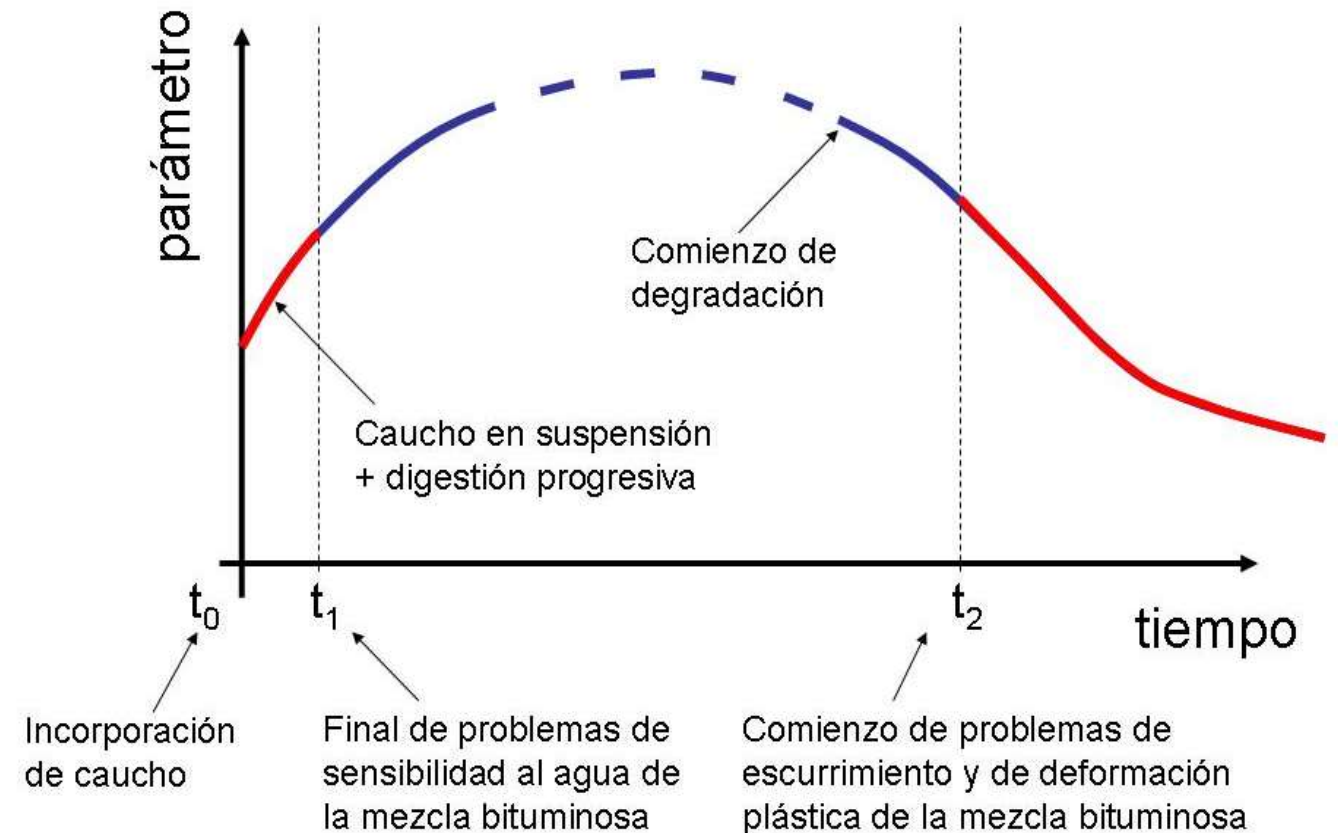
✓ Con la buena digestión del caucho en el betún, la mezcla bituminosa:

- Mejora su compactabilidad
- Mejora su resistencia al agua
- Mejora su resistencia a fatiga

