Pavimentos - T 138

ELABORACION Y CONTROL DE CALIDAD DE EMULSIONES ASFALTICAS

Cecilia SOENGAS
Christian PIERMARIA
Oscar REBOLLO
Gerardo BOTASSO

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata.

ARGENTINA

“ELABORACION Y CONTROL DE CALIDAD DE EMULSIONES ASFALTICAS”

Cecilia Soengas [(1)], Christian Piermaria [(2)], Oscar Rebollo[(3)] , Gerardo Botasso[(4)]

(1) Responsable Área de Materiales Viales del LEMaC.
(2) Integrante del Área de Materiales Viales del LEMaC.
(3) Integrante del Área de Materiales Viales del LEMaC
(4) Director del LEMaC.
LEMaC Centro de Investigación Vial. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata. La Plata, Prov. de Bs. As., Argentina.

RESUMEN

El presente trabajo arriba la problemática del diseño de emulsiones asfálticas en laboratorio, a fin de luego producirlas a escala industrial.

Se recorre la actual norma de emulsiones convencionales catiónicas, a fin de observar los tipos de emulsiones que hoy el mercado demanda.

Se plantea la necesidad de diseñar la emulsión en función del tipo de material al que va a ser incorporada y al diseño final en la obra vial.

La necesidad de caracterización petrográfica de los áridos se ve como una herramienta para evaluar la acidez de los mismos y su afinidad con los diferentes tipos de emulsivos.

Luego de la consideración del tipo de árido, su fineza y demás propiedades, se jerarquiza el destino final dentro de la obra vial.

De esta forma se explicitará la discusión en la formulación misma de la emulsión. Tipos de emulsificantes, pH, proporciones a utilizar, etc.

También sobre los factores externos a la formulación tales como presentaciones comerciales de los productos, energía de mezclado, temperatura de producción.

A partir de aquí para garantizar la calidad de las mismas, se establece con la normativa y la experiencia del grupo de trabajo los requerimientos para un adecuado control de calidad que garantice la eficiencia de la emulsión hasta a ser aplicada en la obra.

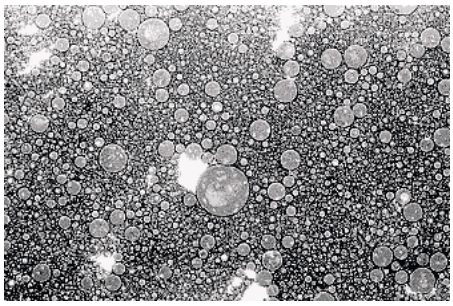
1. INTRODUCCION

La emulsión asfáltica es un material constituido por un ligante hidrocarbonado; éste se ve sometido en el proceso de fabricación a esfuerzos de laminación y cizalla hasta conseguir que se establezca una dispersión del ligante en el medio acuoso.

Desde el punto de vista fisicoquímico, una emulsión es una dispersión de ligante asfáltico en un medio acuoso. Constituyen la solución lógica y natural para poner en obra ligantes asfálticos a temperatura ambiente sin miedo a la presencia de humedad ni a los problemas que produce una mala adhesividad con los áridos.

El emulsificante o emulgente (agente activo de superficie), es una sustancia capaz de disminuir la tensión superficial entre dos fases o superficies, favoreciendo un mejor contacto entre ellas.

El ligante asfáltico es por su naturaleza hidrófobo (repulsión al agua) y en una emulsión asfáltica, al chocar las partículas de betún, se unirían dando lugar a otras con tamaño más grande, lo que provocaría la separación del ligante asfáltico y del agua en dos fases. En la figura Nº 1 se puede apreciar la dispersión.



Dispersión de los glóbulos
Figura Nº 1

Para evitar la coalescencia de las partículas de ligante asfáltico y conseguir una buena estabilidad de la emulsión, es necesario que en la fabricación existan productos que eviten esto; para ello es que se adiciona lo que se denominan emulsionantes o emulsificantes.

Para poder clasificar a las emulsiones resulta conveniente dar a conocer las propiedades de sus constituyentes y su intervención en la misma.

Para que una emulsión posea una estabilidad mínima en el tiempo, lo que condiciona su empleo, es que contenga uno o varios tensioactivos o agentes tensoactivos. Estos son: *"compuestos químicos que presentan una actividad superficial que cuando se disuelven en un líquido, en particular en agua, reducen su tensión superficial"*.

