

## **7. MATERIALES BITUMINOSOS**

Los materiales bituminosos son sustancias de color negro sólidas o viscosas, dúctiles, que se ablandan por el calor y comprenden a aquellos cuyo origen son los crudos petrolíferos como también a los obtenidos por la destilación destructiva de sustancias de origen carbonoso.

El betún es uno de los materiales de construcción más antiguos que existen; ya en Mesopotamia y en el valle del Indo (3.800 a. de c.), se empleaba el betún natural como material aglomerante en albañilería, en la construcción de caminos y en la impermeabilización de estanques y depósitos de agua.

Los primeros productos que se emplearon fueron betunes naturales pero en la actualidad el uso que se hace de éstos es muy reducido y casi la totalidad de los productos bituminosos empleados en la construcción proceden de la destilación del petróleo o de carbones. Los materiales bituminosos pueden dividirse en dos grandes grupos: betunes y alquitranes. Ambos presentan una serie de propiedades análogas y de diferencias muy significativas: los dos son termoplásticos y poseen una buena adhesividad con los áridos; sin embargo, la viscosidad de los alquitranes se encuentra más afectada por las variaciones de temperatura que la de los betunes y además su envejecimiento es mucho mayor que el de éstos.

### **7.1 TIPOS DE MATERIALES BITUMINOSOS**

#### **ALQUITRAN**

Son productos bituminosos semisólidos o líquidos que se obtienen por destilación, en ausencia de aire, de sustancias orgánicas que posean materias volátiles, fundamentalmente, hulla, lignito o madera. El alquitrán más empleado en la construcción es el de hulla obtenido como subproducto en las fábricas de gas ciudad

A la palabra alquitrán debe seguir el nombre de la materia de la que procede: hulla, esquistos, madera, etc., debiendo indicarse también el proceso de fabricación. Se denomina brea al residuo fusible, semisólido o sólido, negro o marrón oscuro, que queda después de la evaporación parcial o destilación fraccionada del alquitrán o sus derivados.

El alquitrán no se obtiene como producto, sino como subproductos. Normalmente estos carbones vegetales (hulla, antracita), los calentamos para que se desprendan los hidrocarburos que guardan en su interior y entonces obtenemos el gas ciudad. Este gas va por unas tuberías, y en las tuberías encontramos un residuo viscoso que es a lo que llamamos alquitrán en bruto. Este alquitrán se le somete a un proceso de destilación, donde vamos separando aceites de distinta finura, y al final nos va a quedar

sólo la brea. Con la brea y con aceites de distintas densidades, vamos a obtener el alquitrán con el que vamos a trabajar.

Las especificaciones españolas consideran dos tipos de alquitranes, AQ y BQ, según los tipos de breas y aceites que entren en su composición. Los del tipo A contienen brea más dura y aceites más volátiles que los del tipo B. Se subdividen en subtipos, de acuerdo con la composición y viscosidad de los mismos; así p.ej., en el AQ-38, las letras indican su composición y el número la temperatura de equiviscosidad. (temperatura a la cual tienen la misma viscosidad). Se consideran los siguientes:

AQ-38 AQ-46 AQ-54 BQ-30 BQ-38 BQ-46 BQ-58 BQ-62

El análisis químico elemental de un producto bituminoso, bien sea betún o alquitrán, no indica nada sobre las propiedades de este producto; prácticamente todos los productos tienen una composición química parecida; debido a ello, para caracterizar a un producto bituminoso hay que hacerlo a través de sus propiedades físico-químicas.

## **BETUNES**

Son mezclas de hidrocarburos naturales, o pirogenados (aquellos que se han sometido a tratamientos de calor), o de sus combinaciones y que pueden ser gaseosos, líquidos, semisólidos y sólidos, solubles por completo en sulfuro de carbono. Los hay naturales y artificiales. Los betunes naturales o nativos son líquidos viscosos o compuestos sólidos constituidos por mezcla de hidrocarburos y sus derivados no metálicos. Los betunes artificiales proceden del petróleo obteniéndose por: destilación, oxidación o cracking.

