

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE
GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**“BIODIÉSEL COMO MEMBRANA IMPERMEABLE PARA
CURADO EN SUPERFICIES DE CONCRETO”**

José Rodrigo Pinto Salguero
Trabajo de graduación presentado para optar
al grado académico de Ingeniero Civil

Guatemala
2007

**“BIODIÉSEL COMO MEMBRANA IMPERMEABLE PARA
CURADO EN SUPERFICIES DE CONCRETO”**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE
GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**“BIODIÉSEL COMO MEMBRANA IMPERMEABLE PARA
CURADO EN SUPERFICIES DE CONCRETO”**

José Rodrigo Pinto Salguero
Trabajo de graduación presentado para optar
al grado académico de Ingeniero Civil

Guatemala
2007

RESUMEN

El curado es una parte muy importante en el proceso de diseño y producción de concreto por lo que se deben tomar las medidas necesarias para que el curado se realice de la forma adecuada, lo cual va a permitir obtener las características y resistencias para las cuales fue diseñado el concreto.

En este trabajo se propone el uso de Biodiésel como un curador formador de una membrana impermeable que no permite el escape del agua en la mezcla de concreto, logrando de esta manera el curado adecuado.

Para probar esto se realizó la prueba de laboratorio ASTM C-156 la cual muestra la capacidad de retención de agua de un producto. Ésta demostró, al ser comparada con un curador de marca, que en efecto el Biodiésel puede ser utilizado como membrana impermeable para el curado de concreto.

La utilización del Biodiésel como curador le da otro uso a este producto que cada día es más común. De este trabajo se puede concluir que existe otro uso para el combustible Biodiésel.

ÍNDICE

	Página
Resumen.....	vi
Resumen de tablas.....	ix
Lista de gráficas.....	ix
Lista de imágenes.....	ix
 Capítulos	
I. Introducción.....	1
II. Objetivos.....	2
A. Generales.....	2
B. Específicos.....	2
III. Marco teórico.....	3
A. Aspectos generales del curado de concreto.....	3
1. Importancias del curado de concreto.....	3
2. ¿Por qué es necesario curar y sellar el concreto?.....	4
3. Normas de ACI para el curado de concreto y Normas de ASTM para los curadores de concreto.....	5
4. Curado y sellado del concreto.....	7
B. Las características climáticas de curado de concreto en Guatemala.....	8
1. Importancia de los factores climáticos en el curado del concreto.....	8
2. Zonas de temperatura.....	9
3. Zonas de exposición a rayos solares.....	10

4. Zonas de viento.....	11
5. Resumen de las características climáticas de Guatemala...	12
C. Aspectos generales del Biodiésel.....	12
1. ¿Qué es el Biodiésel?.....	12
2. ¿Cómo se produce el Biodiésel?.....	14
3. Características ambientales del Biodiésel.....	15
4. Costos del Biodiésel.....	16
5. Costos del Antisol.....	17
IV. Pruebas de laboratorio.....	18
A. Prueba ASTM C-156.....	18
B. Aparatos y materiales.....	18
C. Procedimiento.....	21
D. Datos.....	29
E. Interpretación de resultados.....	34
V. Conclusiones y recomendaciones.....	35
VI. Referencias bibliográficas.....	37
VII. Anexos.....	38

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página:
1.Tabla A. Datos obtenidos en el laboratorio.....	40
2.Tabla B. Resultados de datos en el laboratorio.....	41

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica:	
1. Zonas de temperatura.....	12
2. Zonas de exposición a rayos solares.....	13
3. Zonas de viento.....	14
4. Pérdida de masa Biodiésel.....	37
5. Pérdida de masa Antisol.....	38
6. Pérdida de masa control.....	39
7. Pérdida neta de masa.....	40
8. Pérdida de masa por espécimen.....	41

LISTA DE IMÁGENES

Imágenes:	
1. Información de cabina.....	25
2. Concreto Mixto Listo.....	26
3. Sellador Sikaflex.....	26
4. Curador Antisol blanco.....	26
5. Biodiésel.....	27
6. Molde con sellador aplicado.....	28
7. Los tres moldes sellados.....	29
8. Preparación de mezcla.....	30
9. Compactado de concreto.....	31
10. Ingreso a cabina.....	32
11. Especimen con aplicación de sellador y curador.....	33
12. Aplicación de curador.....	34
13. Segundo ingreso a cabina.....	35
14. Superficie con aplicación de Biodiésel.....	36
15. Superficie con aplicación de Antisol.....	36

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo consiste en realizar una prueba mostrando que el Biodiésel se puede utilizar como una membrana impermeable para curado de concreto. Para esto se realizara la prueba de laboratorio de ASTM C-156 que dará como resultado la capacidad de retención de agua para el Biodiésel y para un curador utilizado en el mercado nacional, para luego poder obtener una comparación entre ambos.

Como parte importante del proceso de diseño y producción del concreto se encuentra el curado del concreto, el cual consiste en la retención adecuada del agua en la mezcla de concreto durante un periodo determinado. Para favorecer este proceso existen curadores de concreto capaces de retener el agua en el mismo por medio de una membrana impermeable que cumple la función de impedir su escape.

Las condiciones climáticas características de Guatemala requieren un especial cuidado en el caso del curado del concreto, ya que factores como temperatura, viento, exposición solar, entre otros, afectan a la forma en la que se cura el concreto.

El Biodiésel hoy en día es cada vez mas común en el mundo debido a los altos costos del combustible fósil, este tiene características que lo hacen ambientalmente amigable, por lo que encontrar otro uso para el mismo es importante. Este trabajo contempla la parte del estudio en la cual se puede llegar a determinar si el Biodiésel forma una membrana impermeable y retiene agua en el concreto, que finalmente ayuda a un curado adecuado.

II. OBJETIVOS

A. Generales:

Proponer una alternativa para el curado de concreto por medio del uso del Biodiésel.

B. Específicos:

1. Realizar la prueba C-156 de ASTM en el laboratorio para obtener la capacidad de impermeabilizar del Biodiésel.
2. Realizar la misma prueba a un curador de concreto, que se pueden obtener en el mercado.
3. Comparar entre el Biodiésel y el producto comercial.
4. Contribuir a determinar si el Biodiésel puede ser usado para el curado de concreto.

III. MARCO TEÓRICO

A. Aspectos del curado de concreto

1. **Importancias del curado de concreto.** Una de las decisiones mas importantes en el proceso de diseñar, producir y colocar concreto de calidad es la selección del método de curado. Un curado adecuado es crucial en este proceso, en muchas ocasiones las decisiones que se toman en el momento de seleccionar los productos de curado y sellado son frecuentemente incorrectas, llevando a malos resultados en el campo.

Un curado y sellado incorrectos puede dar como resultado un concreto que no cumpla las normas deseadas. Desde el punto de vista de costos, los productos para curado y sellado son relativamente bajos, pero las consecuencias de la falta de la aplicación del mismo o una incorrecta aplicación pueden ser importantes.

Curar el concreto es esencial para lograr la resistencia de diseño deseada. Tiempo, costos y condiciones ambientales afectan el método de curado más adecuado para cada caso, ya sea curado húmedo, membranas con mantas de aislamiento o compuestos líquidos formadores de membrana. Los métodos de curado húmedo, ya sea por inundación, rociado o vapor mantienen el agua continuamente en la superficie del concreto, lo cual se logra también si se cubre el concreto con plástico o papel. Pero en el campo es difícil emplear estos métodos.

La lista de productos en el mercado internacional parece infinita, y puede confundir fácilmente en el momento de especificar y hacer cumplir las normas de curado y sellado. Para el mercado guatemalteco existen muy pocas marcas siendo solamente dos marcas las más utilizadas y que se encuentran en el ámbito.

Términos como curado, sellado, y endurecimiento, son usados comúnmente confundiendo a los posibles usuarios. Las categorías de productos, tales como compuestos curadores y selladores, endurecedores químicos o líquidos y densificadores líquidos, confunden también a aquellos que diseñan, compran y aplican estos materiales. Esta confusión, lleva en muchos casos a una selección incorrecta, afectando la apariencia y comportamiento del concreto tanto en estado fresco como en estado endurecido. Con la información adecuada, es fácil seleccionar entre todos los productos para sellado y curado disponibles.

2. ¿Por qué es necesario curar y sellar el concreto? Un curado adecuado es vital para producir un concreto sano estructuralmente y para prevenir también un deterioro temprano, mientras que un sellado correcto extiende la vida útil del concreto. Para tener un curado adecuado se debe retener suficiente humedad por un tiempo determinado para que la hidratación y las reacciones puzolánicas, ocurran. La reacción química entre el agua y el cemento, inicia el fraguado y eventualmente endurece el concreto, procedimiento por el cual toda fundición de concreto debe de pasar.

El método de curado debe considerar también condiciones climáticas externas como la temperatura del aire, la humedad, el viento, la exposición solar, entre otros. El curado es especialmente importante cuando se coloca concreto en condiciones climáticas severas; ambientes cálidos, secos, superficies expuestas al sol directamente, vientos, las cuales aceleran la pérdida de humedad y aumentan las posibilidades de fisuras, fracturas y pérdida de resistencia en el concreto. Como es el caso de gran parte de las condiciones climáticas a las que se encuentra sometido nuestro país Guatemala.

De manera opuesta, en climas fríos deben tomarse precauciones especiales ya que la hidratación es muy lenta. Un curado adecuado implica mantener ciertas condiciones de temperatura y humedad, tanto en el interior del concreto como en las áreas expuestas.

El curado del concreto es imperativo por tres razones principales:

- Permitir que el concreto logre las características de diseño.
- Minimizar la fisuración, agrietamiento y pandeo.
- Aumentar las características de desgaste contra el rose y extender la vida útil.

Para lograr la resistencia de diseño, el concreto debe manejarse para evitar una hidratación muy lenta o muy acelerada. Un curado adecuado logra este fin y mejora al concreto en múltiples formas. Durante el proceso de hidratación, la pasta de cemento se endurece, haciéndose más fuerte y densa. La ganancia en densidad resulta en una superficie más dura, menos porosa, más impermeable al agua y sales, y consecuentemente más resistente a las fuerzas a las cuales se exponga el concreto. La ganancia en resistencia produce un aumento en las resistencias a la fisuración y el agrietamiento, tanto en el periodo de curado como después de este. Con una hidratación adecuada se mejoran la resistencia superficial, la durabilidad y la resistencia al desgaste.

Las consideraciones de diseño deben incluir todos los factores envueltos en la ciencia y arte del concreto, incluyendo:

- Calidad del agregado.

- Proporciones de mezcla y relación agua-cemento.
- Operaciones de mezclado, colocación y acabado.
- Curado y sellado.

