

# LOS ASFALTOS Y ALQUITRANES USADOS EN PAVIMENTACION

Por ALBERTO REGAL,

*Profesor de Caminos y Pavimentos en la Universidad  
Católica del Perú.*

En la práctica de ingeniería de caminos no hay una palabra que comprenda estos materiales, asfaltos y alquitranes, tan similares en su aspecto físico que pudiera pensarse que son tal vez sustitutos unos de otros, siendo así que para el ingeniero son desemejantes, no tanto por su composición química, cuanto por su comportamiento cuando entran a formar parte de un pavimento.

Por estas razones, desde hace algunos años, las personas ligadas al campo científico están empeñadas en la implantación de una nomenclatura o léxico que impida confusiones; asunto que se agrava con los nuevos nombres que los industriales introducen en el ambiente técnico, para denominar y hacer propaganda de los productos comerciales que fabrican, sucediendo muchas veces, que las raíces o voces que emplean no están de acuerdo con las características químicas o industriales de esos materiales.

En este artículo procuramos pues, como objeto principal, estabilizar las voces que se usan en el ejercicio profesional del ingeniero de vías de comunicación.

## *El petróleo*

*Petróleo crudo*, es el líquido oleaginoso e inflamable, compuesto de hidrocarburos, que se encuentra nativo en el interior de la Tierra; en inglés se denomina algunas veces "mineral oil" y también

“crude oil”, expresión, esta última, que ha sido castellanizada en la voz *crudóleo*, que emplean algunos autores.

Se hace necesario precisar este material con las voces, *petróleo crudo* o *crudóleo*, para evitar confusiones; así por ejemplo, conviene recordar que en lenguaje usual, en Inglaterra se llama *petróleo* (“petrol”) a la *gasolina*; y en Francia, a lo que nosotros denominamos *kerosene*.

Por su destilación, el petróleo crudo produce, principalmente, gasolina, kerosene, aceites lampantes o sea que se pueden utilizar en lámparas de alumbrado, lubricantes de tipo liviano y pesado, alquitranes, y un residuo que puede ser: asfalto de tipo sólido, o parafina.

Precisamente, las características de este residuo de la destilación, son las que sirven para clasificar los petróleos; los que se agrupan, así, en petróleos de *base parafinosa*, de *base asfáltica* y de *base mixta* o *semi-asfáltica*, según que estos productos sean los principales componentes del residuo citado.

La mayoría de los petróleos peruanos son de base mixta. Los que se producen actualmente provienen, exclusivamente, de Tumbes y de Paíta.

Los petróleos peruanos son muy livianos, fluctuando sus densidades específicas entre 0.8348 y 0.8509. Son también muy ricos en destilados livianos, pudiendo producir hasta un 60 % de gasolina, un 25 % de kerosene y hasta un 15 % de gasóleos, además de otros productos, como lubricantes de tipo liviano y pesado. Los de base asfáltica, producen lubricantes de muy bajo punto de congelación, apropiados para emplearse en lugares elevados sobre el nivel del mar, y un asfalto de tipo sólido, utilizable para pavimentos. Otros producen alquitranes que se pueden emplear como fijadores de polvo en los caminos de macadam y similares y por último, otros dejan como residuo final secundario de su destilación, un coke de gran poder calorífico y que dá pequeña cantidad de ceniza al quemarse; este coke se puede usar para calefacción y para la preparación de pastas aisladoras de implementos e instalaciones eléctricas.

Algunas veces el petróleo nativo se pone, por sí mismo, en contacto con la atmósfera y dá lugar a su destilación natural, perdiendo sus componentes mas livianos y dejando un residuo mas o menos viscoso, que es lo que se llama *brea*.

En el Perú se encuentran yacimientos de brea en la región de La Brea, cerca de Talara. Este material ha sido usado por los aborígenes del Perú, para impermeabilizar vasijas de barro; y, después en la época de la Colonia, con el mismo uso, además de utilizársele en el calafateo de buques, etc. Es el *copé* de la literatura de la época. No es utilizable, en estado nativo, en trabajos de pavimentación.

#### *Asfaltos.—Bitúmenes.*

Como acabamos de ver, de la destilación del petróleo crudo se obtiene el asfalto, que se emplea en pavimentos, y que llamamos *asfalto industrial* o *de petróleo*. Un producto similar se encuentra en estado nativo y casi puro en la naturaleza, al que llamamos *asfalto natural*, y que también se emplea en pavimentos.