### **Betunes Naturales**

Se encuentran en la naturaleza formando lagos (el de Trinidad), mezclados con arena o arcilla, y a veces impregnando rocas. Son poco abundantes y su extracción no presenta gran interés. El origen de estos betunes está en los petróleos que han subido a la superficie a través de fisuras y se han depositado allí; con el tiempo los materiales mas ligeros que lo componían se evaporaron, quedando los componentes de mayor viscosidad. Estos lagos se siguen explotando en USA y Sudamérica. Si estos betunes, los unimos a betunes artificiales, pues les confieren mejoras en cuanto a resistencias y durabilidad. A veces estos betunes impregnan rocas porosas y se las conoce como rocas asfálticas; y fueron el primer material bituminoso utilizado en pavimentación. (en Francia, Italia, País Vasco... podemos encontrar estas rocas).

### **Betunes Artificiales**

Se obtienen a partir del petróleo sometiendo al mismo, después de una destilación fraccionada a temperatura ambiente, en la que se recogen éteres y aceites ligeros, a otro proceso de destilación fraccionada en caliente y vacío para obtener aceites pesados y grasas sin que se produzca el cracking que se origina con temperaturas más altas.

Reciben el nombre de betunes asfálticos los naturales o nativos y los artificiales. Los betunes asfálticos preparados por destilación de hidrocarburos naturales se presentan como sólidos o semisólidos a la temperatura ambiente por lo que, para poder utilizarlos en obra, es preciso calentarlos a fin de reducir su viscosidad. Estos betunes se llaman también betunes de penetración ya que es el ensayo de penetración quien los caracteriza.

Las especificaciones españolas clasifican a los betunes por la penetración que dan en el ensayo normalizado de penetración, de aquí que a estos betunes se les denomine como "betunes de penetración". Las letras representan la palabra betún y los números que la siguen indican el intervalo en el cual debe estar comprendido el valor de la penetración, a 20°, expresado en décimas de milímetro. Se clasifican en los tipos: B 20/30, B 40/50, B 60/70, B 80/100, y B 150/200.

### **Asfalto**

Es un producto natural o preparado en el que el betún asfáltico está unido a materias minerales inertes.

### **Betunes fluidificados o "Cutbacks"**

Se obtienen mezclando los betunes duros con aceites ligeros (queroseno, gasolina, etc.). Tienen la ventaja de que no es preciso calentarlos para su utilización y los disolventes empleados tienen como misión únicamente favorecer la puesta en obra dado que posteriormente se eliminan durante el proceso de curado dando lugar al betún asfáltico de partida. Un paso más para favorecer la puesta en obra del betún, disminuyendo su viscosidad y para poder aplicarlo en tiempo lluvioso, con áridos húmedos e incluso con baja temperatura, consiste en emulsionarle con agua. La emulsión con agua es, por otra parte, más económica que el empleo de fracciones ligeras del petróleo que se utilizan en los cutbacks.

Las especificaciones españolas definen dos grupos de betunes fluidificados: RC (curado rápido) y MC (curado medio). Los rápidos emplean como disolvente naftas o gasolinas muy volátiles, mientras que los medios utilizan petróleo o queroseno. Dentro de estos grupos hay seis tipos con proporciones decrecientes de fluidificantes y por tanto de viscosidad creciente. Los tipos 0 tienen hasta un 50% de fluidificante, mientras que los de tipo 4 tienen solamente un 17%. Los tipos son: RC 0 RC 1 RC 2 RC 3 RC 4 RC 5 MC 0 MC 1 MC 2 MC 3 MC 4 MC 5

### **Betunes Modificados con Polímeros**

Durante las últimas décadas ha sido objeto de constante interés la modificación de los gigantes bituminosos con objeto de mejorar sus propiedades que en algunos casos resultan insuficientes para cumplir las especificaciones exigidas a estos materiales en sus numerosas aplicaciones tecnológicas. Los ligantes bituminosos son materiales termoplásticos que presentan un intervalo de plasticidad reducido, comportándose a bajas temperaturas y a temperatura moderadamente elevada como productos viscosos.

Para mejorar los ligantes se emplean los polímeros, compuestos orgánicos de elevado peso molecular formados por la repetición sucesiva de uno o varios grupos estructurales.

Cabe distinguir los siguientes grupos de polímeros:

- Termoplásticos
- Elastómeros
- Termoendurecibles

Los termoplásticos (PVC, polietileno, EVA) son macromoléculas lineales que por la acción del calor se reblandecen de forma reversible. Un nuevo enfriamiento les devuelve de nuevo sus propiedades en estado sólido.