La acción del emulsificante se puede interpretar teniendo en cuenta una característica que es común a todos los tensioactivos: Las moléculas tienen un extremo que manifiesta afinidad por el agua, y una larga cadena hidrocarbonada que (por su naturaleza orgánica) es afín con el asfalto.

Al ponerse en íntimo contacto las fases agua y asfalto en el molino coloidal (donde se produce el efecto de cizalla para la mezcla) las moléculas del emulsificante se orientan en la interfase, creándose una capa monomolecular orientada.

Si el emulsificante es de tipo iónico (aniónico o catiónico), los glóbulos están cargados eléctricamente en su superficie. Siendo esta carga del mismo signo para todos los glóbulos, la repulsión electrostática contribuye a impedir que los glóbulos se unan entre sí. La carga eléctrica es entonces un factor adicional de estabilización.

Existen muchos compuestos naturales, sobre todo los que son productos de la síntesis química, que responden a estos criterios. A estos los denominamos emulsionantes o emulsificantes, a continuación se detallan.

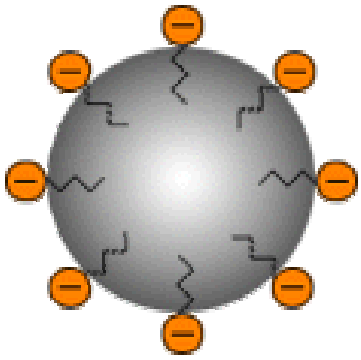
2. EMULSIFICANTES

Teniendo en cuenta la definición de los emulsificantes, se pueden clasificar y hacer referencia según su carácter iónico en:

- Emulsionantes aniónicos
- Emulsionantes catiónicos
- Emulsionantes anfólitos
- Emulsionantes no iónicos

En la fabricación de emulsiones asfálticas los emulsionantes utilizados son los aniónicos y los catiónicos, en la nueva normativa existen las no iónicas. Se describirán las propiedades los más utilizados, los aniónicos y catiónicos.

a) Emulsificantes aniónicos: Se trata de tensoactivos "que se ionizan en solución acuosa para dar origen a iones orgánicos cargados negativamente, que son los responsables de la actividad superficial. En la Figura Nº 2 se esquematiza la orientación de los glóbulos del ligante. Entre los emulsificantes aniónicos se encuentran:



Orientación del emulsificante en el glóbulo del ligante
Figura Nº 2

- Sales alcalinas de ácidos grasos
- Sales Metálicas de ácidos grasos
- Sales de base orgánica y de ácidos grasos

Las más utilizadas son las sales alcalinas de ácidos grasos.

b) Emulsificantes catiónicos: Son los tensoactivos que se ionizan en solución acuosa y que originan los iones orgánicos cargados positivamente responsables de la actividad superficial. Los tensoactivos más utilizados son:

- Alquilaminas
- Alquilamidoaminas
- Hetericloclos nitrogenados de tipo imidazolina

Estos reaccionan solos o en asociación y deben estar en forma de sales.
Durante la fabricación de la emulsión, los cationes son adsorbidos por los glóbulos asfálticos, la parte lipófila (afinidad por el agua) se vuelve hacia el interior y el radical NH_3^+ se sitúa en la interfase cemento asfáltico / agua. Los aniones permanecen en el agua y los glóbulos de betún están cargados positivamente por la acumulación de grupos NH_3^+ en la periferia.
Este hecho asegura, por un lado la estabilidad de la emulsión, por repulsión electrostática y por otro una buena afinidad del glóbulo de betún frente a las superficies minerales cargadas negativamente.
Se ve que al tomar contacto el ligante asfáltico con el agua y el emulgente en el molino y como consecuencia de la energía entregada en éste, el asfalto se dispersa en forma de glóbulos que son mantenidos estables por la acción del emulsificante, y cuyos diámetros no superan los 25 micrones aproximadamente; la mayoría de ellos son inferiores a 10 micrones.
El tamaño de las partículas de la emulsión es función del emulsificante, de la energía mecánica aplicada en el momento de la fabricación, de la naturaleza y cantidad de ligante y de las condiciones hidrodinámicas en las que se efectúa el proceso de emulsificación.
De su dispersión dependen directa o indirectamente la estabilidad al almacenamiento, la viscosidad, reactividad y adhesividad, propiedades importantísimas de las emulsiones asfálticas. La distribución del tamaño de partículas condiciona las propiedades antes mencionadas.

