



MEJORAMIENTO DE VÍAS SECUNDARIAS Y Terciarias EN COLOMBIA CON EL USO DE MEZCLA ASFÁLTICA NATURAL EN FRÍO (ASFALTITAS). ANÁLISIS, APLICACIONES Y CASOS EXITOSOS

Autor: Edgar Alexis Peña Acosta.

Resumen

El uso de asphaltitas aporta al liderazgo profesional y empresarial en lo referente a la conservación y solución de la infracción ambiental. Este es uno de los argumentos por los que la explotación de Asphaltitas de bajo contenido de hidrocarburo y las buenas prácticas en explotación, acopio, producción e instalación son consideradas fundamentales en el aporte al crecimiento de la red de vías de Colombia.

Las Asphaltitas son mezclas asfálticas naturales extraídas de mina a cielo abierto cuya matriz granulométrica se compone de arenas finas y/o conglomerados. Los contenidos de asfalto, con respecto a la masa total, son variables, <15%. La caracterización del asfalto natural es similar a la de productos bituminosos obtenidos en refinería. Los principales usos en vías se dan en: la estabilización de suelos de baja plasticidad, capas de soporte estabilizadas y capas de rodadura con asphaltitas. Y otros de gran utilidad como los prefabricados asfálticos.

En los últimos cinco (5) años se ha realizado estudios de caracterización de mezclas asfálticas con Asphaltitas y también se ha participado en proyectos de investigación donde se demuestran las fortalezas del material natural. Entidades del sector público y empresas privadas consumen actualmente el material en la intervención de vías.

Palabras claves: Asfalto frío, Asphaltita, vía terciaria, MAN.



1. Introducción

Con la industrialización y crecimiento de la refinación del petróleo se inicia en paralelo, a comienzos del siglo XX, el uso masivo y técnico del asfalto de refinería. Producto que hoy en día es uno de los principales materiales de construcción de carreteras en el mundo. El crecimiento en producción, investigación y desarrollo de subproductos asfálticos se da proporcionalmente a la aceptación de un nuevo método de generar energía con petróleo, tal como se ve en la actualidad y se proyectó desde aquel entonces. La búsqueda de reservas de petróleo en el planeta ha traído con ello amenazas, guerras, muertes e impactos ambientales irreversibles.

Antes de tal descubrimiento en muchos lugares del mundo se usaba los materiales extraídos de minas para mejorar los caminos; las asfaltitas son uno de ellos. Grandes ciudades actuales y gobiernos poderosos en el siglo XIX pavimentaban sus vías con asfaltitas aprovechando un recurso natural de propiedades exclusivas para mejorar los pasos de carreteras.

En Colombia existen experiencias documentadas de proyectos donde se ha utilizado las asfaltitas como material asfáltico principal. De hecho hay normatividad vigente que establece criterios para su mejor aprovechamiento. Las asfaltitas de la región central del país comenzaron un proceso de revisión científica para demostrar que, debido a la situación global ambiental y los compromisos en pro del relacionamiento comercial a nivel internacional, es un material que técnica y económicamente viabiliza proyectos en todo el territorio nacional.

El documento actual muestra resumidamente las experiencias de 20 años en el uso y aplicación de la asfaltita extraída de la mina “La Milagrosa” en Victoria, Caldas y “Mina San Pedro®” en Armero, Tolima; Cómo se pasó del uso empírico al uso técnico?; análisis de propiedades físicas y químicas que confirman y evidencian las razones por las que las vías tienen alta durabilidad.