Los elastómeros son sustancias con un comportamiento similar al caucho, existiendo dos tipos:

- Macromoléculas lineales. SBR
- Macromoléculas parcialmente tridimensionales. Caucho vulcanizado, poliisopreno, etc.

Los termoendurecibles (resina epoxi, etc....) por la acción del calor se endurecen de forma irreversible, descomponiéndose al fundir.

Además de estos tres grandes grupos de polímeros, han aparecido en el mercado hace apenas una década los elastómeros termoplásticos, que son polímeros que poseen un carácter termoplástico y además tienen propiedades elastoméricas.

## EMULSIONES BITUMINOSAS

Son mezclas de dos líquidos no miscibles, uno de los cuales se dispersa en forma de gotas muy pequeñas en el otro. Las emulsiones son mezclas íntimas de dos líquidos no miscibles, uno de los cuales se dispersa en forma de gotas muy pequeñas en el otro. Al primero se le denomina fase dispersante o discontinua y suele ser un líquido no polar, y al segundo fase continua o dispersante y suele ser un líquido polar. Se llama líquido polar al que se disuelve con más facilidad en agua que en benceno. En las emulsiones bituminosas la fase dispersante es agua y la dispersa es betún de penetración o betún fluidificado que no es más que resultado de la incorporación a un betún asfáltico, de fracciones líquidas, más o menos volátiles, procedentes de la destilación del petróleo.

Si la emulsión se deja en reposo una vez fabricada, las partículas de betún se unen y se separan del agua. Para evitar este problema se incorpora un agente emulsionante, que envuelve las partículas de la fase dispersa y evita su unión y por tanto la coagulación de la emulsión.

La función del emulsionante es triple:

- Facilitar la dispersión de las partículas de betún, con lo que se facilita la fabricación.
- Evitar la posterior aglomeración de las partículas al cargarla todas eléctricamente con la misma polaridad, haciendo así almacenable la emulsión.

-Facilitar la adhesividad a los áridos y la resistencia al desplazamiento por el agua tras la puesta en obra.

Cuando las partículas del ligante se vuelven a juntar para constituir una película continua de betún se dice que la emulsión rompe. Si la emulsión se ha fabricado a partir de un betún fluidificado, hay que conseguir que se produzca primero la rotura y después el curado (volatilización de fluidificantes).

Las emulsiones se clasifican según dos criterios fundamentales:

-Tiempo de rotura

-Carga de las partículas

Atendiendo al primero de ellos, existen tres tipos en España:

-De rotura lenta

-De rotura media

-De rotura rápida

Atendiendo al segundo, todos los países europeos tienen normalizados dos tipos de emulsiones:

-Aniónicas

-Catiónicas

Las aniónicas o básicas tienen las partículas cargadas negativamente y su PH es mayor de 7. Son las más antiguas y tienen buena adherencia con los áridos calizos que se ionizan positivamente al estar húmedos y mala adherencia con los silíceos.

Las catiónicas o ácidas tienen las partículas cargadas positivamente y su PH es menor de 7. Son de aparición más reciente, en general de rotura más rápida y tienen buena adherencia con los áridos silíceos y con la mayor parte de los calizos.

Al conjugar las dos clasificaciones precedentes se obtienen seis tipos: EAR, EAM, ECR, ECM Y ECL, (Emulsión anionica/cationica lenta/media/rápida).

Además, existe un tercer criterio. Este criterio establece que dentro de cada uno de los tipos de emulsiones se establecen unas diferencias basadas generalmente en la viscosidad de la emulsión, propiedad íntimamente relacionada con el contenido de ligante así como con el mayor o menor contenido de fluidificantes, e incluso con las características del betún residual, todo ello muy relacionado con el tipo de aplicación a realizar.

Fabricar una emulsión es fácil, pero si está mal hecha dicha emulsión, no será estable, es decir, se separara completamente las dos fases produciéndose la coagulación o rotura de la emulsión. La rotura debe producirse al ponerse en obra, produciéndose la evaporación del agua y quedando solo el producto bituminoso envolviendo y aglomerando el árido. Si ha roto antes o debe ponerse en obra, ya que el reparto de betún no será uniforme.