A mayor concentración de emulsificante menor será el tamaño de las partículas.

Una vez que las partículas están formadas, en el proceso de fabricación, se deberán estabilizar (entre ellas) y evitar coalescerse dentro del molino coloidal y fuera de éste. El emulsificante adsorbido por las partículas posee una repulsión eléctrica entre ellas (como una barrera). Si esta barrera es vencida, las partículas floculan entre sí produciendo grumos lo cual afecta a la coalescencia. La floculación y la coalescencia pueden ocurrir también por contacto con minerales (etapas importantes en el rompimiento y curado de la emulsión).

Cuando el glóbulo de asfalto, por la presencia del emulsificante en su superficie, adquiere **carga positiva**, **la emulsión es catiónica** (por equipo de electrólisis se puede determinar ya que existe concentración en el electrodo NEGATIVO, CÁTODO).

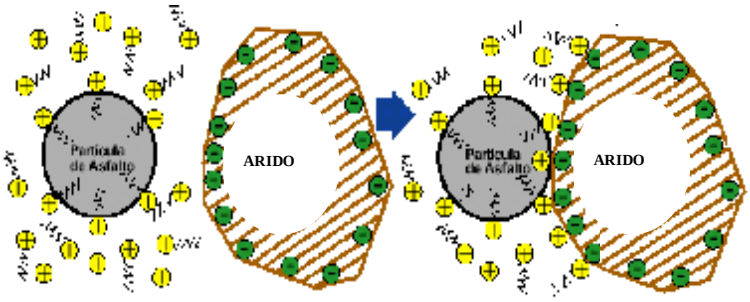
Si la **carga del glóbulo es negativa**, se está en presencia de una **emulsión aniónica** y en el equipo de electrólisis la concentración se producirá en el electrodo POSITIVO, ÁNODO.

Como ejemplo, para formular una emulsión catiónica rápida el porcentaje de emulsificante puede varias entre 0.15 a 0.3 (del porcentaje de ligante) obteniendo un pH entre 2 y 4, si se utilizada una diamina grasa. Para la formulación de una emulsión media, el porcentaje de emulsivo varía entre 0.5 a 0.8, su pH será variable entre 1.5 a 4 utilizando la misma diamina grasa.

3. ROTURA DE LA EMULSIÓN

En forma simplificada y sencilla se puede definir que una emulsión rompe, cuando ésta se pone en contacto con un agregado pétreo, iniciándose la separación del asfalto del agua y el recubrimiento del agregado pétreo con una película del mismo. El agua debe entonces, liberarse y finalmente evaporarse. En la figura Nº 3 se esquematiza el proceso.

En el momento del contacto entre la emulsión y la superficie mineral se establece una competencia sobre la superficie mineral, entre la capacidad de adsorción del emulsificante libre de la emulsión y la capacidad de adsorción del emulsificante en la interfase agua / cemento asfáltico de las partículas



Proceso inicial del rompimiento de una emulsión
Figura Nº 3

de cemento asfáltico.
La adsorción de estas partículas de cemento asfáltico conduce a una reacción de heterofloculación sobre la superficie mineral que suele conducir a la rotura.
El ligante asfáltico depositado tendrá, prácticamente, las mismas propiedades que si hubiera sido aplicado en caliente o por medio de un solvente de petróleo, resultando el espesor de la película menor que en los otros casos.
El emulsificante juega un rol fundamental en la velocidad de rotura de las emulsiones, ya que no todas rompen con la misma velocidad. Son fundamentales en este proceso: la composición química y el porcentaje de emulsificante en la dosificación de la emulsión.
La velocidad, en el proceso de rotura, nos define la estabilidad a través del tiempo, entiéndase almacenamiento, manipuleo, transporte y colocación, y la clasificación de las emulsiones.
Por todo lo expuesto se puede clasificar a las emulsiones de acuerdo al emulsificante en:

Emulsiones Aniónicas de rotura

- Rápida
- Media
- Lenta y

Emulsiones Catiónicas de rotura

- Rápida
- Media
- Lenta
- Superestables
- De Imprimación
- De Rotura Controlada (especiales)
- Reciclado en Frío

El emulsificante no es el único factor que interviene en el rompimiento de la emulsión pero sí uno de los más importantes. Influyen también el pH de la emulsión, la distribución del tamaño de los glóbulos y la presencia de aditivos. Además se tienen factores dependientes de los agregados como porcentajes de finos, equivalente arena, grado de humedad, presencia de filler, y factores externos como temperatura y humedad ambiente, vientos fuertes, energía de mezclado, etc.