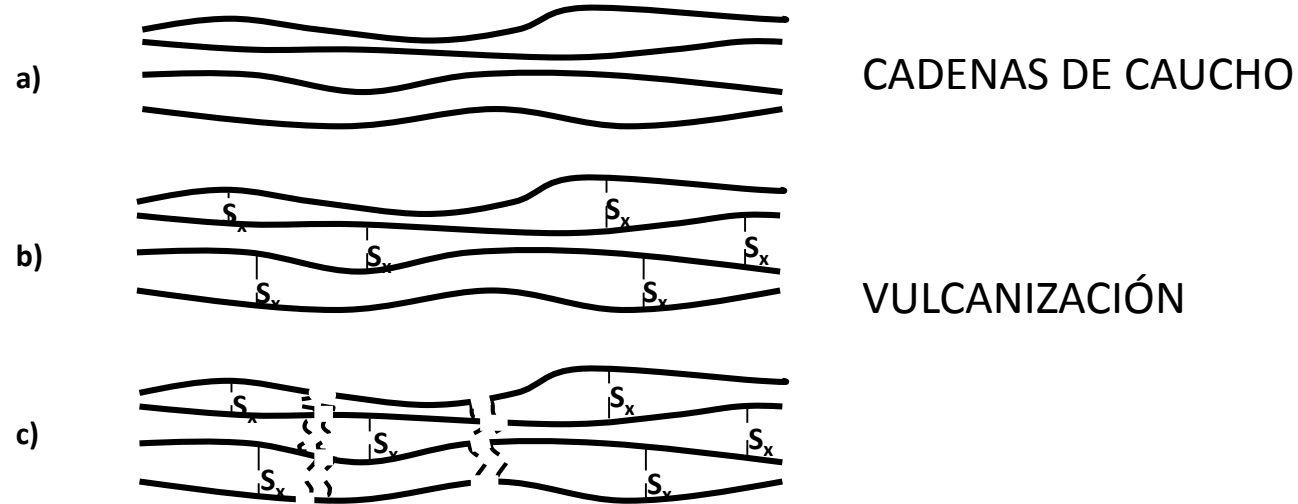
✗ Cuando la digestión ha sido insuficiente:

- Mala compactabilidad
- Baja resistencia al agua
- Disgregabilidad de la mezcla

EFFECTOS DE LA DIGESTIÓN EN EL BETÓN - CAUCHO



Otra cuestión básica: estabilidad al almacenamiento



- La vulcanización crea enlaces muy fuertes entre cadenas de polímeros, por lo que la integración en el betún no es fácil.
- Al modificar betunes con caucho de NFU no se forman redes internas en el betún-caucho, sino que las partículas de caucho quedan en suspensión
- **La consecuencia es que las partículas de caucho tienden a sedimentar, y la estabilidad al almacenamiento es deficiente**