Las especificaciones españolas contemplan utilizar las siglas EA ó EC según sean aniónicas o cationicas, seguidas de las letras R, M, L ó I, según sea la rotura o en caso de la I cuando se trate de emulsiones de imprimación.

-En el caso de las emulsiones, tanto aniónicas como cationicas de roturas rápida y lenta, después de las siglas se encuentra un número que puede ser 0, 1, 2 ó 3 que es un indicador del contenido de betún residual, siendo creciente este contenido desde el 43% correspondiente a los tipo 0 hasta el 66% de la ECR-3 ó el 65% del EAR-2.

-No existen todas las combinaciones posibles, sino solamente las siguientes: ECR-0, ECR-1, ECR-2, ECR-3, ECL-1, ECL-2, EAR-0, EAR-1, EAR-2, EAL-1 y EAL-2.

-De rotura media solo existen dos tipos ECM y EAM.

-Las emulsiones de imprimación se denominan ECI y EAI con contenido de betún mínimo de 40%, es decir, más bajo que en los otros tipos.

-Las emulsiones de reología modificada se denominan EAR (rm) y EAM (rm) con contenidos de betún residual mínimos del 60%.

Así existen a modo de ejemplo:

EAR 0: emulsión aniónica de rotura rápida con un contenido mínimo de betún del 45%.

EAR 1: emulsión aniónica de rotura rápida con un contenido mínimo de betún del 60%

ECR 2: emulsión catiónica de rotura rápida con un contenido mínimo de betún del 62%

Etc...

### **Emulsiones Espaciales para Imprimación**

España tiene normalizadas dos emulsiones especiales para imprimaciones denominadas EAI y ECI, para sustituir en dicha aplicación a los betunes fluidificados o a las propias emulsiones (ECR-1 generalmente). El objetivo al normalizar estas emulsiones es evitar la utilización de emulsiones de rotura rápida o demasiado viscosas. El contenido de betún residual mínimo es el 40%, un valor bajo y se exige que el contenido de fluidificante este comprendido entre el 5 y el 15%. Todo esto se traduce en una mayor facilidad para conseguir que la penetración en la capa no bituminosa sea la más adecuada, al ser las emulsiones menos viscosas y tener una velocidad de rotura lenta.

### **Emulsiones de Reología modificada EAR (rm) y EAM (rm)**

Se denomina así a un tipo de emulsiones de naturaleza aniónica, fabricadas con emulgentes específicos que en determinada cantidad pasan a formar parte del ligante residual de las mismas, modificando sensiblemente el comportamiento reológico del betún de partida, al actuar el emulgente sobre los hidrocarburos del mismo. Es preciso indicar que reología es la rama de la mecánica que estudia las leyes de las deformaciones por causas tensionales a lo largo del tiempo. Un betún de penetración, al transformarse en una emulsión modificada experimenta una variación en su reología.

- Hay que destacar la variación del índice de penetración que alcanza valores francamente positivos, lo que indica una baja susceptibilidad térmica.
- En el ensayo del flotador se aprecia que su consistencia ha aumentado.
- Por otra parte, puede apreciarse también que su comportamiento a elevadas temperaturas (60°C) es mejor que el del betún base de partida, casi duplicando su viscosidad cinemática, mientras que a bajas temperaturas presenta una viscosidad notablemente disminuida, lo que es indicativo de una flexibilidad notablemente mejorada.

### **Emulsiones de Betún Modificado**

Este tipo de emulsiones de reología modificada vienen a ocupar una parcela importante en el campo de la pavimentación en frío dado que:

- Impulsan el empleo de emulsiones aniónicas, algo postergadas con la aparición de las cationicas.
- Hacen posible la realización de tratamientos superficiales económicos, pues permiten emplear áridos con curvas granulométricas notan bien conseguidas como las exigidas por el PG-3.
- Se pueden emplear áridos con un cierto porcentaje de finos ya que al tener menos viscosidad el ligante, se produce el mojado necesario árido-ligante sin que esa baja viscosidad afecte más tarde al comportamiento del tratamiento. Estos dos últimos apartados se traducen en la posibilidad de utilizar materiales locales baratos en carreteras de bajo tráfico.
- Son las emulsiones de rotura media especialmente indicados para utilizar áridos calizos para realizar mezclas en frío, incluso en el caso de que los áridos contengan un cierto porcentaje de finos (>20%), situación en la que si se emplean ECM dan lugar a los conocidos fenómenos de:

- o Rotura prematura
- o Envuelta insuficiente
- o Baja estabilidad de las mezclas.