Todas estas consideraciones hacen al punto central, el cual es encontrar el par árido - emulsión más conveniente para un determinado proyecto, variando la naturaleza y/o porcentaje de emulsificante, el pH de la emulsión o la incorporación de aditivos de distinta naturaleza y función.

Existen dos procesos fundamentales de corte o rotura de la emulsión sobre el material pétreo para que se produzca la separación de fases y la formación de la película de cemento asfáltico sobre el mineral:

- **la evaporación de agua**
- **la reacción fisicoquímica entre el emulsificante y la superficie del pétreo**

Ambos procesos son simultáneos en las emulsiones, pero, mientras que en las catiónicas prevalece la reacción fisicoquímica, en las aniónicas el proceso principal es el de evaporación de agua. Además el mecanismo fisicoquímico depende del clima en menor medida que de la evaporación.

4. AFINIDAD CON LOS ARIDOS

Dadas las características de las emulsiones asfálticas, será necesario evaluar su afinidad con el árido de obra, para lo cual, tengamos presente:

Emulsiones aniónicas: Presentan una buena adhesividad y resistencia al desplazamiento frente a los áridos calizos pero no así frente a los áridos silíceos. La rotura aquí se produce por evaporación del agua, con lo que la velocidad está muy relacionada por las condiciones climáticas.

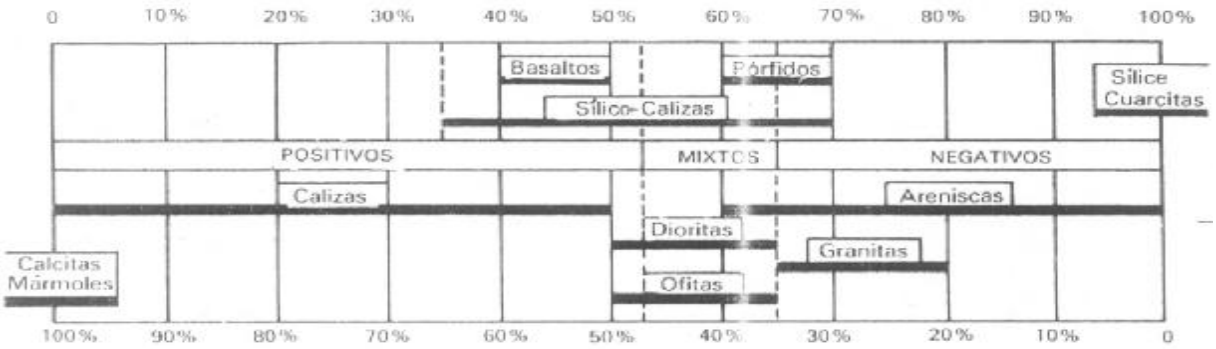
Emulsión Catiónica: Aquí la rotura es mucho más rápida ya que se produce tanto por evaporación como químicamente, al atraerse (químicamente) las miscelas de betún ionizadas con la superficie del árido también ionizada. Presentan buena adhesividad con los áridos silíceos y con la mayor parte de los calizos ya que en este caso existe un ataque previo, del ácido disuelto en el agua de la fase acuosa, con la caliza del árido que facilita la adherencia posterior de las miscelas de betún.

En el diseño de toda mezcla asfáltica hay dos componentes fundamentales: el agregado pétreo y el ligante asfáltico. Los áridos locales se deben aprovechar al máximo; esto se basa en el hecho de que el pétreo es el componente mayoritario de toda mezcla (90 - 95%), de modo que será económicamente ventajoso transportar la emulsión en lugar de hacerlo con los áridos. Este

hecho no desconoce que existen zonas con agregados pétreos que no cuentan con condiciones mínimas para el uso vial, se realizará entonces el transporte de la totalidad o parte de los agregados pétreos.

En la actualidad se considera más racional adaptar la emulsión asfáltica al agregado, y no a la inversa. Es tarea del proyectista seleccionar, de entre las emulsiones que ofrece el mercado, la que mejor se adapte a las características del áridos elegido.