2. Materiales y métodos

En Colombia son pocas las concesiones mineras y/o minas que se intervienen para dar uso de este mineral. El nombre del mineral que se explota en mina es Asfaltita, en el gremio de la construcción se conoce como Asfalto Natural y técnicamente es una “Mezcla Asfáltica Natural – MAN”. Los principales usos dados se relacionan con el Mantenimiento, Mejoramiento y Rehabilitación de las vías



secundarias y terciarias. Por ser un material natural ha existido el razonamiento que es un producto heterogéneo y por tal motivo no se ha tenido la iniciativa de masificar su uso, principalmente por entidades estatales de orden nacional. Es innegable que cada mina de este mineral posee propiedades diferentes. Las principales variables a reconocer en las asfaltitas son:

- Contenido de bitumen
- Granulometría de los pétreos
- Maduración del bitumen
- Análisis de lixiviados
- Análisis de materia orgánica y/o contaminantes

El objetivo es clasificar en explotación mantos comunes y luego caracterizar cada material para así poder establecer las propiedades particulares y adecuar el material hasta obtener los parámetros mínimos de un material para intervención de vías en:

- Capas estructurales de soporte
- Capas estructurales de rodadura
- Tratamientos superficiales

2.1. Inicios del uso de La asfaltita de Norcasia y Armero.

La explotación ambas minas inició finalizando la década de los noventa. En el caso de la mina de Norcasia la iniciativa se dio porque cerca al lugar donde se evidenciaban algunos mantos superficiales se construía un proyecto hidroeléctrico de gran envergadura para la zona central del país. Para poder hacerse realidad la el proyecto se debían traer gran parte de los materiales de construcción desde La Dorada, Caldas y sus alrededores. Siendo la única vía de acceso al proyecto la antigua ruta Bogotá – Medellín en el tramo La Dorada – Norcasia, cuyo estado en aquel entonces era el de una vía sin pavimentar. Ante el creciente aumento del paso de vehículos por esta vía y el hallazgo de grandes reservas de asfaltita se decidió hacer inicialmente mantenimiento de tramos cortos con asfaltita. El procesamiento en explotación fue mínimo y se aplicó directamente en vía sin ningún tipo de control que debiese emplear a mezclas asfálticas. Para el objetivo específico del proyecto, en cuanto a la operación de la vía, fue un gran avance la implementación de La asfaltita de Norcasia ya que se logró reducir la periodicidad en intervención, se eliminó la generación de material particulado y la formación de lodos. No obstante y tras la gran experiencia de los administradores del proyecto, en el 2.002, se aplicó La asfaltita de Norcasia en más de 100 km de vías: La Dorada – Norcasia, Norcasia – Berlín, Vías internas del proyecto. Con este mejoramiento de vías con asfaltita se dio a conocer un nuevo material que favoreció a la



comunidad de la región. Las intervenciones realizadas fueron del tipo tratamiento superficial y estabilización de materiales en sitio, siendo las últimas las de mayor durabilidad ya que se mezclaba en vía La asfaltita de Norcasia con afirmados de la región. Los tratamientos superficiales actualmente permanecen en vía con algunos defectos dados por el exceso de asfalto de la mezcla: deformación plástica de la capa, abultamientos en bordes de vía, entre otros. Lo ocurrido con la Mina de Armero fue a mediados de los años noventa ya que el departamento de Tolima, a través del área de Obras Públicas, decidió invertir en la vía a la vereda San Pedro y sus alrededores ya que es una zona de mucha riqueza agrícola y que comunica con un atractivo turístico como lo es el Nevado del Ruiz. Con usos similares a los descritos anteriormente su funcionalidad ha sido evidente principalmente a nivel de capas estructurales de soporte en vías de todo nivel de tránsito.

El proceso de mejora en control de calidad fue avanzando y hasta el año 2.010 ya se había logrado producir mezclas óptimas, en frío y en caliente, para grandes proyectos de orden nacional, departamental y municipal.