### **MEZCLAS BITUMINOSAS-AGLOMERADOS**

Se definen como mezclas bituminosas a aquellas que están constituidas por un ligante que en película continua envuelve todas las partículas minerales de un árido con granulometría cualquiera.

**-Mastic bituminoso**

**-Morteros.**

**-Lechadas bituminosas**

### **Mastic Bituminoso**

Filler y betún aunque puede tener partículas gruesas que no forman esqueleto mineral al no estar en contacto entre sí.

La resistencia a la deformación se basa en la viscosidad de masa del conjunto filler-betún a temperatura ambiente. Si se calientan se puede verter y trabajar con llana. A veces se le añade gravilla 9-12 para abaratar sin que forme esqueleto y se llama asfalto fundido. Al incorporarse filler se hace más viscoso y por lo tanto más resistente.

### **Mortero Bituminoso en Caliente**

Filler, arena y betún blando (o fluidificado).

Huecos = 6 al 12%

Filler = 3 al 10%

Betún = 6 al 10%

A veces se añaden aditivos para mejorar la adhesividad árido ligante. Inicialmente permeables, pero luego disminuye el contenido en huecos y pasan a ser impermeables. Flexibles, buena resistencia a fatiga, duraderos, textura microrrugosa (bajo nivel sonoro), elevada capacidad de autorreparación. Bajo coeficiente de resistencia al deslizamiento, lo que hace que solo se puedan utilizar en vías de baja velocidad. Cohesión insuficiente.

Se emplean en:

- Impermeabilización y rejuvenecimiento superficial
- Tratamiento de regularización superficial
- Mejora de la adherencia rueda-pavimento.

### **Lechadas Asfálticas**

Son mezclas en frío de áridos de granulometría continua, filler y emulsión con agua de preenvuelta.

En los últimos años han pasado a usarse en carreteras de tráfico pesado debido a:

- Empleo de emulsiones de betún modificado con muy baja susceptibilidad térmica y elevada cohesión.
- Puesta a punto de nuevos emulgentes y aditivos que han hecho posible la fabricación de emulsiones catiónicas de rotura rápida pero limitada y controlada por el aditivo, importante en vías urbanas y en carreteras de elevada IMD.
- Aumento del tamaño máximo del árido hasta 9-12 mm, con lo cual se consiguen microaglomerados.
- Mejoras en los equipos de fabricación y puesta en obra, especialmente por las superficies y rastros de extendido.



Se usan en:

- Impermeabilizaciones de firmes porosos y permeables.
- Tratamientos antideslizantes
- Regularización superficial
- Algunos como los de áridos gruesos, LB-1 y LB-2 para microaglomerados en carreteras de elevada intensidad de tráfico

## **7.2 PROPIEDADES DE LOS BETUNES ASFÁLTICOS**

### **Densidad**

De 0.9 a 1.4 Kg/dm<sup>3</sup> , variando notablemente con la temperatura

### **Penetración**

Es una medida de la consistencia del producto. Se determina midiendo en décimas de mm la longitud que entra una aguja normalizada en una muestra con unas condiciones especificadas de tiempo, temperatura y carga. Esto mide si el producto es líquido, semisólido o sólido. La consistencia varía con la densidad, disminuyendo la consistencia al aumentar la densidad.

### **Viscosidad**

Resistencia de un líquido a semi-líquido a deformarse cuando está sometido a una fuerza cortante. Es consecuencia del rozamiento interno de las moléculas. En la práctica se usan sistemas que dan viscosidad como media del tiempo que tarda en fluir por un orificio una determinada cantidad de betún (Sist. Saybolt, Furos, Engler).

### **Susceptibilidad Térmica**

Es la aptitud que presenta un producto para variar su viscosidad en función de la temperatura. Los menos susceptibles son los oxidados, después los de penetración y los que más susceptibles son los alquitranes. Al enfriarse el betún duro aumenta mucho más su viscosidad. Los betunes duros (con menor penetración) son más susceptibles.