El paso fundamental de decidir entre una emulsión aniónica y una catiónica, está fuertemente influenciado por la muy conocida clasificación de los agregados. Ésta se basa en los contenidos porcentuales de sílice y de óxido alcalino y alcalino – térreos. En la figura Nº 4 se identifica el cuadro planteado por Bellanger y Duriez.



SiO_2 > 66 % Material agregado ácido. NEGATIVO.
SiO_2 entre 55 y 66 % Material agregado NEUTRO.
SiO_2 < 55 % Material agregado básico. POSITIVO.

Contenido de óxidos alcalinos o alcalino térreos
Figura Nº 4

La experiencia ha demostrado que mientras las emulsiones aniónicas deben limitarse en su uso a agregados definitivamente calcáreos, las catiónicas exhiben un comportamiento satisfactorio con la mayoría de los agregados. Esto está indudablemente relacionado con la propiedad de las emulsiones catiónicas de absorberse sobre la superficie de los agregados.

Es así como, de acuerdo a antecedentes nacionales y extranjeros, resulta aconsejable dar prioridad a una emulsión catiónica frente a una aniónica, aún tratándose de agregados netamente calcáreos.

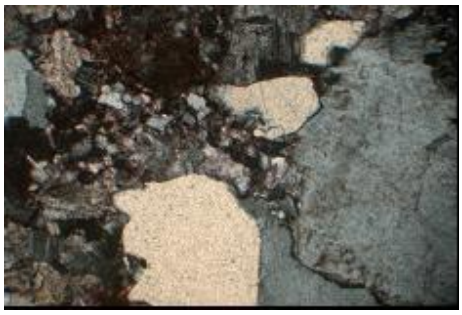
El requerimiento de lograr la ruptura de la emulsión, una vez recubierto el material en un lapso relativamente breve, dando lugar a un rápido desarrollo de cohesión, es más fácilmente

satisfecho por las emulsiones catiónicas, donde la rotura se inicia apenas las miscelas de asfalto emulsionado entran en contacto con el pétreo. La liberación de agua, y el desarrollo de cohesión se producen con mayor velocidad y son afectados en mucho menor medida por las condiciones climáticas. La liberación de agua es un hecho que hace claramente perceptible a la rotura de la emulsión. El desarrollo de la cohesión es una etapa caracterizada por un aumento de viscosidad del film que cubre las partículas minerales, debido a la progresiva transformación de la emulsión en cemento asfáltico. Dicho aumento de viscosidad se produce a diferente velocidad según de que tipo de emulsión catiónica se trate.

En el mercado existen emulsificantes de muy variadas composiciones, consiguiéndose así, para un pétreo dado, una gama de velocidades de absorción y, consecuentemente, de tiempos de rotura. Para evaluar la compatibilidad de los áridos, se ve necesario conocer profundamente las características mineralógicas de los mismos. Es por ello que se recomienda realizar un análisis petrográfico de los áridos ya que es una herramienta fundamental para luego formular la emulsión.

A modo de ejemplo, en la Figura Nº 5 se ilustra la información correspondiente que se obtiene mediante la utilización de petrofotografía en cortes delgados.

La metodología utilizada es: Petrografía óptica estándar, con utilización de microscopio de polarización (Leight) en corte delgado de 15 micrones de espesor, montado sobre resina epoxy; se utilizaron objetivos de x4 y x10.



Fotografía óptica
Figura Nº 4

Se observa cuarzo mono y policristalino (en forma de pavimento diseminado); cristales de feldepasto potásico (microclino) de coloración grisácea muy uniforme, con cierto grado de alteración; cristal de plagioclasa en la parte superior de la foto. En la Tabla Nº 1 se expresan los porcentajes de los distintos elementos que componen el agregado:

Muestra	Cuarzo (%)	Feldespato Potásico (%)	Plaglioclasa (%)	Otros (%)	Clasificación
Granito Rojo	43.3	41.0	10.7	5	**Granito Feldespático**

Tabla Nº 1: Porcentajes obtenidos del análisis petrográfico

Una vez confirmado que una dada emulsión es capaz de mezclar y/o recubrir el pétreo de obra, debe ser verificado el comportamiento en el tiempo de la película asfáltica, o sea su adherencia pasiva.