Fabricación en terminal de betunes con caucho

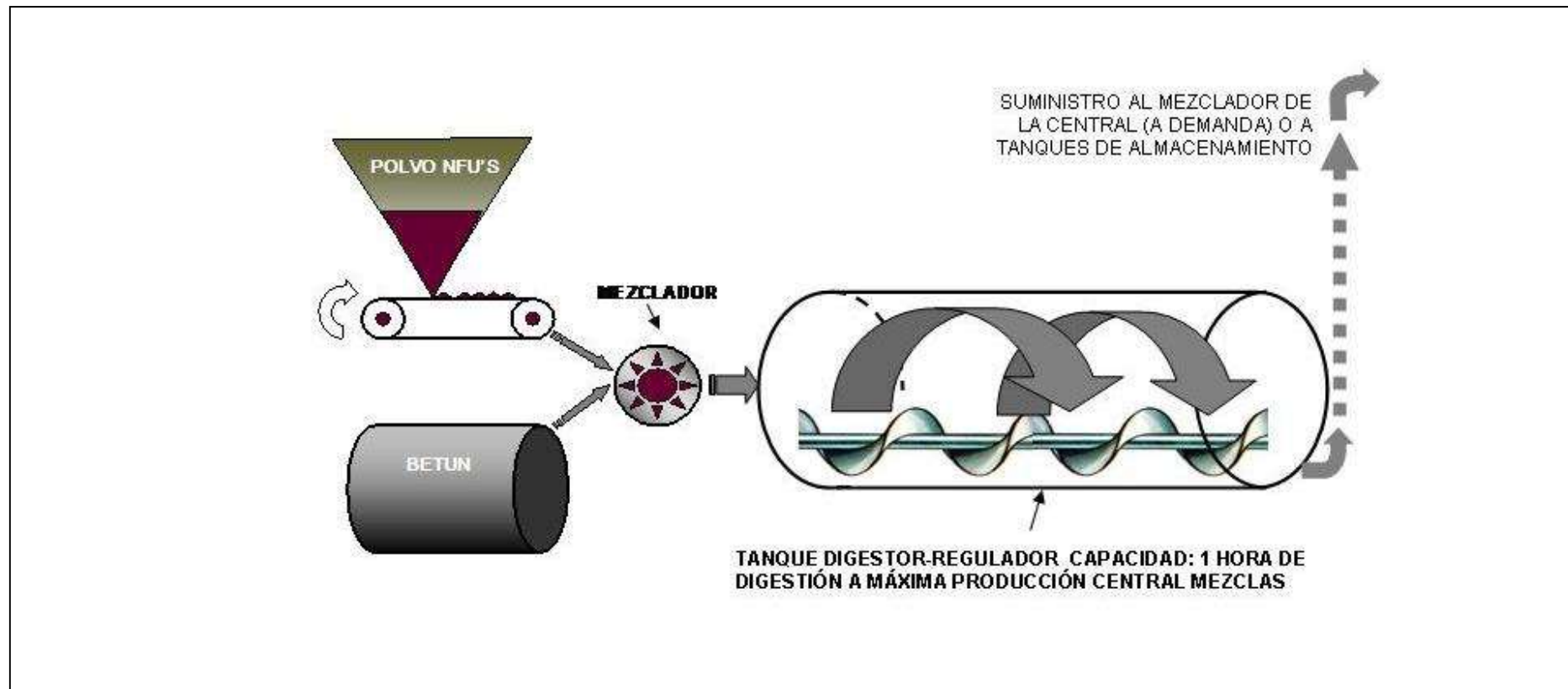
VÍA HÚMEDA EN PLANTAS CONVENCIONALES DE MODIFICACIÓN CON POLÍMEROS



- Se modifica previamente un ligante,
- Se utiliza una planta de modificación con polímeros, convencional (molinos de cizalla, etc.)
- Se suelen añadir polímeros vírgenes para intentar estabilizar el producto
- También se pueden añadir azufre para mejorar la estabilidad
- Se suelen añadir aceites aromáticos, para mejorar la interacción ligante-caucho