De uno u otro origen se denominan simplemente *asfaltos*; y cuando se encuentran prácticamente puros, entonces reciben el nombre de *bitúmenes*. Las voces *asfalto* y *bitumen* son, pues, sinónimas, o mejor dicho, corresponden al mismo material; la primera se aplica al producto de pureza industrial, y la segunda, al producto químicamente puro.

En los laboratorios, para apreciar las impurezas del asfalto, se le disuelve en ciertos solventes, especialmente sulfuro de carbono y también parafina líquida, tetracloruro de carbono, etc.

Se dice, entonces, que *bitumen* o *betún*, es la mezcla de hidrocarburos que es íntegramente soluble en sulfuro de carbono. E insistimos en expresar, que el término *bitumen*, no debe aplicarse a los residuos de la destilación de petróleos de base parafinosa, ni tampoco a los alquitranes obtenidos del carbón.

La Academia Española de la Lengua, no considera el término *bitumen*, sino su equivalente *betún*; pero acepta la voz *bituminoso*, que es aplicable a los materiales que contienen bitumen y a las fuentes de producción de este producto.

En Ingeniería de Caminos se usa la expresión de *cemento asfáltico* para denominar el asfalto preparado especialmente para su empleo en las carreteras; se trata solo, pues, de un nombre industrial.

### *Asfalto de petróleo.*

Insistiremos diciendo que el *asfalto de petróleo* es el residuo sólido, o semi-sólido, obtenido de la destilación del petróleo crudo, y que es una combinación de hidrocarburos que se funde por acción del calor.

Este asfalto cuando está listo para ser empleado en las carreteras, tiene un porcentaje de bitúmenes de 98 a 99 %; y en cuanto a su densidad, es ligeramente menor que la del asfalto natural.

Algunas veces, en la industria, se le ha llamado *asfalto mexicano*; pero si se desea emplear, con propiedad, esta expresión, debe decirse *tipo mexicano*, pues en la actualidad se produce en refineries establecidas por el mundo entero, inclusive en las peruanas.

El asfalto de petróleo se ha empleado extensivamente en la pavimentación de Lima.

### *Asfalto natural.*

Se encuentra en estado nativo en dos formas: casi puro, o embebiendo ciertas rocas. A la primera corresponden los asfaltos de Trinidad, Bermúdez y algunos otros; y a la segunda, las rocas areniscas y calizas, asfálticas, principalmente.

### *Asfalto de Trinidad.*

La Isla de Trinidad se encuentra en el mar Caribe, al norte de las costas de Sud América, casi fronteriza a las bocas del río Orinoco, y no muy alejada de la costa de Venezuela.

Esta isla fué descubierta por Cristóbal Colón, en su tercer viaje, en el año 1498, y de la cual tomó posesión a nombre de la corona española. Fué conquistada por Gran Bretaña en 1797, quien la posee hasta el día.

El yacimiento de asfalto sólido, mas importante, de esta isla tiene el aspecto de un lago y es el mas notable y abundante depósito de asfalto natural en el mundo. Ocupa el cráter de un antiguo volcán extinguido. Tiene una extensión de 46 hectáreas y una profundidad, en su parte central, que pasa de 41 m. En la isla existen, además, otros yacimientos, pero muy inferiores a éste.

La superficie del lago es ondulada, y la masa de asfalto se extiende en grandes pliegues, estando animada de un movimiento continuo; pero imperceptible a la simple vista, originado por la masa que fluye del centro del lago hacia las márgenes.

El asfalto mas blando es el que proviene de la parte central; mientras que el mas duro yace en las orillas. La consistencia del asfalto en el centro del lago es, sin embargo, suficiente para permitir el tránsito de carros ligeros.

En la actualidad la explotación se hace arrancando con hachas el asfalto del centro del lago, y cargándolo allí sobre carros que lo trasportan a los puntos de embarque.

El asfalto tal como sale del lago, contiene aproximada y uniformemente 39 % de bitumen, 32 % de sustancias minerales y 29 % de agua. Entre las sustancias minerales debe mencionarse, como característica de este material, la presencia de partículas de arcilla en estado coloidal.

Después de refinado el asfalto, contiene 57 % de bitumen y 43 % de sustancias minerales; consistiendo, como se vé, la refinación en quitarle el agua, lo que se consigue en alambiques calentados por vapor.