### **Ductilidad**

Se mide por el alargamiento, antes de producirse la rotura, de una probeta de material bituminoso estirada por sus extremos con una velocidad constante. Es necesario que un material bituminoso pueda alargarse sin producirse grietas, pero una ductilidad excesiva no es conveniente (produce roderas). Para un mismo material la ductilidad crece al aumentar la temperatura. Para materiales distintos, pero del mismo tipo, la ductilidad aumenta cuando la penetración aumenta o cuando la viscosidad disminuye.

### **Punto de reblandecimiento**

Es una medida de la susceptibilidad térmica. El punto de reblandecimiento aumenta cuando aumenta la densidad y la penetración disminuye. Un ensayo para su medida es el de de anillo y bola (A y B) consiste en aumentar la temperatura, midiendo cuando la bola llega al fondo del recipiente arrastrando el producto bituminoso.



Ensayo anillo y Bola

### **Índice de Penetración**

Valor que da la susceptibilidad térmica de los betunes y se obtiene de otros dos ensayos: el punto de reblandecimiento y el de penetración.

Da una idea del tipo y las características reológicas de los betunes. Según el valor obtenido:

- Betunes normales:  $> 2$ , Poca susceptibilidad térmica; cierta elasticidad
- Betunes oxidados:  $\pm 2$ , Características intermedias
- Betunes de cracking:  $< 2$ , Mayor susceptibilidad térmica, breas y alquitranes.

### **Punto de Inflamación**

Es la temperatura a la que arden los vapores del betún o alquitrán al aproximar a la superficie del material una llama de pruebas. Es interesante que este punto sea 25 o 30 °C por encima de la temperatura a la que se manipula el material.

### **Envejecimiento**

Los betunes se ponen en obra en estado plástico. Luego van endureciendo, aumenta la cohesión y crece la viscosidad y la dureza. Este fenómeno tiene lugar hasta llegar a una dureza determinada. A partir de ahí, la cohesión disminuye y el producto se vuelve frágil, muy sensible a los esfuerzos bruscamente aplicados y a las deformaciones rápidas. Esto se debe a la acción de agentes materiales con el tiempo:

- Evaporación: El material bituminoso pierde sus constituyentes volátiles. Es superficial, pero entonces los aceites de la zona interior pasan al exterior.

-Oxidación: Se combina el oxígeno con el betún y se eliminan H y C en forma de H<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub> y compuestos solubles en agua. A temperaturas bajas solo se produce en presencia de luz (fotooxidación).

### **Punto de Fragilidad de Fraas**

El ensayo se aplica a los materiales sólidos o semisólidos y consiste en someter a una película del material que recubre una placa de acero a ciclos sucesivos de flexión a temperaturas decrecientes. Se define como Punto de Fragilidad Fraas la temperatura en °C a la que, a causa de la rigidez que va adquiriendo el material, se observa la primera fisura o rotura en la superficie de la película.

## **7.3 APLICACIONES MATERIALES BITUMINOSOS**

La principal aplicación de los materiales bituminosos y a la que se destina el mayor porcentaje de su producción, se realiza en el campo de la pavimentación de carreteras, formando lo que se ha dado en denominar firmes flexibles. Otra aplicación importante, por el gran papel que desempeña en la construcción aunque no por el consumo de productos, es la impermeabilización tanto de obras hidráulicas como de edificios.

### **Pavimentos de carreteras**

Se pueden considerar las siguientes aplicaciones de productos bituminosos a firmes de carreteras: riegos sin gravilla (de imprimación, riegos de adherencia, de curado, de adherencia), riegos con gravilla, lechadas bituminosas y mezclas bituminosas en frío o en caliente.

### **Impermeabilizaciones**

Una de las aplicaciones más antiguas de los productos bituminosos ha sido la impermeabilización de obras frente al paso del agua procedente del terreno, de lluvia o contenida en depósito o tanques, así como en la protección de estructuras frente a la acción erosionante del agua en movimiento

### **Impermeabilización de edificios**

El agua puede penetrar en una construcción a través de juntas entre las piezas que forman la cubierta, a través de fisuras, por paredes batidas por las lluvias y el viento, y también las humedades pueden proceder del terreno y ascender por capilaridad en los muros o en los cimientos. La protección contra las humedades debe realizarse en la fase constructiva del edificio ya que "a posteriori" y una vez que han aparecido goteras y humedades es más difícil y aventurado realizar esta protección. La impermeabilización puede realizarse:

**En masa:** Mezclando con los demás componentes del hormigón tierra de diatomeas impregnada de asfalto o emulsiones asfálticas.