No existe un ensayo universalmente aceptado para decir o comparar adherencia asfalto - árido. Los métodos disponibles tienen fundamentos muy variados, desde someter a la mezcla a la acción del agua a temperatura ambiente en forma estática, hasta aplicar un tiempo determinado de ebullición con agua o solución acuosa de alguna sal a una mezcla curada. Algunos introducen factores externos que pretenden introducir la acción del tráfico. En la medida que se desarrollen métodos que produzcan fielmente las condiciones más severas a las que se verá sometido el pavimento asfáltico, los métodos ganarán aceptación. Los procedimientos que se pongan en práctica deberían tender a hacer desaparecer los factores de subjetividad, por ejemplo evaluación visual de un recubrimiento o la no representabilidad, mezclado manual, áridos estándar, etc. En el LEMaC, Centro de Investigaciones Viales se utiliza el método del Test de Lottman manifestando para tal fin.

5. FABRICACIÓN

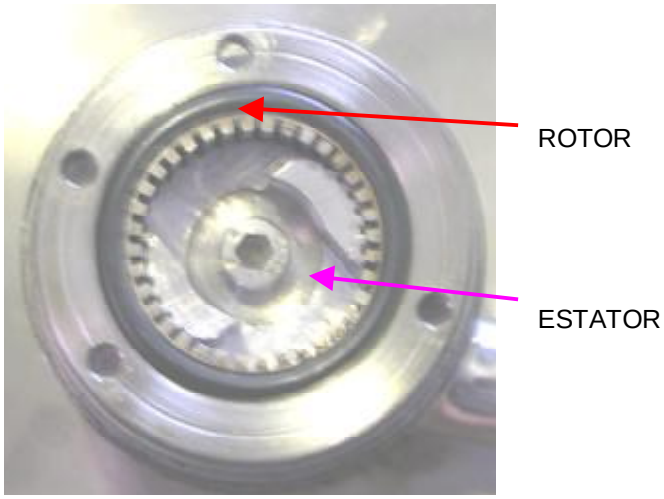
Las emulsiones bituminosas se fabrican en instalaciones o plantas las cuales cuentan con el equipamiento necesario para producir la dispersión del ligante asfáltico en el agua. La calidad del producto depende de unos pocos elementos mecánicos que son relativamente independientes de las producciones de la planta. Estos elementos son:

- Sistemas de almacenamiento de las materias primas (ligantes, fluidificantes, aditivos, etc.).
- Sistemas de calentamiento, alimentación y transporte del ligante y el agua.
- Sistemas de fabricación compuestos por homogeinizadores, difusores y molino coloidal.

La dispersión, en la práctica, se puede lograr por medio de dos procesos, que tienen como pieza fundamental un “Molino Coloidal”.
A continuación haremos una breve reseña de un equipo de laboratorio, cuyo principio básico de funcionamiento, no difiere en gran medida del concepto general usado para garantizar el proceso de fabricación en planta.

Molino coloidal

El principio básico consiste en la acción que produce un rotor estriado al girar entre 3000 a 3600 RPM contra un estator fijo también estriado, siendo sometido el producto a procesos fuertes de acciones de corte y cizallamiento. El producto a ser dispersado o emulsionado puede ser alimentado por gravedad o inyectado bajo presión. La distancia entre rotor y estator se puede regular a la milésima, normalmente hasta 125 milésimas de pulgada para asegurar que la formación de las partículas esté en el rango antes mencionado.
Una vez que el producto llega al rotor, este lo empuja, debido a la fuerza centrífuga, hacia la periferia y hacia abajo, donde se encuentra la distancia entre el rotor y el estator. Llegado a este punto el producto está sujeto a fuerzas muy grandes llamadas corrientes de HEDI. Estas imparten fuerzas de corte de mayor magnitud que las fuerzas de tensión superficial que son las que mantienen el producto como un todo.
El producto sigue la trayectoria de las fuerzas de corte y finalmente llega a un área abierta. El molino cuenta con una apertura adecuada para este fin.
El corazón de un molino coloidal es el conjunto rotor/estator. Se considera el mejor diseño, el que cuenta con superficies muy tersas y maquinadas, ya que este diseño es el único que garantiza que el producto pasará a través de una sección uniforme y que estará sujeto al máximo de las fuerzas de corte. Por tal motivo el rotor es estriado girando contra un estator fijo también estriado.
La distancia entre el rotor y el estator, en un buen diseño, deberá ser pasible de ser incrementada, disminuida o mantenida en pocos segundos, aun cuando el molino esté en operación (rotor girando). No deberá ser necesario el uso de herramientas. La forma más adecuada deberá ser la de liberar una rueda manual la que al girar permita establecer la distancia desde 125 milésimas hasta 1 milésima de pulgada.
En la Fotografía Nº 1 se pueden apreciar los componentes antes descriptos.