En el anexo se tiene las especificaciones completas del código ACI.

3. Normas de ACI para el curado de concreto y Normas de ASTM para los curadores de concreto. Si se consideran los requerimientos del Instituto Americano del Concreto, ACI, Norma Estándar para el Curado del Concreto, la cual especifica que el curado se realice por un periodo mínimo de 7 días, no siempre se puede satisfacer esta norma, entre otras cosas porque en la mayoría de casos los cronogramas de obra no lo permiten. O las condiciones climáticas no son las adecuadas para un curado adecuado.

Así pues, los compuestos formadores de membrana se convierten en un método de curado muy práctico. Estos productos retienen la humedad en el concreto durante edades tempranas permitiéndole ganar resistencia a la compresión, abrasión así como mejorar la densidad superficial y durabilidad. Los compuestos de curado forman una película en la superficie del concreto y reducen la evaporación del agua de mezcla, permitiendo que ocurra la hidratación del cemento. Además, la retención de humedad suministrada por estos compuestos es efectiva en la prevención del desarrollo de características indeseables del concreto, tales como agrietamiento, pandeo, astillamiento y descascamiento, formación de polvo y en últimas baja resistencia.

Los compuestos de curado se fabrican a partir de una variedad de materiales como acrílicos, ceras y resinas de hidrocarburo; y se esparcen o aplican sobre la superficie del concreto. El momento de realizar esta operación es importante. Los compuestos deben aplicarse luego de que el concreto ha sangrado todo el exceso de agua y el agua superficial ha desaparecido, pero antes que la superficie esté completamente seca, de lo contrario el compuesto curador puede penetrar el concreto y no se formará la película que retiene el agua. Los compuestos curadores están sujetos también a consideraciones de temperatura y a ciertas dosis de aplicación. Es siempre recomendable seguir las especificaciones que para estos efectos tiene cada fabricante.

Los compuestos disipadores, tipo resina, son usados comúnmente cuando se desean lograr los beneficios de un compuesto curador. Pero resulta que la adherencia de una nueva capa es comprometida, debido a que la superficie tratada con resina no tiene la capacidad de adherencia como la tiene una superficie sin ninguna aplicación. Estos productos están diseñados para que con el tiempo se rompan al ser expuestos a la luz ultravioleta (UV), tráfico y al ambiente, suministrando de esta manera una placa limpia bien curada.

Los compuestos curadores formadores de membrana están regidos por 3 normas:

- ACI 308, Norma Estándar para el Curado del Concreto.
- ASTM Internacional C 309, Norma Estándar para los Compuestos Formadores de Membrana Líquida para el Curado del Concreto.
- ASTM C 156, Norma Estándar para los Compuestos Formadores de Membrana Líquida con Propiedades Curadoras de Concreto.

Si se comprenden estas normas, el proceso de especificación de productos curadores, ideales para satisfacer las condiciones de diseño, se simplifica. En el anexo se puede obtener más información de estas normas. Sellado del Concreto, La función principal de los productos selladores de concreto es repeler líquidos en su superficie, protegiendo de esta manera al concreto de los efectos negativos de la exposición ambiental. Estos productos reaccionan para formar una barrera en la superficie por naturaleza porosa del concreto, además de colaborar junto con el sistema de aire vacío al limitar la cantidad de agua migrando en el concreto.

Los selladores suministran protección contra la humedad y pueden mejorar la resistencia a la abrasión y la resistencia superficial. Cuando las temperaturas están cerca al valor de congelamiento, los selladores contribuyen a eliminar la humedad que si queda atrapada dentro del concreto puede ocasionar problemas superficiales.

Existen, de manera general, dos formas de sellar el concreto:

- Sellador post-curado, el cual se aplica al concreto completamente curado.
- Sellador-Curador, producto dos en uno, el cual se aplica sobre concreto recién terminado.

Los productos solo selladores están disponibles como sistemas de formadores de película o sistemas de tratamiento superficial que penetran en el concreto, y muchos de ellos pueden aplicarse una vez la superficie del concreto se ha secado con el aire. Sin embargo, es mejor esperar 28 días para permitir un curado completo.

Selladores formadores de película. Estos selladores se formulan típicamente a partir de compuestos acrílicos o mezclas, y están basados en solventes o en agua. Estos últimos son más sensibles con las temperaturas de aplicación y la humedad que aquellos basados en solventes, pero producen poco olor y tienen un contenido de compuesto orgánico volátil reducido.

Los selladores formadores de película tienden a dejar una apariencia húmeda. Son generalmente más económicos y protegen mayor contra ciertas manchas que los selladores penetrantes, pero requieren de

aplicaciones más frecuentes. Dependiendo del clima y del uso del concreto los selladores formadores de película pueden requerir ser re-aplicados cada dos años.

La familia de sellantes formadores de película penetra en la superficie del concreto en un mínimo solamente y se usan generalmente sobre concreto existente para renovar la superficie. Esos sellantes se comportan mejor si se aplican sobre un concreto en buenas condiciones.

4. Curado-sellado del concreto. Los compuestos curadores-selladores, dos en uno, son un tipo de producto formador de película aplicado al concreto fresco para mejorar tanto la resistencia de diseño como la durabilidad. Puede aplicarse una segunda mano del mismo tipo o un producto compatible similar si:

- se quiere reemplazar lo que se daño por tráfico durante la construcción.
- se quiere doble proteger la superficie antes de entregar la obra al cliente.

La fórmula de los productos curadores-selladores varían según los fabricantes y ofrecen un rango de características y beneficios:

- Una película transparente, no amarillenta.
- Brillo
- poco o reducido olor
- resistencia al descascamiento.

Existen también diferencias en las características de comportamiento dependiendo del fabricante. Formulaciones con altos sólidos ofrecen una retención de humedad máxima para una eficacia de curado máxima. Es de notar que si se comprenden las especificaciones de los ensayos, la escogencia del producto ideal es mucho más sencilla.

Cuando se selecciona un producto, es importante considerar las normas de construcción y de ambiente. Los productos deben formularse según la norma ASTM, la cual incluye un 25 por ciento mínimo de sólidos en un carrier acuoso o solvente. Algunos estándares ambientales del aire son más severos de un lugar a otro, exigiendo el uso únicamente de productos basados en agua.

Especificaciones de los ensayos. Para seleccionar el mejor producto, es de gran ayuda entender e incorporar las especificaciones y analizar los datos de acuerdo con ellas. Las tres principales especificaciones que regulan el curado y sellado del concreto requieren de un estudio cuidadoso.

- ACI 308 hace referencia de las normas ASTM C 309, y ASTM C 156, Norma Estándar par alas Membranas Curadoras de Concreto.
- ASTM C 309 llama por una eficiencia de curado mínima para los productos formadores de membrana. Menciona las soluciones de silicatos y siliconatos como reactivas químicamente con el

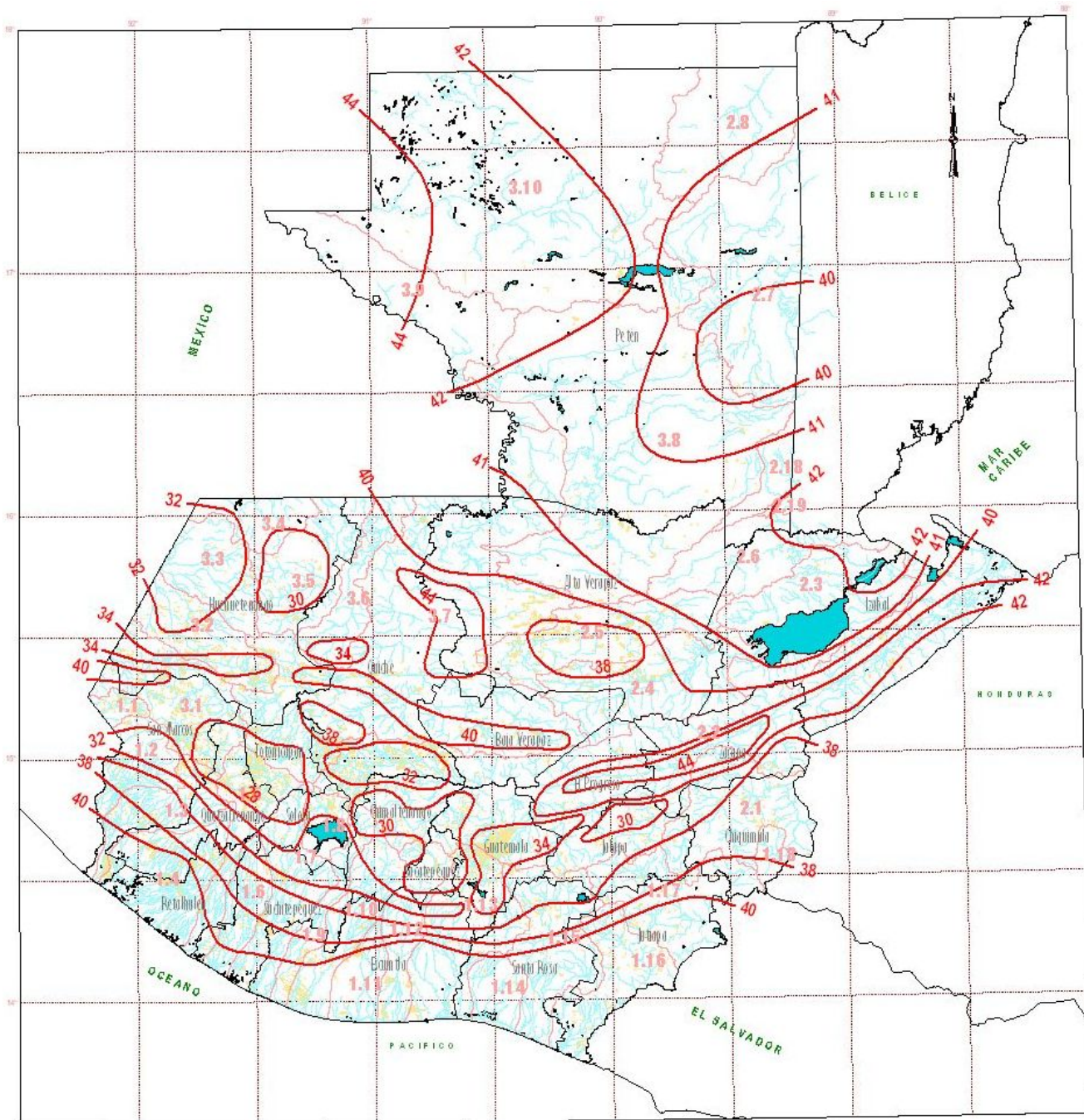
concreto así como las membranas no líquidas, de acuerdo con lo requerido en las normas ASTM C 309 y ASTM C 156.