Fabricación in situ de betunes con caucho

SISTEMA DE MEZCLADOR + TANQUE DIGESTOR



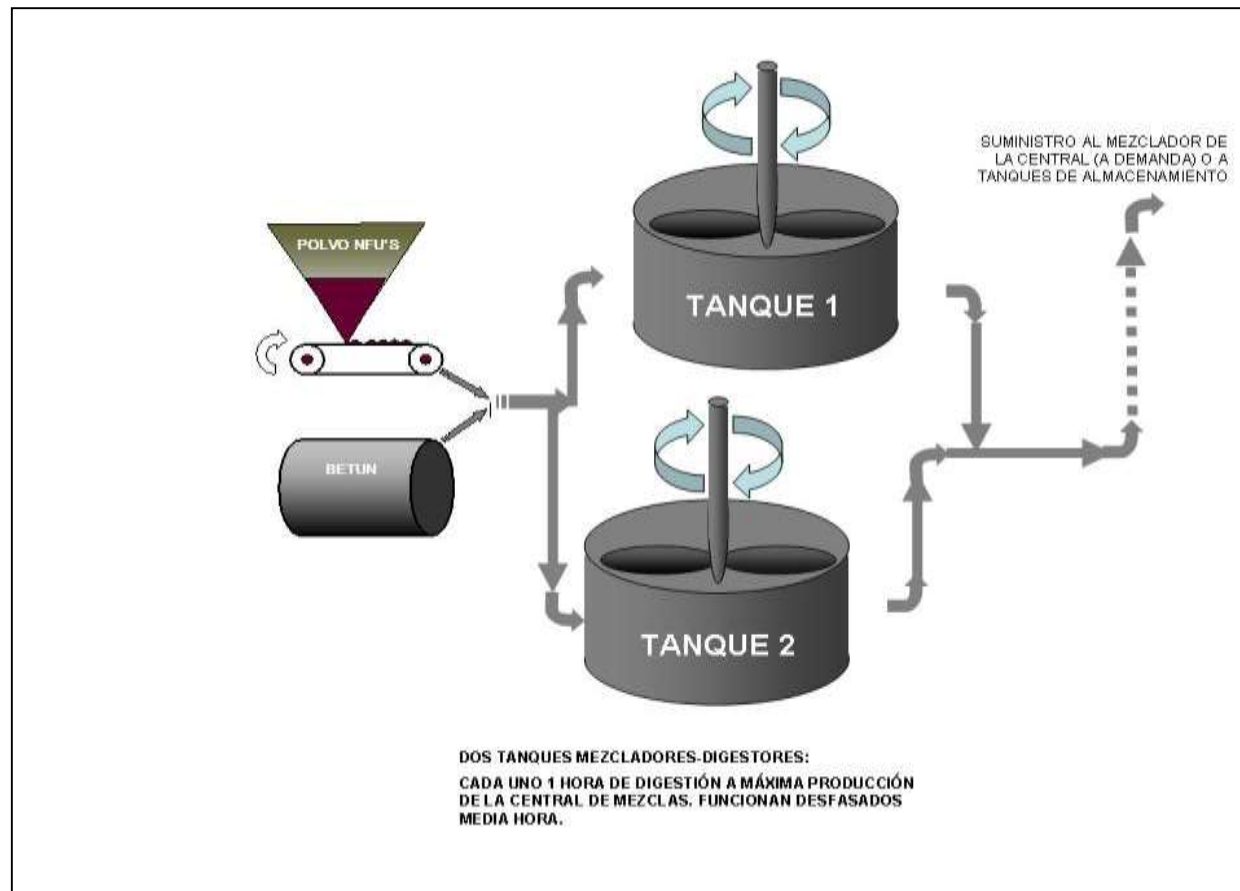
Fabricación in situ de betunes con caucho