2.2. Desarrollo y caracterización de las asfaltitas

Desde el año 2.011 se empezó a estructurar el proyecto a mediano plazo para masificar el uso del producto natural que tanto beneficio había traído a la zona central del país en cuanto al desarrollo vial. Otras razones de gran peso para dar objetividad al proyecto fueron:

- Reducción del impacto ambiental en producción de todas las industrias a nivel mundial
- Desarrollo de la infraestructura vial necesaria para cumplir acuerdos internacionales (TLCs)
- Pocas canteras de pétreos para grandes proyectos de infraestructura vial

En Colombia desde el año 2.008 se empezó a generar la idea de realizar proyectos de gran talante en infraestructura vial razón por la cual se adjudicaron y hoy se materializan los proyectos 4G, vías primarias en doble calzada y que posibilitan aumentar la velocidad del tránsito. Estas arterias avanzan en construcción y paralelamente se determinó la gran importancia de mejorar las vías que se unen a ellas, es decir, las vías secundarias y terciarias. El Departamento Nacional de Planeación, DNP emitió el documento CONPES (Consejo Nacional de Política Económica y Social) 3857 llamado "Lineamientos de política para la gestión de la red terciaria", aprobado en julio del 2.016. Allí se establece la metodología mediante seis (6) grandes objetivos para lograr mejorar, en los próximos 20 años, la red vial de mayor cantidad de kilómetros en Colombia distribuidos así:

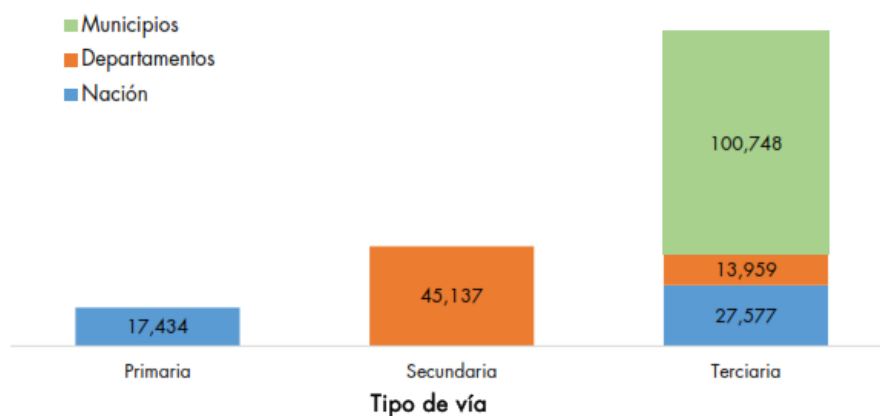


Figura 1. Distribución de la red vial de carreteras en Colombia

Los objetivos son los siguientes:

- Hacer inventario de la red terciaria para poder tomar decisiones
- Implementar metodología practica par que los municipios prioricen intervenciones basados en criterios espaciales, sociales y económicos.
- Abrir el abanico de posibilidades para utilizar materiales y metodologías constructivas que apliquen en determinadas vías. Para ello se hará manuales de uso y especificaciones de construcción
- Adoptar modelos de cofinanciación de proyectos especialmente en los municipios que han sido golpeados por el conflicto armado
- Optimizar los procesos de contratación minimizando el riesgo y demostrando competencia
- Pruebas pilotos de la metodología en los departamentos de Putumayo y Nariño.

Todo lo anterior que se expone es una iniciativa del gobierno y posibilita la entrada de innovadoras metodologías como la de La asfaltita. Ante esta situación se han desarrollado estudios e investigaciones para aprovechar adecuadamente el material y serán mostradas a continuación. Es importante aclarar que las asfaltitas son materiales que poseen alta probabilidad de transportar a sitios lejanos de las minas donde se extraen, debe hacerse un análisis técnico y económico para cada proyecto en particular y viabilizarlo. A veces se crea la confusión que no es posible hacerlo porque el costo del transporte cierra la posibilidad económica pero no es así. Las asfaltitas también pueden actuar como insumo para producción de mezclas asfálticas, es decir, es posible producir una mezcla asfáltica en frío de alta calidad a 400 km (o más) de la mina y demostrar que se da una relación costo / beneficio favorable. Solo se transporta la asfaltita y



se mezcla cerca de la obra con agregados de aporte, basado en un diseño de laboratorio.