**Pinturas asfálticas:** Pinturas aplicadas en caliente de alquitrán o de betún, o pinturas aplicadas en frío de cutbacks o emulsiones. Es aplicable en superficies como: exteriores para la impermeabilización de

terrazas, tejados, azoteas, paredes medianeras y en general todas las zonas exteriores que no estén sometidas a tránsito significativo y que por su situación se precise impedir el paso del agua. Puede aplicarse sobre cualquier superficie de albañilería exterior, baldosas, cemento, fibrocemento, piedra, etc., y sobre otros materiales como, espuma de poliuretano, galvanizados, zinc, aluminio, PVC, etc.

**Membranas asfálticas prefabricadas:** Son telas orgánicas o inorgánicas saturadas de un betún fluido y recubiertas por varias capas superficiales de un betún de mayor dureza pero que tenga la suficiente flexibilidad para que las membranas puedan enrollarse y desenrollarse sin fisurarse. En muchas ocasiones se terminan en la superficie exterior o vista con una lámina de aluminio, o con un arenado



Membrana asfáltica sobre azotea



Impermeabilización muro con pintura asfáltica

### **Revestimiento e impermeabilización de canales**

En los canales se producen deterioros y fugas de agua por causas variadas como puede ser el ataque de aguas puras o con sulfatos sobre el hormigón.

Los revestimientos tienen por finalidad:

- Impermeabilizar la superficie para evitar la pérdida de agua.
- Crear una superficie resistente a la erosión que proporcione una pérdida de carga lo más reducida posible.
- Estabilizar los márgenes.

Hay dos tipos de impermeabilización de canales: uno consistente en la aplicación de hormigones asfálticos y otro en la realización de tratamientos impermeables.



### **Impermeabilización de presas de tierra y escollera**

Se reviste el paramento de aguas arriba por medio de una o dos capas de hormigón asfáltico de modo que se cree un revestimiento impermeable de unos 20 a 25 cms.

### **Sellado De Juntas en Pavimentos de Hormigón**

Los cambios dimensionales producidos en el hormigón por la retracción de fraguado y por variaciones de humedad y temperatura obligan a disponer juntas, pues si no se producen grietas. Estas deben ser impermeables. Para eso pueden usarse productos bituminosos que se adhieran perfectamente al hormigón. El material será dúctil y duradero.

Material de relleno: madera, corcho, caucho y materiales bituminosos como láminas prefabricadas de punto de reblandecimiento alto con arena y polvo de lana de vidrio

### **Estabilización de Suelos Granulares o Cohesivos**

Es una operación encaminada a mejorar la estabilidad de los suelos para proporcionar calidad a la explanada o capas de subbase. Mejorar su estabilidad supone disminuir su deformabilidad ante una carga o cargas repetidas, bajo cualquier condición exterior de humedad, temperatura, etc.

La estabilización con ligantes bituminosos no se desarrollo hasta que no se obtuvieron tipos de ligantes capaces de mezclarse de manera adecuada con los suelos. 90

Los ligantes deben ser tales que a temperatura ambiente tengan una viscosidad suficientemente baja como para poder mezclarse con los finos del suelo por abundantes que sean, y que además en un corto espacio de tiempo puedan proporcionar al suelo la estabilidad e impermeabilidad suficiente. Los ligantes que cumplen estas condiciones son los betunes fluidificados poco viscosos, los alquitranes ricos en aceites y de manera muy especial las emulsiones bituminosas de rotura media y lenta e incluso con muy pocos finos las de rotura rápida.

Los suelos que se pueden estabilizar constituyen una amplísima gama:

- Cuando tengan pocos finos el mecanismo de estabilización se consigue ejecutando una mezcla asfáltica.
- Cuando tengan muchos finos, se busca que el ligante los impermeabilice y de cohesión.

ALBERTO VILLARINO OTERO