Fotografía Nº 1: Visualización del rotor y el estator del molino de laborartorio

Un buen diseño de Molino coloidal deberá incluir capacidad de enfriamiento o calentamiento del producto tanto en el rotor como en la descarga. Se recomienda que el producto nunca pase los 150 ºC.

El mismo debe estar diseñado de tal forma que todas sus áreas estén en contacto íntimo con el producto y deben ser de acero inoxidable. Esto garantiza que con una simple recirculación de un líquido solvente, el molino pueda quedar limpio fácilmente para su posterior uso.

También el diseño del molino debe ser tal que todas las partes en contacto con el producto puedan ser abiertas y expuestas en menos de un minuto.

Es recomendable que los molinos puedan ser convertidos para trabajar en forma continua, por lo cual debe ser posible retirar el cono de entrada y poder conectar una tubería. Asimismo, debe ser posible retirar la descarga normal y poder instalar una tubería de salida del producto. Podrá ser posible la alimentación del molino ya sea por gravedad o por presión mediante una bomba hidráulica adecuada.

En la Fotografías Nº 2 y 3, se aprecia el molino de laboratorio con el que cuenta el LEMaC, Centro de Investigaciones Viales.

Fotografía 2 y 3: Molino de Laboratorio

Para la realización de una emulsión en laboratorio se debe tener en cuenta que la solución jabonosa (agua, emulsificante y ácido) debe prepararse en un dispositivo tal donde podamos medir el pH y las temperaturas inicial y final de la misma. Luego los componentes se introducen por el embudo del molino coloidal obteniendo, por la descarga del mismo, la emulsión deseada. Una vez fabricada la emulsión, se la somete a los ensayos previstos por la norma IRAM 6691/06.

6. CONCLUSIONES

- La formulación de emulsiones asfálticas es posible realizarlas a escala de laboratorio, teniendo en cuenta las propiedades de sus componentes.
- Para definir una emulsión, es necesario conocer las propiedades del árido que será utilizado en obra al igual que su aplicación. No es lo mismo formular una emulsión para un tratamiento superficial que para una lechada asfáltica ya que los áridos tendrán distintas características físicas.
- Para especificar las propiedades del árido, es necesario realizar un análisis petrográfico que describa las características mineralógicas del mismo para poder formular la emulsión teniendo en cuenta su afinidad con el árido.

- No solo el árido es el importante en la formulación de una emulsión, se debe tener en cuenta el lugar geográfico donde se aplicará ya que uno de los factores fundamentales para el corte de la emulsión es el clima.
- Es posible diseñar emulsiones asfálticas, adaptadas a los agregados disponibles, y con el empleo de laboratorios a escala que fácilmente pueden ser encomendados por empresas contratistas.

7. BIBLIOGRAFIA

- Las emulsiones asfálticas en las construcciones viales. Autoras: Ing. Eleonora Musuarana y Lic. Susana Sanchéz de Rosasco. Edición 1985.
- Ligantes, emulsiones tradicionales y modificadas. Autor: Juan José Potti. Jornadas chileno españolas del Asfalto.
- Tratado de estabilización y reciclado de capas de firmes con emulsión asfáltica. Autor: Juan Antonio Fernandez del Campo. Edición 1998.
- Emulsiones asfálticas. Ministerio del acondicionamiento del territorio, del equipamiento y de los transportes. Francia.
- Valoración de agregados pétreos argentinos para su utilización en mezclas asfálticas. Autores: Ing. H. Poncino, Ing. M. Pagola, Ing. M. Benzaquen; Ing. R. Andreoni; Ing. R. Tello; Ing. W. Tchain y Lic. M. Ruiz. XXXI Reunión del Asfalto.
- Norma IRAM 6691/06 - Emulsiones asfálticas catiónicas convencionales Clasificación y requisitos.
- Curso de Especialización de gigantes y mezclas asfálticas. Autores: Mg. Ing. Gerardo Botasoo; Sr. Jorge Sota; Ing. Adrián Cuattrocchio; Ing. Cecilia Soengas; Tec. Oscar Rebollo. Octubre de 2008