Un curado y sellado apropiados son esenciales para establecer un concreto de alto rendimiento y de larga vida de servicio. La tecnología, así como los productos actuales ofrecen mejoras en las opciones de diseño, pero es importante que se entiendan las normas para así poder manipular los datos obtenidos en los ensayos adecuadamente. Esto asegura el cumplimiento de las normas, los requisitos de diseño y permite lograr los resultados deseados. En el anexo se puede ver el código complementando esta información.

B. Las características climáticas de curado de concreto en Guatemala.

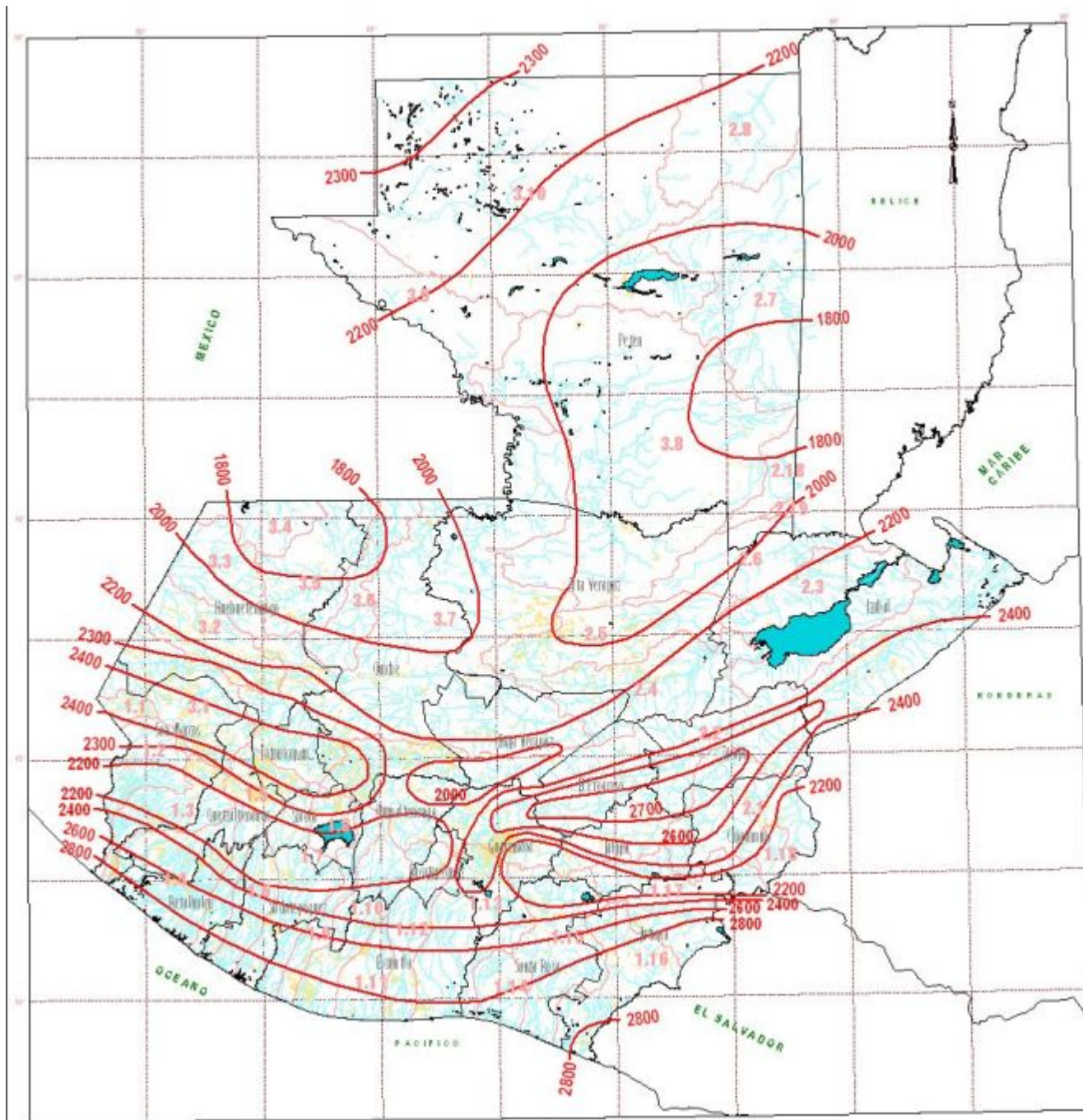
1. Importancia de los factores climáticos en el curado del concreto. Para el curado de concreto hay que tomar en cuenta las condiciones climáticas que influyen en el entorno donde el concreto se está trabajando, para esto es muy importante poder conocer las características del lugar. En el caso de Guatemala las características del clima son importantes ya que influyen al curado del concreto. Los factores ambientales son los que afectan el agua que esta dentro del concreto y que al mismo tiempo necesita ser retenida para poderse dar el tiempo de curado necesario. De éstas se han considerado las más importantes: temperatura, exposición solar, y velocidad de viento. Entre estas condiciones climáticas existen algunos datos que debemos de tomar en cuenta como lo es en el caso de la temperaturas máxima absoluta la cual nos da una idea de cuanto es la temperatura máxima a la que puede estar sometido el concreto, o la cantidad de horas de iluminación solar máxima a la que se puede exponer una zona determinada, y finalmente el viento máximo que ejerce un efecto sobre la superficie de cualquier curado de concreto. Es necesario mencionar que otras características aquí no mencionadas son también importantes como es el caso de el hielo en el concreto, el cual necesita otro tipo de medidas las cuales no son típicas de nuestra región, ya que en Guatemala las heladas que congelan el agua es un fenómeno muy escaso y corresponden a una región muy pequeña del territorio guatemalteco. Para tomar en cuenta estas características más importantes en Guatemala se pueden observar los siguientes tres mapas:

1. Gráfica 1: Zonas de temperatura



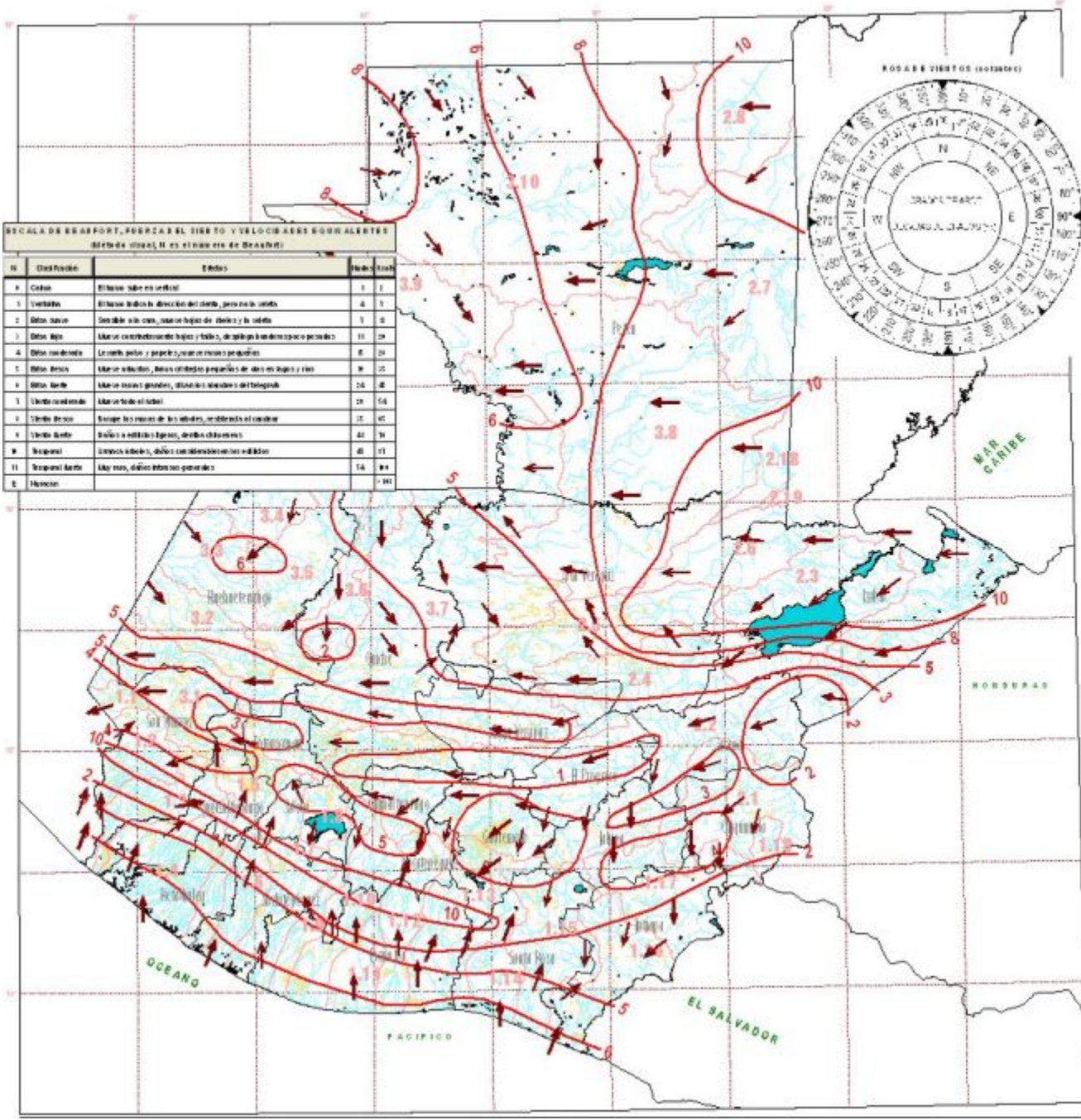
Isotermas de temperatura máxima promedio anual.

2. Gráfica 2: Zonas de exposición a rayos solares.



Horas de brillo de sol anual.

3. Gráfica 3: Zonas de viento



Velocidad del viento promedio anual. Escala de Beaufort.

5. Resumen de las características climáticas de Guatemala. Guatemala experimenta una gran variedad climática debido a que el clima tropical es modificado por la altura y el efecto del mar en ciertas regiones. En general se puede decir que existen dos estaciones cada año, determinadas más por las precipitaciones que por las temperaturas. De este modo, la estación seca, o verano, abarca desde el mes de noviembre hasta abril, y la época de lluvias, o invierno, se extiende durante los meses de mayo a octubre.

El clima tropical y la influencia permanente de los vientos determina el escaso cambio de temperaturas, el mes más frío y el mes más cálido, así como la ausencia de heladas invernales. Por lo general, las noches son bastantes frescas en cualquier época del año.