El asfalto de Trinidad se emplea en caminos, muchas veces, "adelgazándolo" con bitúmenes líquidos, o sea aceites minerales, los cuales en la industria reciben el nombre de *flux*.

Este asfalto ha sido el primero que se ha usado, en gran escala, en trabajos de pavimentación, habiendo comenzado su uso, para este objeto, por el año 1870.

#### *Asfalto de Bermúdez.*

En el Estado de Sucre, en Venezuela, en el lugar llamado Bermúdez, se encuentra el depósito de asfalto natural, que lleva este nombre en la industria.

Este depósito se halla fronterizo al de Trinidad, presumiéndose que ambos tienen el mismo origen geológico.

El lago de asfalto de Bermúdez tiene una área de 360 hectáreas; su profundidad oscila entre 2.00 y 3.50 m.

El asfalto de Bermúdez, una vez refinado, presenta un alto porcentaje de bitumen que oscila entre 89 y 97 %. Se le emplea en las carreteras, muchas veces también, adicionándole un flux.

Este asfalto se ha usado en pavimentación, después del de Trinidad.

#### *Asfaltos líquidos.*

Tanto el asfalto de petróleo, como el asfalto natural, son muy duros y compactos, a la temperatura ambiente, para ser usados directamente en los trabajos de pavimentación, por lo que se hace necesario fundirlos por medio del calor. Como esta operación requiere precauciones especiales y maquinaria apropiada, aumenta el costo del trabajo, por lo que se ha tratado de tener, en la industria, asfaltos que lleguen al consumidor, en estado líquido. En el día se consigue liquefactar los asfaltos por dos procedimientos: emulsionándolos y disolviéndolos.

#### *Emulsiones asfálticas.*

Los asfaltos son prácticamente insolubles en agua; pero si se les calienta, hasta la fusión completa, y se les mezcla con agua, sometiendo el conjunto a agitación violenta, es posible mantener en suspensión, en el agua, las partículas de asfalto, durante cierto tiempo. Se tiene así, en realidad, una *emulsión coloidal*.

Si en lugar de emplear agua pura, se utiliza una solución muy diluida de jabón, se comprueba que la emulsión del asfalto se realiza más fácilmente, al mismo tiempo que se favorece la conservación de la emulsión.

Basándose en lo expuesto se han fabricado multitud de productos, que se encuentran en el mercado bajo diferentes patentés. En Lima se han ensayado con resultados satisfactorios las marcas "Bitumuls" y "Kowabit"; pero su empleo no ha prosperado, seguramente por razones económicas. También se ha empleado un producto de este tipo ("cold chon" y "chonix") en los primeros kilómetros del camino Lima-Ancón.

#### *Asfaltos disueltos.*

Esta clase de asfaltos líquidos se obtienen disolviéndolos en sustancias volátiles, especialmente gasolina y kerosene. En este caso,

el endurecimiento del asfalto se produce más o menos rápidamente, según el grado de volatilización del disolvente.

A este tipo de asfaltos pertenecen los fabricados por la International Petroleum Co., que se están usando en multitud de carreteras, en el Perú, y en la pavimentación de algunas de nuestras ciudades.

Los principales grados de estos asfaltos, que fabrica la International, son: "priming asphalt", "surface treating liquid asphalt", "M. I. P. liquid asphalt" y "retreat liquid asphalt". Como se vé, todos son titulados *asfaltos*; pero algunos de ellos deberían ser llamados con mas justeza *alquitranes de petróleo*.

### *Rocas asfálticas.*

El asfalto se encuentra impregnando ciertas rocas, también en estado natural. En esta forma fué usado por primera vez el asfalto en la construcción de pavimentos, en Francia, por el año 1802, aunque antes de esta fecha se habian realizado en algunas otras partes ensayos pequeños y esporádicos.

Los yacimientos mas importantes de rocas asfálticas son de calizas y de areniscas, encontrándose distribuidos en muchas partes del mundo.

Para tener una idea de como se usan estas rocas, basta dar una síntesis de la manera como se manipulan las calizas asfálticas.

Desde el yacimiento, se trasportan, los trozos arrancados, a una planta de trituración, donde se reducen a fragmentos menudos, y después a molinos donde se transforman en polvo fino, que es la materia prima de las diferentes formas de utilización, de estas calizas asfálticas. A menudo este polvo es demasiado pobre en asfalto; entonces se le mezcla con polvo de rocas de distinto porcentaje, o se le agrega asfalto puro. En este último caso, se funde primero el asfalto, se le adiciona con el polvo, manteniendo todo a temperatura elevada apropiada, dejando después enfriar la mezcla, pasándose en seguida, nuevamente, a los molinos, quedando ya el polvo listo para ser empleado en los caminos.