Las minas citadas cuentan con especificaciones particulares para uso de La asfaltita en capas estructurales de pavimentos. Desde el 2.007 existe en el IDU (Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá) una especificación para el diseño y construcción de los asfaltos naturales en frío y actualmente se promueve ante INVIAS un documento similar para uso en todo el territorio nacional.

3. Resultados y discusión

3.1. Clasificación de los productos naturales extraídos de la mina

Normalmente la explotación de La asfaltita se realiza a cielo abierto. Se utiliza el sistema de terrazas para avanzar en explotación haciendo compensación de niveles con el mismo material de la capa estéril. La relación promedio en explotación Útil: Estéril es 1 : 1. Se presenta granulometría homogénea (arena media a fina en Norcasia y Conglomerado en Armero) en la mayoría de la explotación y los contenidos de asfalto en la mezcla varían a medida que se profundiza en la extracción minera. Se cuenta con control en acopio inmediato por medio de un laboratorio y personal de gran experiencia específica en La asfaltita. En un principio se consideró que el único material útil era el que poseía mayor contenido de bitumen y a medida que se fue optimizando el proceso de control de calidad se han desarrollado nuevos productos con asfaltitas hasta del 5% de contenido de bitumen. Para llevar este control es esencial la realización constante de las pruebas para hallar el contenido de bitumen, por ignición AASHTO T 308 – 05 y por centrifugado AASHTO T-164 – 05. Posteriormente se realiza el ensayo de análisis granulométrico según norma AASHTO T 30 – 93 (2003).



Figura 2. Explotación a cielo abierto de mina de La asphaltita de Norcasia, Caldas



Figura 3. Explotación a cielo abierto de mina de La asphaltita de Armero, Tolima



Cada mina genera clasificaciones internas de los materiales extraídos para poder realizar posteriormente sus diseños de mezcla.

3.1.1. Caracterización físico – química del bitumen de La asfaltita de Norcasia

La asfaltita de Norcasia fue analizada desde el punto de vista “cemento asfáltico”. Para ello fue necesario hacer la separación del bitumen y el pétreo. Se utilizó el sistema de centrifugado utilizando diclorometano y luego se llevó al Rotovaporador aplicando nitrógeno para evitar la oxidación y cambio de propiedades del bitumen. Se realizó en varias muestras para determinar la homogeneidad en la maduración del hidrocarburo en diferentes tipos de La asfaltita de Norcasia y zonas de la mina. Se muestran dos (2) resultados:

Tabla 1. Caracterización a asfalto extraído de La asfaltita de Norcasia

Propiedad	VALOR	
Penetración de los materiales asfálticos a 25 °C, 100 g y 5 s; (0,1mm)	100,7	83,3
Ductilidad de los materiales asfálticos a 25 °C, 5 cm/min; (cm)	100+	100+
Punto de ablandamiento de materiales bituminosos (aparato de anillo y bola) (5 °C/min); (°C)	42,3	44,9
Viscosidad del asfalto con el método del viscosímetro capilar de vacío a 60 °C y 300 mmHg; (Poises)	959,157	1265,573
Viscosidad cinemática de asfaltos a 135 °C; (cSt)	136,920	224,468
Agua en los materiales asfálticos por destilación; (% volumen)	0,00	0,19
Solubilidad de materiales asfálticos en tricloroetileno; (% peso)	99,59	99,2
Índice de penetración de cementos asfálticos	-	-1,4
Ensayo en el horno de lámina asfáltica delgada en movimiento - RTFOT a 163 °C y 85 min; (%peso)	-7,374	-6,422
Penetración de los materiales asfálticos a 25 °C, 100 g y 5 s, al asfalto RTFO; (0,1mm)	23,0	22,3
Penetración residual; (%)	-	27



Lo anterior denota que aun siendo un producto natural el bitumen posee características relativamente homogéneas en diferentes zonas de la mina. Casi se enmarca dentro de la clasificación de un cemento asfáltico de refinería 80/100. Razón por la cual su comportamiento es bueno cuando se aplica en obra. En las investigaciones totales también se realizó caracterización según metodología SuperPave y el resultado promedio es que posee un grado de desempeño PG (Performance Grade) + 58-16. Y otros ensayos de tipo químico: %azufre, SARA, poder calorífico, destilación simulada, entre otros. La condición natural de la mina de Armero presenta un residuo de petróleo un poco más maduro que el de Norcasia.