La pluviosidad en Guatemala es abundante. En las regiones altas del centro de la nación la época de las lluvias, que se extiende de mayo a octubre, se caracteriza por presentar cielos despejados antes y después de las frecuentes precipitaciones. El denominado efecto Foëhn, que recalienta el aire al traspasar las cadenas montañosas, confiere a la vertiente pacífica un tiempo muy agradable en la estación seca; en cambio, en las llanuras atlánticas se da un período húmedo, debido que la costa atlántica está expuesta a los vientos alisios. El régimen de los alisios es el factor principal que permite comprender el origen y distribución de las lluvias. Los alisios llegan regularmente al continente desde el este-noreste.

C. Aspectos generales del Biodiésel

1.¿Qué es el Biodiésel? Es un combustible líquido muy similar en propiedades al aceite diesel, pero obtenido a partir de productos renovables, como son los aceites vegetales y las grasas animales.

La Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM) define al Biodiésel como «esteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga derivados de una materia prima lipídica renovable», tales como aceite vegetal o grasa animal. El sufijo “bio” representa su fuente biológica y renovable en oposición a los combustibles tradicionales derivados del petróleo, diesel, se refiere a su uso en motores diesel. Como combustible, el Biodiésel se puede usar puro o mezclado con diesel derivado del petróleo. El Biodiésel en comparación con el diesel de recursos fósiles puede producirse a partir de aceites vegetales de diferentes orígenes, como soya, colza, palma africana, maní y otros aceites vegetales, tales como el aceite para cocinar usado, o incluso, grasa animal.

El Biodiésel, como combustible alternativo, tiene muchos méritos. Es derivado de una fuente renovable y doméstica, por lo que alivia la dependencia de importaciones de petróleo. Es biodegradable y no tóxico. Comparado con el diesel de petróleo, el Biodiésel tiene un perfil de emisiones de combustión más favorable, tal como bajas emisiones de monóxido de carbono, partículas en suspensión e hidrocarburos

sin quemar. El dióxido de carbono producido por la combustión del Biodiésel puede ser reciclado por la fotosíntesis, minimizando de ese modo el impacto de la combustión del Biodiésel en el efecto invernadero.

El Biodiésel tiene un punto de ignición relativamente alto, 150° C, lo que lo hace menos volátil y más seguro de transportar o manejar que el diesel de petróleo. Posee propiedades lubricantes que reducen el desgaste de los motores y extienden la vida de los mismos. En resumen, estas ventajas del Biodiésel lo convierten en una buena alternativa al combustible derivado del petróleo y han conducido a su uso en muchos países, especialmente en áreas ambientalmente delicadas. Las especificaciones del Biodiésel se pueden ver en el anexo.

Los aceites vegetales como combustibles se han investigado ampliamente. Dentro de esas investigaciones se han incluidos los aceites de: palma, soya, girasol, coco, canola y tung. Las grasas animales, aunque se mencionan con frecuencia, no se han estudiado tan ampliamente como los aceites vegetales. Aceites provenientes de algas, bacterias y hongos también han sido investigados. Se ha examinado también la posibilidad de extraer ésteres de metilo de microalgas. Asimismo los terpenos y látex se han estudiado como combustibles diesel.

La historia del uso por primera vez de aceites vegetales como combustibles, se remontan al año de 1900, siendo Rudolph Diesel, quien lo utilizara por primera vez en su motor de ignición por compresión y quien predijera el uso futuro de biocombustibles.

El uso directo de aceite vegetal como combustible diesel presenta problemas, ya que los aceites son mucho más viscosos que el diesel. Esto genera depósitos de carbón en los motores, contaminación del aceite lubricante y acortamiento de vida de los motores. Para ser compatibles con los motores existentes, los aceites vegetales se deben procesar, y convertirse en Biodiésel.

Durante la Segunda Guerra Mundial, y ante la escasez de combustibles fósiles, se destacó la investigación realizada por Otto y Vivacqua en el Brasil, sobre diesel de origen vegetal, pero fue hasta el año de 1970, que el Biodiésel se desarrolló de forma significativa a raíz de la crisis energética que se sucedía en el momento, así como al elevado costo de los combustibles que son derivados del petróleo.

Las primeras pruebas técnicas con Biodiésel se llevaron a cabo en 1982 en Austria y Alemania, pero solo hasta el año de 1985 en Silberberg, Austria, se construyó la primera planta piloto productora de Biodiésel. Hoy en día países como Alemania, Austria, Canadá, Estados Unidos, Francia, Italia, España, Brasil, Argentina, Uruguay, Malasia y Suecia son pioneros en la producción, ensayo y uso de Biodiésel en automóviles.

2.¿Cómo se produce el Biodiésel? Para producir el Biodiésel, el aceite se extrae de la semilla cultivada, dejando atrás harina de semilla que puede usarse como forraje animal. El aceite es refinado y sometido a la transesterificación, lo que produce glicerina como un derivado. El Biodiésel puede usarse en su forma pura 100% Biodiésel o mezclado en cualquier proporción con diesel regular para su uso en motores de ignición a compresión. Se ha investigado cuatro formas de producir Biodiésel: 1) uso directo o mezclado con combustibles fósiles 2) microemulsiones 3) pirólisis y 4) transesterificación. En la actualidad el interés se centra en este último, ya que es el método que actualmente se considera más adecuado para producir combustible de alta calidad.

La manera más común de producir Biodiésel es mediante transesterificación , que se refiere a una reacción química catalizada en la que interviene aceite vegetal y alcohol para producir ésteres de alquilo de ácidos grasos (Biodiésel) y glicerina.

Los triglicéridos, que son el componente principal del aceite vegetal, consisten de tres cadenas largas de ácidos grasos esterificadas a un esqueleto de glicerina. Cuando los triglicéridos reaccionan con un alcohol, comúnmente se utiliza el metanol, las tres cadenas de ácidos grasos se sueltan del esqueleto de glicerina y se combinan con el alcohol para dar ésteres de alquilo de los ácidos grasos. La glicerina se produce como producto secundario. El metanol es el alcohol más utilizado debido a su bajo costo, aunque no proviene de una fuente renovable. Se usa un gran exceso de metanol para hacer que la reacción ocurra.

Las reacciones de transesterificación también llamada alcoholisis, pueden ser catalizadas por base, por ácido o por enzimas para mejorar la velocidad de reacción. Los dos primeros tipos han recibido gran atención, mientras que los sistemas catalizados por enzimas requieren de tiempos de reacción mucho mayores. Hasta la fecha sólo se ha llevado a cabo a escala de laboratorio. Ya que la reacción es reversible, se usa un exceso de alcohol para empujar la reacción hacia el lado de los productos. Los alcoholes que se pueden usar en el proceso son los primarios o secundarios de 1 a 8 carbonos.

En Europa, es producido principalmente a partir del aceite de la semilla de colza y el metanol, denominado comercialmente como “Rapeseed Methyl Ester”, el cual es utilizado en las máquinas diesel puro o mezclado con aceite diesel, en proporciones que van desde un 5% hasta un 30%, generalmente. En Alemania y Austria se usa puro para máximo beneficio ambiental.

Además de la colza, en los últimos años se ha producido Biodiésel a partir de soya, girasol y palma, siendo esta última la principal fuente vegetal utilizada en Malasia para la producción de Biodiésel “Palm Methyl Ester y Palm Ethyl Ester”, el cual es producido por medio de la extracción de la palma .

En Europa y los EE UU, el Biodiésel es producido y utilizado en cantidades comerciales. En 1998, se designó al Biodiésel puro 100% como B-100, como un combustible alternativo y estableció un programa de créditos para el uso de Biodiésel. Sin embargo el Biodiésel mezclado, cuya forma más común se llama B-20, 20% Biodiésel y 80% diesel convencional, no ha sido designado como un combustible alternativo sino como un aditivo para el diesel, debido a que se utiliza solo una proporción del Biodiésel.

3. Características ambientales del Biodiésel. Gran parte de los beneficios del Biodiésel se encuentran en sus características ambientales ya que a diferencia de los productos que se encuentran en la actualidad este es ambientalmente compatible. Sus características vienen de la procedencia de la materia prima, la cual es natural. El Biodiésel puro es biodegradable, no tóxico y esencialmente libre de azufre y compuestos aromáticos, sin importar significativamente el alcohol y el aceite vegetal que se utilice en la transesterificación.

El Biodiésel, obtenido a partir de materias primas renovables, es un combustible líquido no contaminante y biodegradable, que se puede utilizar en el sector del transporte urbano, minero, agrícola y marino, incorporándolo directamente o mezclado con diesel. El Biodiésel logra disminuir de forma notable las principales emisiones de los vehículos, como son el monóxido de carbono, los hidrocarburos volátiles, y las partículas, en el caso de los motores diesel.

La producción de biocombustibles es una alternativa de uso del suelo que evita los fenómenos de erosión y falta de uso a las que pueden quedar expuestas aquellas tierras agrícolas que, por razones de mercado, están siendo abandonadas por los agricultores.

Supone un ahorro de entre un 25% a un 80% de las emisiones de CO₂ producidas por los combustibles derivados del petróleo, constituyendo así un elemento importante para disminuir los gases invernadero producidos por el transporte. Ver anexo 5 con más especificaciones.

El Biodiésel, utilizado como combustible líquido, presenta ventajas energéticas, medioambientales y económicas:

- Desarrollo sostenible tanto en agricultura como en energía.
- Menor impacto ambiental:
 - Reducción de las emisiones contaminantes: SO₂, partículas, humos visibles, hidrocarburos y compuestos aromáticos.

- Mejor calidad del aire.
- Efectos positivos para la salud, ya que reduce compuestos cancerígenos.
- Reduce el calentamiento global:
 - Reduce el CO₂ en el ambiente.
 - 80% del CO₂ decrece en el uso del Biodiésel.
 - Producto biodegradable: Se degrada el 85% en 28 días.
- Desarrollo local y regional:
 - Cohesión económica y social.
 - Creación de puestos de trabajo.
- Industrial:
 - Puede sustituir a los combustibles convencionales en motores, quemadores y turbinas.
 - Se puede utilizar en flotas de autobuses, taxis y maquinaria agrícola.
- Favorece el mercado doméstico.
- Reducción de la importación de combustibles.

Estos son los motivos principales por los cuales el Biodiésel se propone como curador de concreto ya que las características amigables al ambiente son tales que el encontrar una función más para el Biodiésel es una ayuda al medio en el que vivimos, esto debido a que no contamina el medio en el que se aplica. Es muy importante que este compromiso al medio ambiente se mantenga ya que en cualquier trabajo en el que nos encontremos debemos de aportar una parte conservadora del medio ambiente. Ventaja por medio de la cual sobrepasa a los productos que se encuentran en el mercado.