VÍA HÚMEDA EN PLANTAS DE FABRICACIÓN IN SITU



Fabricación in situ de betunes con caucho

SISTEMA DE TANQUES GEMELOS ALTERNATIVOS

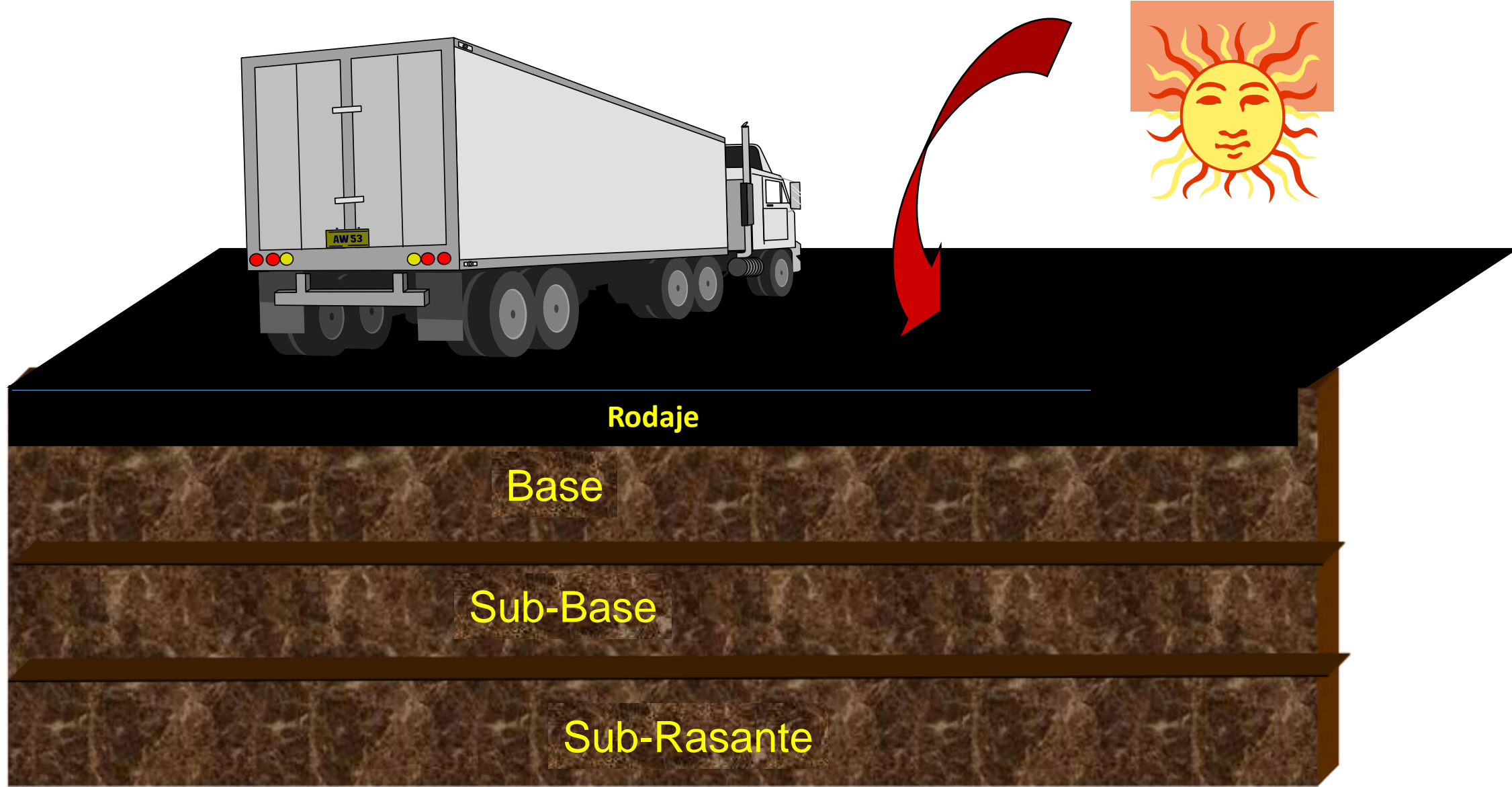


Control de calidad de los betunes con caucho

VARIABLES DEL "PROCESO DE FABRICACIÓN"

- PROPORCIÓN CAUCHO / BETÚN ●
- TEMPERATURA DE MEZCLADO Y/O DIGESTIÓN
- TIEMPO DE DIGESTIÓN MÍNIMO
- OTROS EVENTUALES ADITIVOS Y SU PROPORCIÓN ●
- TIEMPO DE ALMACENAMIENTO MÁXIMO Y TEMPERATURA DURANTE EL MISMO ●
- TEMPERATURAS PARA LA FABRICACIÓN DE LA MEZCLA ●
- RESULTADOS DE DESEMPEÑO ●

Modelo de Deformación Causada por altas Temperaturas y Cargas Excesivas



Agrietamiento por fatiga