A las rocas asfálticas pertenecen las *asfaltitas*, que nos interesan de manera especial, pues en nuestro país se encuentran yaci-

mientos de estas rocas, aunque no han sido todavía empleadas en ingeniería de caminos.

Las asphaltitas están formadas por productos naturales derivados del petróleo, generalmente puros, más o menos sólidos, que se encuentran llenando fisuras de las rocas u ocupando depresiones de la superficie terrestre.

Las asphaltitas del Perú, y en particular las del Departamento de Junín, que son las más conocidas, tienen caracteres físicos y químicos semejantes a los carbones, lo que constituye una excepción a la generalidad de las conocidas en otras partes del Mundo. Es, pues, muy difícil distinguirlas por un simple examen de sus caracteres organolépticos, cuando no se tiene práctica experimental, y en muchos casos el mismo análisis químico deja algunas dudas, si no se cuenta con los medios especiales para esta clase de comprobaciones.

Carácter muy peculiar de las asphaltitas, es el constituido por la clase de fractura. La fractura de las asphaltitas casi se puede asegurar que nunca es plana; siendo ésta, por el contrario, muy general en los carbones.

### *Alquitranes.*

Con el término de *alquitrán* se conocen los productos de la destilación seca de algunas sustancias orgánicas, tales como hueso, madera, petróleo, carbón, etc. En ingeniería de caminos, solo se usan estos últimos, es decir, los provenientes del petróleo crudo y de la hulla.

### *Alquitrán de petróleo.*

Es un producto de la destilación seca del petróleo; diferenciándose del asfalto de petróleo, en que este último se obtiene por destilación fraccionada. Y en otros términos, en que mientras el alquitrán puede todavía ser destilado, el asfalto es un material prácticamente definitivo o de estabilidad manifiesta.

Los alquitranes de petróleo se usan como *flux*; como paliativo del polvo en los caminos; y para la construcción de calzadas, por los métodos de riego, que revisamos al final de este artículo.



Se conocen en el mercado, muchas veces, con el nombre de *aceites de petróleo*.

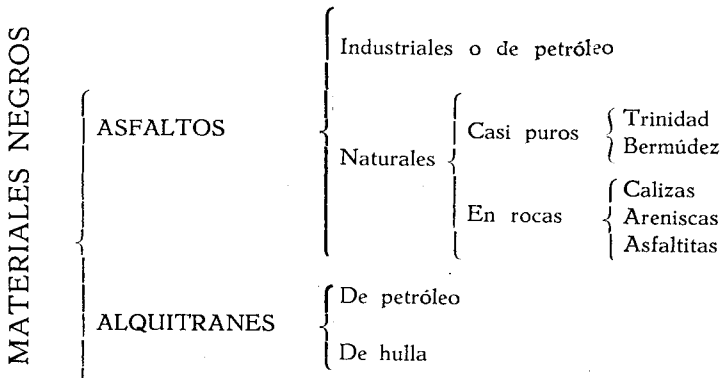
*Alquitrán de carbón.*

El alquitrán de hulla es un sub-producto de la destilación seca o de la *coquificación* del carbón de piedra. En otros términos, se puede decir, que el alquitrán de hulla se obtiene como producto secundario en la fabricación del gas de alumbrado, y en la de los llamados "gas pobre" y "gas de agua"; también en la obtención del coque metalúrgico, llamándose a este último, *alquitrán de coquería*.

El alquitrán de hulla es muy usado en Europa, en el tratamiento y construcción de calzadas, y principalmente en Inglaterra, cuyas especificaciones del año 1911, son aceptadas y seguidas por todos los países de aquel Continente.

En los cuadros siguientes, se puede apreciar, gráficamente, las relaciones que ligan entre sí a los distintos materiales que acabamos de definir.

*Clasificación de los asfaltos y de los alquitranes*



*Clasificación de los asfaltos según su estado físico*

Asfaltos Industriales y Naturales	Sólidos	{	Casi puros	{	De petróleo
			En rocas		Trinidad
	Líquidos	{	Emulsionados	{	Bermúdez
			Disueltos		

*Cómo se emplean los asfaltos y alquitranes.*

Son muchísimos los procedimientos modernos para utilizar estos productos en los trabajos de pavimentación; pero en general, se pueden resumir en los cuadros siguientes, debiendo advertirse que en éstos, no se consideran los asfaltados hechos con rocas asfálticas.