4. **Costos del Biodiésel.** Para el año 2006 y la actualidad, el alto costo del Biodiésel es el mayor obstáculo para su comercialización. Usualmente, el Biodiésel cuesta más de Q. 5.00/l, comparado con Q. 4.75/l para el diesel derivado de petróleo. El alto costo del Biodiésel se debe principalmente al costo del aceite vegetal virgen. En investigaciones recientes se ha hecho mucho énfasis en la reducción de costos. Otro factor que podría llegar a hacer más accesible el Biodiésel es el creciente costo del petróleo el cual en el último año demostró que su precio puede llegar a dispararse a precios récord. En un futuro el alto precio del petróleo le puede abrir puertas a una nueva generación de combustibles más baratos.

Pero con el fin de ser más competitivos la búsqueda de la reducción de costos es mediante la obtención de otros productos de valor comercial. El subproducto glicerina debe ser recuperado pues tiene valor como producto químico industrial. Éste se puede separar por sedimentación gravitacional o centrifugación. Al contrario del caso de la glicerina proveniente del jabón, la energía necesaria para recuperar la glicerina a partir de Biodiésel es baja ya que se requiere de menos evaporación. Además, el proceso es más simple ya que hay poca cantidad de jabón que provoca emulsiones difíciles de separar. De esta forma, el costo de obtención de glicerina es menor que para la glicerina del jabón y el costo del Biodiésel se puede reducir si la producción de Biodiésel se acompaña de la producción de glicerina.

5. Costos de Antisol. El antisol cuesta en el mercado un precio de Q. 58.00 el galón.

Producto	Precio galón	Kg*m cuadrado
Biodiésel	Q. 18.50	0.388
Antisol	Q. 58.00	0.222

IV. PRUEBAS DE LABORATORIO

A. Prueba ASTM C-156

Las pruebas de laboratorio se realizaron basadas en la prueba de laboratorio de la ASTM C-156 que corresponde a “La prueba estándar de retención de agua en materiales de curado de concreto”. Esta prueba consiste en el método de prueba de laboratorio para poder determinar la eficiencia de una membrana líquida impermeable para curar el concreto, y es medida por medio de la eficiencia de retener la pérdida de humedad durante el periodo de curado.

Esta prueba por sí sola no es garantía que el producto que se esté probando pase todas las demás precauciones de seguridad, y otras pruebas a las que se le debe someter a cualquier material con el que se está experimentando. Para determinar si el producto está listo para salir al mercado existen otras pruebas que se deben de realizar. Pero utilizar la prueba C-156 es muy importante debido a que es el primer paso para determinar si el producto es funcional.

La importancia de realizar esta prueba es determinar la capacidad de retención de humedad que el producto pueda causar para que finalmente contribuya a un ambiente de curado apropiado para el concreto. Específicamente esta prueba es utilizada para calificar los productos de curado de concreto. La prueba da como resultado la capacidad de medir la habilidad del material de impedir que la humedad se escape de una mezcla de concreto hidráulico. Es deseado que se retenga la humedad en el concreto fresco para promover el proceso de hidratación, la falla del producto al minimizar el escape la humedad puede llevar a la pérdida de resistencia, a la aparición de grietas, poca resistencia a la abrasión entre otros.

Existen muchos factores que pueden hacer variar los resultados de la prueba de laboratorio la cual depende de la precisión de los instrumentos de medida, la capacidad de mantener una temperatura constante, la preparación de la mezcla de concreto, la aplicación del sellador. Como también es muy importante el momento en el que se aplica la membrana impermeable, una aplicación tardía podría no dar los resultados deseados. La uniformidad y cantidad de la aplicación son factores importantes en la eficacia del producto. Según las instrucciones de la normativa C 156 se tomaron las siguientes consideraciones:

B. Aparatos y materiales

Aparatos utilizados.

- Para la prueba se utilizaron tres moldes apropiados para concreto, los cuales son de metal y fueron preparados para no tengan pérdida de agua. Son de consistencia rígida que no permiten la

distorsión al ser manipulados. Los moldes contienen un área de superficie equivalente a 0.018 metros cuadrados. Tienen un diámetro de 0.1524 metro y una profundidad de 0.3048 metro. La forma del molde es de cilíndrica, teniendo la superficie expuesta de forma circular.

- Un cabina de curado marca Blue M, con capacidad de mantener la temperatura a 37.8 ± 1.1 °C la misma está diseñada para poder permitir la libre circulación de aire del interior de la cabina a su exterior, para permitir una evaporación correcta.

Imagen 1: Información de cabina



- Balanza marca Ohaus, con capacidad de medir la masa con una precisión de 0.1gramos.
- Cuchara para la construcción.
- Varilla de metal para compactar el concreto.
- Trozo de madera para darle el acabado superficial al concreto.
- Atomizador, atomizador plástico con capacidad de 250mililitros.

Materiales utilizados.

- Concreto marca Mixto Listo, concreto premezclado seco de uso general en la construcción. Compuesto de arena caliza, piedrín, y cemento tipo Pórtland uniformemente graduados y proporcionados siguiendo las normas ASTM para su selección y dosificación. Con resistencia de 3000 psi a la compresión (ASTM C39). Y con un agregado de medida 3/8 de pulgada. (ASTM C33) Se puede obtener más información en la ficha técnica en el anexo.

Imagen 2: Concreto Mixto Listo



- Compuesto sellador marca Sika Sikaflex, sellador elástico de poliuretano de uso general. Ver ficha técnica en anexo.

Imagen 3: Sellador Sikaflex



- Curador para concreto y mortero, con base de agua. Ver ficha técnica anexo.

Imagen 4: Curador Antisol Blanco



- Biodiésel en proporción 100% (B-100) proveniente de aceite de cocina usado. Especificaciones técnicas en el anexo.

Imagen 5: Biodiésel



C. Procedimiento

Inicialmente se prepararon los moldes limpiando la superficie con diesel para quitar todas las impurezas del molde y a su vez que el concreto no se adhiera a la superficie, este procedimiento se hizo con cuidado para no dejar diesel en el borde de la superficie ya que puede afectar el uso del sellador. En los bordes del molde se aplicó el sellador, en todos los puntos donde se pudiese escapar el agua de la mezcla de concreto. Después de la aplicación se esperó cuatro horas para que el sellador se seque. Este fue ingresado a la cabina con temperatura controlada a 38°C. Al paso del tiempo apropiado el sellador se secó y éste formó un molde a prueba de fugas de agua. Los moldes se identificaron y posteriormente se pesaron.

Los moldes fueron marcados cada uno con la siguiente descripción:

- “Biodiésel” correspondiendo a la muestra a ser tratada con Biodiésel.
- “Antisol” correspondiendo a la muestra a la cual se le aplicó el Antisol Blanco de Sika.
- “Control” correspondiendo a una muestra libre de aplicación de curador.

Imagen 6: Molde con sellador aplicado



Imagen 7: Los tres moldes sellados



El proporcionamiento de los materiales para preparar el concreto, esta pre-determinado y solamente se puso énfasis en tener la mezcla homogénea. La cantidad de agua a agregar fue de 2.9 litros los cuales son la especificación del fabricante del concreto. Se pueden ver en el anexo. Estos se agregaron proporcionalmente y se trabajo en la distribución uniforme de agua en la mezcla.

Para determinar un mejor resultado se repitió todo el procedimiento tres veces, como la norma lo especifica.

Imagen 8: Preparación de
mezcla



Luego de tener la mezcla preparada se procedió a ingresarla a los moldes de metal previamente sellados. Estos fueron compactados, inicialmente se compactó una base de aproximadamente una pulgada de espesor luego de estar compactado por 50 golpes de la varillas compactadoras. Y luego se fue compactando en cuatro capas mas de tres pulgadas cada una, esta función hizo que el concreto quedara bien distribuido en el molde. Y su buena compactación está representada en el peso muy similar de las muestras.

Imagen 9: Compactado de concreto



Inmediatamente luego de haber colocado el concreto se pudo observar que no hubo fuga de agua en los bordes del molde, esto indicaba que el sellador estaba funcionando de forma correcta. Al llenar el molde en su parte superior se utilizó la madera para poder llenar bien el borde de la muestra y poder dejar un acabado correcto. Esto se realizó con el paso de la madera en la superficie. Inmediatamente después del llenado del molde se procedió a limpiar los bordes y el exterior del molde, esto es importante debido a que si alguna de esta suciedad se queda alrededor esta puede soltarse y aparentar una pérdida de peso que se puede interpretar como una pérdida de agua. Dando como resultado un dato impreciso. Inmediatamente se procedió a pesarse y fueron ingresados a la cabina.

Imagen 10: Ingreso a cabina



Los especímenes fueron colocados a nivel y los mismos fueron manipulados y depositados con cuidado y libres de vibraciones. El espaciamiento dentro de la cabina fue de una pulgada entre cada espécimen y contra las paredes de la cabina.

El tiempo que se esperó fue aproximadamente de quince minutos lo cual dejó sobre la superficie de las muestras una capa líquida, reflectiva parecida a un espejo. Este era el momento indicado para aplicar inicialmente el sellador y posteriormente el curador de concreto. Para sellar los bordes de la superficie se utilizó el mismo sellador Sikaflex para los bordes que se habían aplicado anteriormente al molde. En el borde del molde se aplicó el sellador con el fin de que la unión del concreto y el molde no quede expuesta y en el proceso de curado no se separe y el mismo permita el escape de agua. Inmediatamente después se procedió a aplicar el curador. Y se retorno la muestra a la cabina curadora.

Imagen 11: Especímen con aplicación de sellador y curador



Esta es una foto de la aplicación del sellador en el borde y del curador de concreto Antisol.

El tiempo que se tomó para la aplicación del producto curador y el sellador de borde fue inferior a los dos minutos. Inmediatamente después de pesarse se ingreso nuevamente a la cabina curadora sin ninguna demora.

Imagen 12: Aplicación de curador



Imagen 13: Segundo ingreso a cabina



Se tomó a las 24 horas después de haber terminado el procedimiento de aplicación el peso de los tres especímenes con el fin de poder determinar si existían pérdidas masivas de agua, y si el sellado estaba funcionando y no había fugas de agua en los bordes del molde.

Luego de transcurrir 72 horas en la cabina de temperatura controlada, se pesaron los especímenes con el fin de obtener el peso el cual indicaría posteriormente de los cálculos la cantidad de humedad pérdida en cada una de las muestras.

Tras el transcurso de las 72 horas en la cabina la superficie de los especímenes se podía observar que no había rastros de la aplicación de los curadores. En el caso del Biodiésel la superficie se encontraba libre de cualquier sustancia aplicada anteriormente, y la superficie se miraba con un endurecimiento normal para una muestra de concreto.