3.1.2. Propiedades mecánicas y dinámicas medidas a mezclas con MAPIA®

Los productos naturales extraídos también se usan como insumo en la producción de mezclas. Para obtener una mezcla apropiada se debe elaborar el procedimiento Marshall de Illinois. La asfaltita de Norcasia como insumo se utiliza en:

- Mezclas en frío para capa estructural de rodadura
- Mezcla en frío para capa de tratamiento superficial
- Base estabilizada con asfalto natural
- Subbase estabilizada con asfalto natural
- Estabilizante de suelos de baja plasticidad
- Mezclas asfálticas en tibio para capa estructural de rodadura (No son objeto de éste trabajo)

A las mezclas nombradas anteriormente se han medido propiedades dinámicas y pueden usarse en estructuras de pavimento mediante metodologías de diseño internacionales dependiendo el tipo de intervención: Mantenimiento, Mejoramiento, Rehabilitación y Construcción.

Con la Universidad de Antioquia se participó en un estudio donde se demuestra que La asfaltita de Norcasia es un material que ofrece excelente relación costo / beneficio al utilizarse como estabilizante de suelos cuya propiedad principal sea la baja plasticidad. El IDU determinó que la asfaltita de San Pedro®, luego de clasificarse por mallas, posee propiedades superiores a las de una base granular tradicional. El hecho de incluir bitumen permite que se aglutinen las partículas aumentando así la capacidad de soporte, reduciendo la permeabilidad y minimizando el desgaste superficial. El CBR puede llegar a ser de 150%. Caso diferente con otros estabilizantes ya que la conclusión principal del estudio fue que para ellos debía adicionarse capa de rodadura superficial para poder mantener la capacidad estructural inicial.



Para La asphaltita de carpeta de rodadura se obtiene resultado como el siguiente, mezclando únicamente asphaltita y pétreos:

Tabla 2. Módulo dinámico para La asphaltita de Norcasia Tipo 6C

Temperatura, °C	20		
Frecuencia, Hz	10		
Núcleo	1	3	5
BULK	2,212	2,223	2,228
Módulo Dinámico (MPa)	1327	1601	1860
	1400	1633	1893
Promedio (MPa)	1364	1617	1877
Promedio, MPa	1619		

Incluyendo aditivos u otro ligante en la mezcla puede duplicarse el valor del módulo mostrado.

Para bases estabilizadas se ha obtenido resultados de módulo resiliente así:

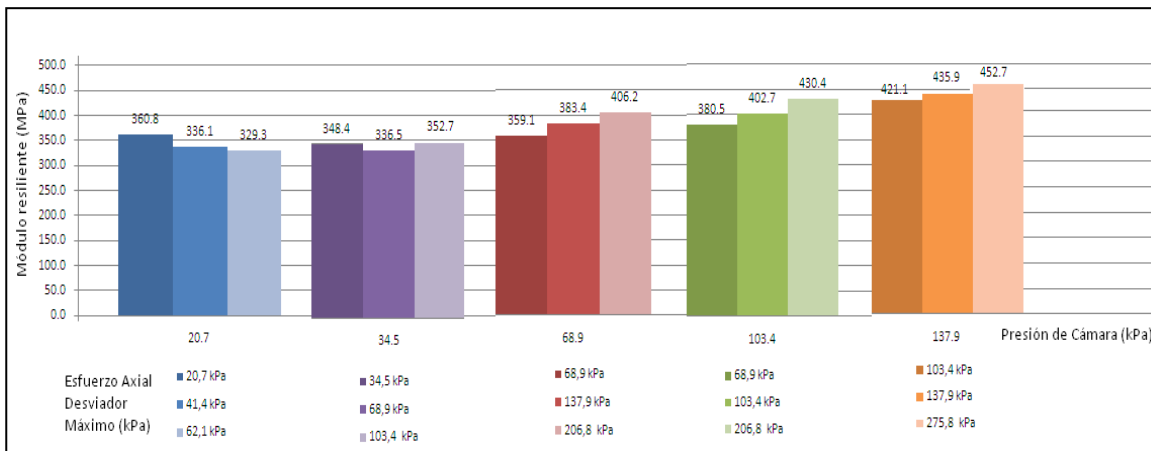


Figura 4. Módulo resiliente de Base estabilizada con La asphaltita

3.2. Usos y aplicaciones

Con el renovado orden que se ha dado en la mina de La asphaltita de Norcasia y la de Armero se sigue en la búsqueda de mejores procedimientos para lograr homogenización en la mezcla final.

3.2.1. Procesamiento en producción

Para producir mezclas a granel se continúa la producción de mezclas en patio con ayuda de maquinaria tradicional (Motoniveladora y cargador). Se está adelantando proceso de diseño para adaptar sistemas de producción tradicionales de mezclas asfálticas a un equipo específico para producir mezclas con La asfaltita. También se está elaborando una guía para poder producir mezclas manualmente de tal forma que se involucre mayor mano de obra tanto en el proceso de producción como de instalación.

3.2.2. Tipos de obras ejecutadas

IMAGEN	UBICACIÓN	TIPO DE PROYECTO
	<p>Puerto Boyacá, Boyacá. Campo Velásquez</p>	<p>Mantenimiento de vía con La asfaltita de Norcasia</p>
	<p>Puerto Gaitán, Meta. Campo Rubiales</p>	<p>Mejoramiento de vía con La asfaltita de Norcasia</p>



COGRESO MEXICANO DEL ASFALTO

Expo-ASFALTO 2017

23 - 25 de agosto Cancún 2017



La Dorada,
Caldas.
Carrera 2da

Rehabilitación
de vía con La
asfaltita de
Norcasia



Ebéjico,
Antioquia.
Vía a
Medellín.

Vía secundaria
realizada con
asfaltita de
Mina San
Pedro®



Puerto
Berrío,
Antioquia.
Vía a Yondó

Estabilización
de Suelos con
La asfaltita de
Norcasia

4. Conclusiones y recomendaciones

- La asfaltitas son de construcción de uso versátil en cualquier capa de la estructura del pavimento.
- Pueden ejecutarse proyectos que utilicen La asfaltita en la región donde se encuentra la mina y en otros lugares del país donde sea viable técnica y económicamente.
- La necesidad de desarrollo de la infraestructura vial secundaria y terciaria del país posibilitará el consumo masivo de materiales como las asfaltitas. El INVIAS expedirá Especificaciones de Construcción para dar buen uso a estos materiales en capas estructurales de pavimentos.
- Se sugiere hacer caracterización de materiales y diseños adecuados antes de aplicar materiales con La asfaltita en vía.

5. REFERENCIAS

[1] Departamento nacional de planeación DNP. Lineamientos de política para la gestión de red terciaria. CONPES 3857. 2.016

[2] Gobernación de Antioquia y Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías (FCTel-SGR). Convenio de Asociación N° 2013-Cf-20-0184 entre la Gobernación de Antioquia y la Universidad de Antioquia. Análisis tecno-económico, ambiental y de implementación para la alternativa de análisis. Capítulo 3. 2.015.

[3] Reportes de laboratorio realizados al MAPIA. Corasfaltos. 2.011 a 2.016.