*Procedimientos de construcción de los asfaltados*

ASFALTADOS	{	Por mezcla	{	En caliente	{	Concreto asfáltico	{	Tipo A.—"Base negra"
				Mortero asfáltico — Asfalto laminar		Tipo B.—Pav. Lima		
			{	En frío	Concreto asfáltico. — Tipo Pav. Lima	{		Tipo C.—"Warren", &
					In situ (mix in place: M.I.P.)			
	{	Por riego. Frio o caliente	{	Riego superficial	{	En las		
				Macadam asfáltico o riego profundo.		carreteras del Perú		

*Procedimientos de construcción de los alquitranados*

ALQUITRANADOS	{	Por mezcla. — Tarmacadam	{	Superficial
		Por riego		Macadamizados

Para completar las expresiones que indican estos cuadros, damos a continuación, la definición de los distintos métodos señalados.

### *Concretos asfálticos.*

Como su similar, el *concreto de cemento*, se compone este tipo de pavimentos, de una mezcla del elemento activo, asfalto o cemento asfáltico, y agregados. Esta mezcla se debe realizar en caliente, cuando se emplea asfalto de petróleo o asfaltos naturales; y en frío, si se hace uso de asfaltos líquidos.

En el concreto asfáltico en caliente, se distinguen tres tipos, de acuerdo con las características del agregado.

El Tipo A, llamado también "base negra", está formado por piedra triturada y asfalto, simplemente. Se utiliza como asiento para tipos de asfaltados mas finos.

El Tipo B, que ha sido el empleado en la Ciudad de Lima, se compone de piedra triturada, arena y asfalto.

El Tipo C, que estuvo hasta hace algunos años respaldado por patentes, se compone de piedra triturada, arena, harina mineral (llamada "filler") y asfalto. A este tipo pertenecen los conocidos pavimentos denominados "Topeka", "Bitulithic", etc. Se ha usado en la pavimentación de algunos sectores de Miraflores.

Los concretos asfálticos, en frío, se componen de mezclas de asfalto, en polvo y líquido, piedra triturada y arena. A este grupo pertenecen las pavimentaciones que se están ejecutando actualmente en Lima, con productos de la International Petroleum.

En los últimos años, y sobre todo en Estados Unidos, está muy en boga la construcción de concretos bituminosos, por el método que se denomina "mix in place" (M. I. P.), que significa mezcla *in situ*, y que, como su nombre lo indica, consiste en verter los componentes del concreto, sobre la base de la calzada y mezclarlos allí con maquinaria apropiada (rastras, niveladoras y arados).

### *Mortero asfáltico.*

Es el asfaltado mas fino que se conoce hoy. Se compone, también como su similar el *mortero de cemento*, de arena y el elemento

activo, que en este caso es el asfalto. Se le llama también *asfalto laminar*, o de *hoja de asfalto*. La mezcla puede mejorarse con la adición de filler.

Es el tipo de pavimento del Paseo Nueve de Diciembre, o Paseo Colón, de la Ciudad de Lima.

#### *Asfaltados por riego.*

Es usual distinguir en la construcción de las superficies de rodadura, de los caminos, por este sistema, dos tipos. El primero que se llama de *riego superficial*, es casi la aplicación del asfalto, caliente o frío, pero siempre en forma líquida, como un paliativo del polvo, o como un aglutinante externo.

En el *riego profundo*, el asfalto líquido, caliente o frío, se vierte sobre una capa de piedra preparada especialmente para que el producto bituminoso penetre alguna profundidad en el pavimento. Como este método de construcción es completamente similar al del *macadam al agua*, se le llama también *macadam asfáltico*.

En las carreteras del Perú se están empleando tanto el sistema de riego superficial, como el de riego profundo.

#### *Alquitranados.*

Se pueden clasificar en *alquitranados por mezcla* y *alquitranados por riego*.

En los primeros, el pavimento está formado por una mezcla de piedra partida y alquitrán. El sistema se llama también de "tar-macadam". La mezcla se prepara en maquinaria apropiada.

En cuanto a la construcción de pisos, por riego, con alquitrán, es completamente similar a la de asfaltados de este tipo.

*Alberto REGAL.*