Imagen 14: Superficie con aplicación de Biodiésel



En el caso del antisol este mostraba un leve residuo de color blanco el cual solamente se encontraba impregnado en el concreto sin haber causado este algún tipo de anomalía en la superficie del concreto.

Imagen 15: Superficie con aplicación de Antisol



En el caso de la muestra denominada control, la superficie se encontraba sin ninguna anomalía visible.

Luego de las mediciones correspondientes se procedió al desencofrado de los moldes de concreto los cuales al retirarle los moldes mostraron una correcta compactación observando que a sus bordes no se encontraba ningún espacio vacío.

D. Datos

Temperatura ambiental: 21°C promedio.

Temperatura de cabina curadora 38°C promedio.

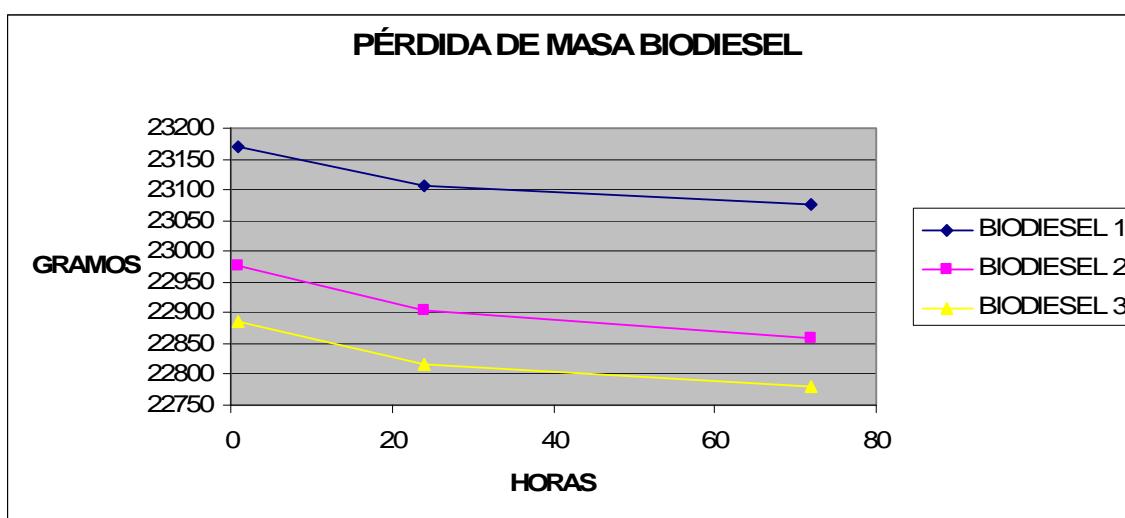
Humedad ambiental: 60% promedio.

CURADOR	MASA DE APLICACION DE CURADOR
MASA 1	MASA DESPUES DE TERMINADO EL LLENAD DE MOLDES
MASA 2	PESO LUEGO DE LA APLICACION DEL CURADOR Y SELLADOR
MASA 3	PESO LUEGO DE HABER TRANSCURIDO 24HORAS
MASA 4	PESO LUEGO DE HABER TRANSCURIDO 72HORAS

Especimen Biodiésel:

ESPÉCIMEN	CURADOR (GRAMOS.)	MASA 1 (GRAMOS.)	MASA 2 (GRAMOS.)	MASA 3 (GRAMOS.)	PÉRDIDA 24 Hrs. (GRAMOS.)	MASA 4 (GRAMOS.)	PÉRDIDA DE MASA 72 Hrs.
BIODIÉSEL1	7	23127	23171	23105	66	23075	96
BIODIÉSEL2	7	22961	22976	22905	71	22860	116
BIODIÉSEL3	7	22870	22885	22816	69	22780	105
						PROM.	105.67

Gráfica 4: Pérdida de masa Biodiésel

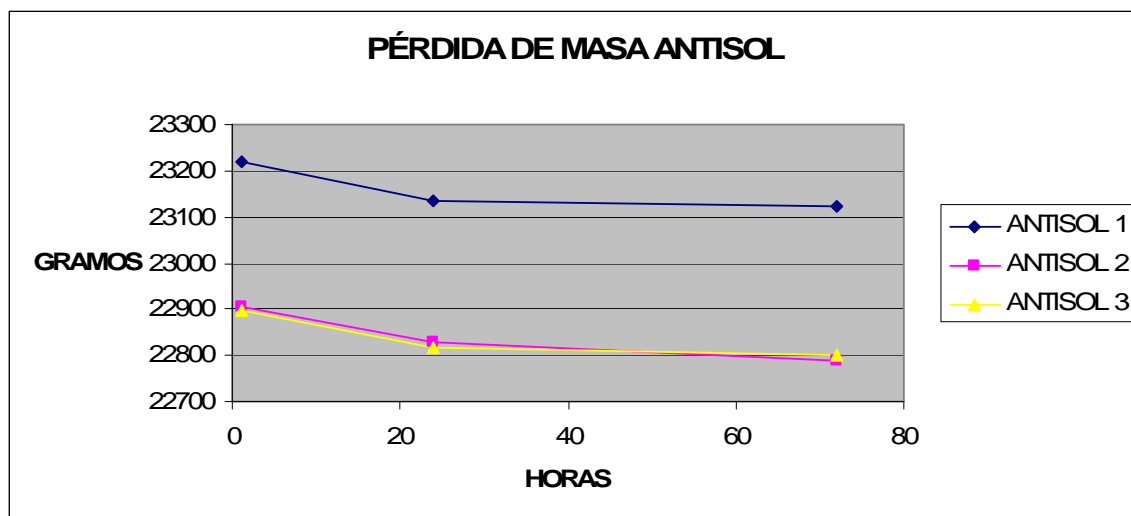


ESPÉCIMEN	PÉRDIDA DE MASA (KILOGRAMOS.)	ÁREA SUPERFICIAL (M ²)	PÉRDIDA (KG/M ²)
BIODIÉSEL 1	0.096	0.01824	5.26
BIODIÉSEL 2	0.116	0.01824	6.36
BIODIÉSEL 3	0.105	0.01824	5.76
		PROM.	5.79

Especimen Antisol:

ESPÉCIMEN	CURADOR (GRAMOS.)	MASA 1 (GRAMOS.)	MASA 2 (GRAMOS.)	MASA 3 (GRAMOS.)	PÉRDIDA 24 Hrs. (GRAMOS.)	MASA 4 (GRAMOS.)	PÉRDIDA DE MASA 72 Hrs. (GRAMOS.)
ANTISOL 1	4	23195	23219	23135	84	23124	95
ANTISOL 2	4	22887	22906	22827	79	22790	116
ANTISOL 3	4	22880	22896	22816	80	22802	94
						PROM.	101.67

Gráfica 5: Pérdida de masa Antisol

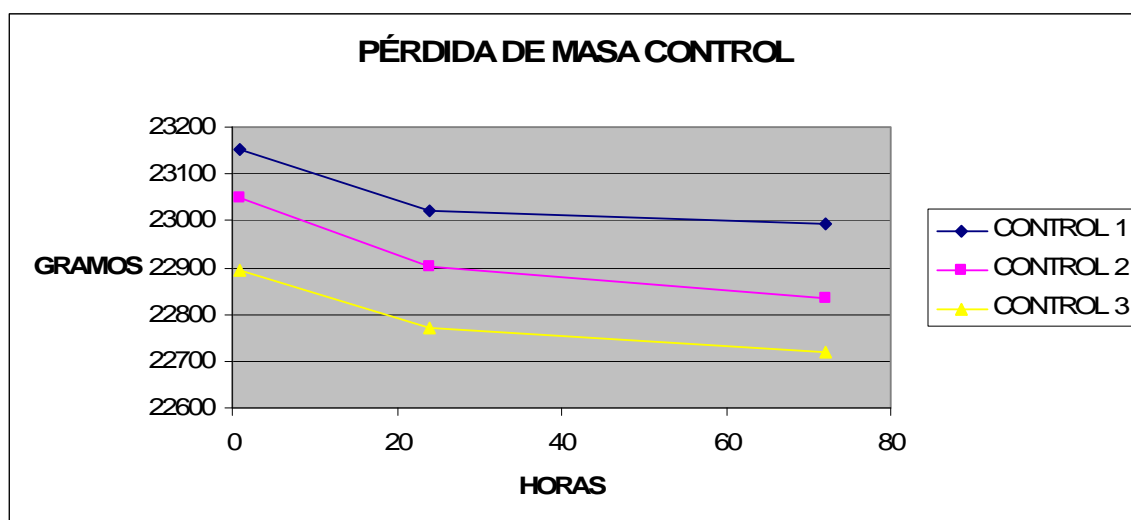


ESPÉCIMEN	PÉRDIDA DE MASA (KILOGRAMOS.)	ÁREA SUPERFICIAL (M ²)	PÉRDIDA (KG/M ²)
ANTISOL 1	0.095	0.01824	5.21
ANTISOL 2	0.116	0.01824	6.36
ANTISOL 3	0.094	0.01824	5.15
		PROM.	5.57

Espécimen Control:

ESPÉCIMEN	CURADOR GRAMOS.	MASA 1 GRAMOS	MASA 2 (GRAMOS S.)	MASA 3 (GRAMOS S.)	PÉRDIDA 24 Hrs. (GRAMOS S.)	MASA 4 (GRAMOS S.)	PÉRDIDA DE MASA 72 Hrs.
CONTROL 1	0	23152	23152	23022	130	22993	159
CONTROL 2	0	23048	23048	22902	146	22834	214
CONTROL 3	0	22895	22895	22771	124	22718	177
						PROM.	183.33

Gráfica 6: Pérdida de masa control



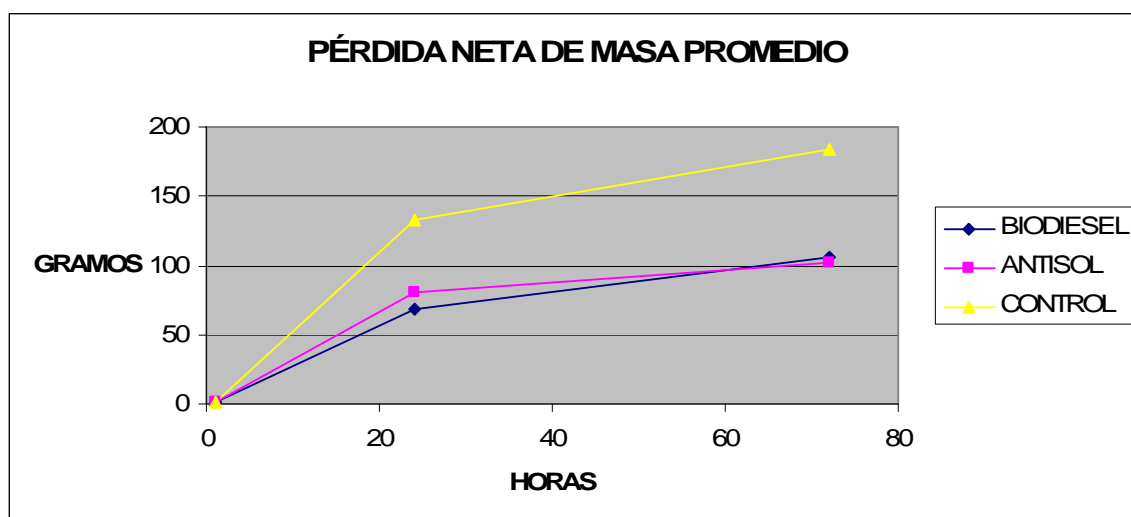
ESPÉCIMEN	PÉRDIDA DE MASA (KILOGRAMOS.)	ÁREA SUPERFICIAL (M ²)	PÉRDIDA (KG/M ²)
CONTROL 1	0.159	0.01824	8.72
CONTROL 2	0.214	0.01824	11.73
CONTROL 3	0.177	0.01824	9.70
		PROM.	10.05

Resumen de datos:

Tabla A. Datos obtenidos en el laboratorio.

ESPÉCIMEN	CURADOR (GRAMOS.)	MASA 1 (GRAMOS.)	MASA 2 (GRAMOS.)	MASA 3 (GRAMOS.)	PÉRDIDA 24 Hrs. (GRAMOS.)	MASA 4 (GRAMOS.)	PÉRDIDA DE MASA 72 Hrs.
BIODIÉSEL L 1	7	23127	23171	23105	66	23075	96
BIODIÉSEL L 2	7	22961	22976	22905	71	22860	116
BIODIÉSEL L 3	7	22870	22885	22816	69	22780	105
ANTISOL 1	4	23195	23219	23135	84	23124	95
ANTISOL 2	4	22887	22906	22827	79	22790	116
ANTISOL 3	4	22880	22896	22816	80	22802	94
CONTROL 1	0	23152	23152	23022	130	22993	159
CONTROL 2	0	23048	23048	22902	146	22834	214
CONTROL 3	0	22895	22895	22771	124	22718	177

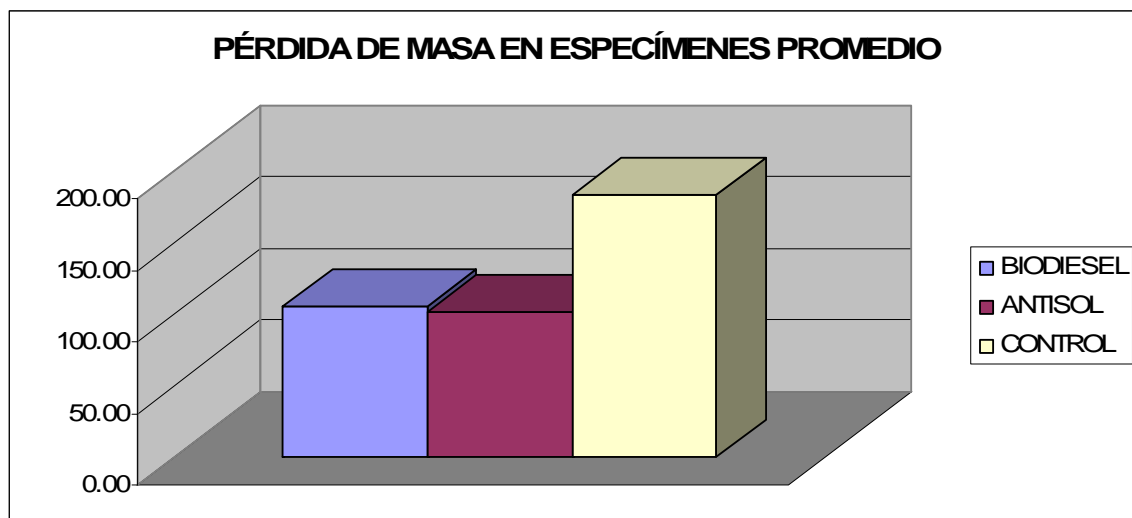
Gráfica 7: Pérdida neta de masa



ESPÉCIMEN	PÉRDIDA DE MASA (KILOGRAMOS.)	ÁREA SUPERFICIAL (M ²)	PÉRDIDA (KG/M ²)
BIODIÉSEL	0.10567	0.01824	5.79
ANTISOL	0.10167	0.01824	5.57
CONTROL 3	0.18333	0.01824	10.05

Tabla B. Resultados de datos en el laboratorio.

Gráfica 8: Pérdida de masa por espécimen



E. Interpretación de resultados

El resultado es la cantidad equivalente a la pérdida de agua en kilogramos por cada metro cuadrado de superficie de concreto, lo que se obtuvo tras el cálculo es el resultado de la pérdida de agua de cada una de las tres muestras sometidas a una temperatura constante de 38°C.

El resultado de la toma de pesos en el laboratorio reveló que la pérdida de agua entre el curador Biodiésel (5.79 KG/M² promedio) y el curador de marca comercial (5.57 KG/M² promedio) son muy parecidos se podría decir que el Biodiésel funciona de una manera muy similar a la forma en la que el curador de marca, esto quiere decir que logra contener el agua en la mezcla de concreto.

A su vez se observa que en el caso de la prueba de control que carecía de algún producto de tratamiento de la superficie obtuvo una pérdida sustancialmente mayor que la de los dos curadores, demostrando que los curadores sí tuvieron efecto sobre los especímenes funcionando como una capa impermeable que de esta forma no permite que se escape agua de la mezcla de concreto y que posteriormente permite un curado adecuado del concreto.

También, como parte de las observaciones en el momento de tomar los pesos de las muestras se logró determinar que al cabo de 72 horas los dos curadores no dejaron ningún residuo en la superficie donde se aplicaron. La superficie de concreto que estuvo en contacto con los curadores no mostró ninguna anomalía. Se miraba como una superficie bien curada sin grietas ni partes sueltas en la superficie. La coloración de la superficie en el caso del Biodiésel fue nula, no se encontraba ningún pigmento, a pesar que el Biodiésel es de color amarillo suave. En el caso del curador de marca comercial, dejó sobre la superficie una suave tonalidad de color blanco, ésta proviene del curador comercial el cual es de color blanco.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La prueba en el laboratorio reveló que de no usar curador la pérdida de agua en la mezcla de concreto sería sustancialmente mayor que en el caso en el que se utilizó curador de concreto. De las pérdidas de humedad de 5.79 KG/M^2 promedio y 5.57 KG/M^2 promedio obtenido de la utilización de los curadores a 10.05 KG/M^2 promedio de la muestra a la cual no se le aplicó ningún curador. Se concluye que se formó una membrana impermeable la cual impidió el escape de la humedad en la mezcla de concreto.
- Entre los dos curadores que se utilizaron en la prueba del laboratorio tanto el Biodiésel como el curador de marca comercial se obtuvieron resultados muy similares. Biodiésel con una pérdida de agua de 5.79 KG/M^2 y el curador de marca comercial con una pérdida de agua equivalente a 5.57 KG/M^2 . Solamente difieren por 0.22 KG/M^2 , que se considera una cantidad aceptable considerando que el Biodiésel no ha sido considerado como un curador.
- El Biodiésel sí funciona como membrana impermeable que evita el escape de humedad en una mezcla de concreto. Esto se obtienen de los resultados de la laboratorio que indica que al igual que el Antisol tuvo la capacidad de retener humedad en un periodo determinado de 72 horas.
- El Biodiésel puede ser utilizado como un curador de concreto, debido a que las características comparadas entre uno de marca y el Biodiésel fueron muy similares. El Biodiésel también forma una membrana impermeable que retiene la humedad en una mezcla de concreto al igual que el Antisol o cualquier otro producto utilizado como curador.

- El Biodiésel, debido a su características ambientales, ofrece cualidades que los productos comerciales no pueden, entre sus características se puede mencionar que es biodegradable, no tóxico, proviene de un producto renovable, entre otras.
- Para obtener un estudio a fondo se recomienda realizar más pruebas de laboratorio para poder cumplir con la norma ASTM C309, que tiene otras pruebas para ser aprobado para su uso comercial.
- Si se desea utilizar el Biodiésel como curador se recomienda realizar pruebas de campo bajo condiciones climatológicas críticas con el fin de obtener más información del comportamiento del Biodiésel como curador en obra.
- Para lograr los resultados que se obtuvieron en el laboratorio la cantidad de Biodiésel (7 gramos) utilizado es sustancialmente mayor que la cantidad de Antisol (4 gramos) que se requirió.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A. ACI Committee 308, (1992) *Standard Practice for Curing Concrete* (ACI 308-92), American Concrete Institute, . También ACI Manual of Concrete Practice, Parte 2. 11 Pg.
- B. ACI Committee 305, *Hot Weather Concreting* (ACI 305R-91), American Concrete Institute, 1991. 17 pp. También ACI Manual of Concrete Practice, Parte 2.
- C. ASTM C 156, *Test Method for Length Change of Hydraulic-Cement Mortars Exposed to a Sulfate Solution* ASTM Book of Standards, Part 04.01, ASTM, West Conshohocken, PA, 5 pp.
- D. Duffield J. (1998), *U.S. Biodiésel Development: New markets for conventional and genetically modified agricultural products* Agricultural Economic Report, ERS/USDA Washington DC. 770 Pg.
- E. INSIVUMEH, Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, <http://www.insivumeh.gob.gt>, Guatemala, 01/10/2006
- F. NBB, The Nacional Biodiésel Board, <http://www.Biodiésel.org>, 05/09/2006
- G. SIKA, <http://www.sika.com.mx/curador-concreto-antisolblanco.pdf>, <http://www.sika.com.mx/sellador-elastico-sikaflexconstructionsealant.pdf>, Mexico, ,12/11/2006.
- H. Ugolini J.G. (2000) *Estudio para determinar la factibilidad Técnica y Económica del Desarrollo de Biodiésel* Santa Fe, Entorno Gráfico S.L., 704pg.

VII. ANEXOS

Anexo 1.

CÓDIGO ACI 5.11 CURADO

5.11- Curado

5.11.1- A menos que el curado se realice de acuerdo con la sección 5.11.3, el hormigón debe mantenerse a una temperatura sobre 10°C y en condiciones de humedad por lo menos durante los primeros 7 días después de la colocación (excepto para hormigón de alta resistencia inicial).

5.11.2- El hormigón de alta resistencia inicial debe mantenerse sobre 10°C y en condiciones de humedad por lo menos los primeros 3 días, excepto cuando se cure de acuerdo con la sección 5.11.3.

5.11.3- Curado acelerado

5.11.3.1- El curado con vapor a alta presión, vapor a presión atmosférica, calor y humedad, u otro proceso aceptado, puede emplearse para acelerar el desarrollo de resistencia y reducir el tiempo de curado.

5.11.3.2- El curado acelerado debe proporcionar una resistencia a la compresión del hormigón, en la etapa de carga considerada, por lo menos igual a la resistencia de diseño requerida en dicha etapa de carga.

5.11.3.3- El procedimiento de curado debe ser tal que produzca un hormigón con una durabilidad equivalente al menos a la de los métodos de curado indicados en 5.11.1 ó 5.11.2.

5.11.4- Cuando lo requiera el ingeniero estructural o el arquitecto, deben realizarse ensayos complementarios de resistencia, de acuerdo con la sección 5.6.4, para asegurar que el curado sea satisfactorio.

5.12- Requisitos para tiempo frío

5.12.1- Debe disponerse de un equipo adecuado con el fin de calentar los materiales para la fabricación del hormigón y protegerlo contra temperaturas de congelación o cercanas a ella.

5.12.2- Todos los materiales componentes del hormigón y todo el acero de refuerzo, el moldaje, los rellenos y el terreno con el que habrá de estar en contacto el hormigón deben estar libres de escarcha.

5.12.3- No deben utilizarse materiales congelados o que contengan hielo.

5.13- Requisitos para tiempo caluroso

En tiempo caluroso debe darse adecuada atención a los materiales componentes, a los métodos de producción, al manejo, a la colocación, a la protección y al curado a fin de

5.13- Requisitos para tiempo caluroso

En tiempo caluroso debe darse adecuada atención a los materiales componentes, a los métodos de producción, al manejo, a la colocación, a la protección y al curado a fin de evitar temperaturas excesivas en el hormigón o la evaporación del agua, lo cual podría dañar la resistencia requerida o la serviciabilidad del elemento o de la estructura.

COMENTARIO

C5.11- Curado

En “**Standard Practice for Curing Concrete**”, del Comité ACI 3085.11 se dan recomendaciones para el curado del hormigón. (Describe los principios básicos para el curado, al igual que diversos métodos, procedimientos y materiales para curar el hormigón.)

C5.11.3- Curado acelerado

Las disposiciones de esta sección se aplican siempre que se emplee un método de curado acelerado, ya sea para elementos prefabricados o moldeados en la obra. La resistencia a la comprensión de un hormigón curado con vapor no es tan alta como la de un hormigón semejante curado continuamente en condiciones de humedad con temperaturas moderadas.

Asimismo, el módulo de elasticidad **E_c** de probetas curadas con vapor puede diferir con respecto a probetas curadas con humedad a temperaturas normales. Cuando se use el curado con vapor, es aconsejable fundamentar la dosificación de la mezcla en el ensayo de probetas curadas con vapor.

Los procedimientos de curado acelerado requieren una atención cuidadosa para obtener resultados uniformes y satisfactorios. Es esencial evitar la pérdida de humedad durante el proceso de curado.

C5.11.4- Además de requerir una temperatura y tiempo mínimo de curado para el hormigón normal y el de alta resistencia inicial, el código proporciona en la sección 5.6.4 un criterio específico para juzgar el curado en obra. A la edad de ensayo para la que se ha especificado la resistencia (generalmente 28 días) las probetas curadas en obra deben tener resistencias no menores del 85% de las probetas compañeras curadas en el laboratorio. Para poder hacer una comparación razonablemente válida las probetas curadas en obra y las compañeras curadas en el laboratorio deben ser de la misma muestra. Las probetas curadas en obra deben curarse en condiciones idénticas a las de la estructura. Si ésta está protegida de la interperie, la probeta debe protegerse en forma semejante.

Las probetas relacionados con los elementos estructurales que no estén directamente expuestos a la acción del clima deben curarse al lado de dichos elementos, y deben tener del mismo grado de protección y tipo de curado. Las probetas de obra no deben tratarse de manera más favorable que a los elementos que representan. (Para información adicional véase la sección 5.6.4). Si las probetas curadas en obra no proporcionan una resistencia satisfactoria por esta comparación, deben tomarse medidas para mejorar el curado de la estructura. Si los ensayos indican una posible deficiencia seria en la

resistencia del hormigón de la estructura, pueden requerirse ensayos de testigos, con o sin un curado húmedo suplementario, a fin de verificar lo adecuado de la estructura, como lo dispone la sección 5.6.5

C5.12- Requisitos para tiempo frío

En “**Cold Weather Concreting**” del Comité ACI 3065.12 se proporcionan recomendaciones detalladas para la colocación del hormigón en tiempo frío.

(Presenta los requisitos y métodos para producir hormigón satisfactorio en tiempo frío).

C5.13- Requisitos para tiempo caluroso

En “**Hot Weather Concreting**”, del Comité ACI 3055.13 se dan recomendaciones para el colocación del hormigón en tiempo caluroso. (Define los factores del tiempo caluroso que afectan las propiedades del hormigón y las prácticas de construcción, y recomienda las medidas que se deben tomar a fin de eliminar o minimizar los efectos nocivos.)

“Código de Diseño de Hormigón Armado. Basado en el ACI 318-95”

Anexo 2:

HOJAS TÉCNICAS

MAXIPASTA

CONCRETO EN BOLSA

DESCRIPCIÓN

- Concreto premezclado seco de uso general en la construcción.
- El concreto MAXIPASTA ha sido diseñado para lograr la máxima trabajabilidad de la mezcla en obra, y así facilitar su elaboración y colocación.
- Compuesto de arena caliza, piedrín, y cemento uniformemente graduados y proporcionados siguiendo las normas ASTM para su selección y dosificación. Disponibles en resistencias de 3,000 y 4,000 psi (210 y 280 Kg/cm²) a la compresión y tamaño máximo del agregado (3/8plg – 1/2plg).
- Empaque en bolsas de 50kg (110lbs).

Usos

- Para fundir cualquier tipo de estructura, columnas, vigas, lozas o banquetas.
- Los requisitos estructurales del elemento a vaciar definirán la resistencia a utilizar (3,000 psi – 4,000 psi).
- Las condiciones del elemento estructural a vaciar, definirán el tamaño máximo del agregado (3/8plg – 1/2plg).

DATOS TÉCNICOS

DESCRIPCIÓN	NORMATIVA EMPLEADA	VALOR
Resistencia a la compresión	ASTM C39	<ul style="list-style-type: none"> De 3000 a 4000 psi a los 28 días [210 a 280 kg/cm²]
Tamaño Máximo del Agregado	ASTM C33	<ul style="list-style-type: none"> 1/2 plg (12.7 mm)
		<ul style="list-style-type: none"> 3/8" plg (9.5 mm)
Rendimiento		<ul style="list-style-type: none"> 42 Bolsas por m³
Dosificación de agua		<ul style="list-style-type: none"> 5.5 litros por bolsa de 50Kg
Mezclado	ASTM C94	<ul style="list-style-type: none"> A mano
		<ul style="list-style-type: none"> Preferible en mezcladora
Contenido de aire	ASTM C231	<ul style="list-style-type: none"> Menor del 3%
Consistencia Recomendada	Valor de Asentamiento (ASTM C94)	
Revenimiento normal de la bolsa	5.0±1.0 plg	12.5±2.5 cm

**RECOMENDACIONES DEL PRODUCTO
PARA OBTENER MEJORES RESULTADOS**

- La bolsa de concreto MAXIPASTA de Mixto Listo contiene todos los materiales necesarios en las proporciones adecuadas; ya no hay que adicionarle mas cemento, sólo agregue agua.
- El procedimiento para obtener un concreto fresco es:

- Utilice una mezcladora, recipiente o superficie limpia.
- Mezcle el concreto MAXIPASTA en forma gradual con la cantidad de agua indicada, hasta obtener la consistencia adecuada.
- No agregue mas agua de lo recomendado esto reduce la resistencia del concreto y provoca la separación del pedrín y la pasta(segregación).
- Una vez preparado el concreto predosificado, colóquelo dentro de un molde o formaleta, asegúrese de vibrarlo adecuadamente para que tenga una buena compactación y evitar espacios vacíos.
- La superficie donde se colocara el concreto fresco debe estar húmeda y bien compactada en el caso de fundir un pavimento o acera.
- Para obtener los resultados deseados deben seguirse las recomendaciones de la ACI 318 “Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary” y de la ACI 308 “Standard Practice for Curing Concrete” donde se recomienda un curado no menor de 7 días.
- El uso de este producto está limitado a las características expuestas en esta hoja técnica, cualquier uso distinto al mismo puede variar los resultados expuestos.
- No se recomienda realizar adiciones al concreto sin la asesoría del ejecutivo de ventas.
- Las bolsas deberán almacenarse en un lugar fresco, seco, bajo techo y sobre tarimas que las aíslen del contacto directo con el suelo. Bajo estas condiciones se estima que el cemento dentro de las bolsas, tendrá una duración óptima de 2 meses. No permita que la bolsa se moje o humedezca antes de utilizarla. Mantenerla cubierta al transportarla.

MEDIDAS DE SEGURIDAD:

- Lávese las manos después de utilizarlo. Evite el contacto con los ojos, si ocurriere lávese con agua limpia.
- No deje al alcance de los niños.

GARANTÍA:

- Este producto cumple con la norma ASTM C-39
- Si tiene algún inconveniente en la aplicación o desempeño del producto, diríjase a nuestro Departamento de Servicio al Cliente.

Anexo 3:

Hoja Técnica Edición 1, 2005 Identificación no. DCT-HT-PC200501-PC200513-03-05

Sikaflex® Construction Sealant

Sikaflex Construction Sealant

Sellador elástico de poliuretano de uso general.

Descripción **Sikaflex Construction Sealantes** un sellador elástico para juntas, con base en poliuretano de un componente que cura con la humedad del ambiente, tixotrópico (no escurre) de uso general.

Usos

Para sellar:

Juntas en cubiertas compuestas por losas o elementos prefabricados de concreto, madera, fibrocemento, vidrio, etc.

Juntas entre elementos prefabricados de fachadas con movimiento moderado.

Juntas estructurales que se mueven moderadamente debido a cambios de temperatura o de humedad, cargas dinámicas, viento, etc.

Juntas entre los más diversos materiales de construcción, asbesto-cemento, madera, vidrio, acero, aluminio, etc. que presentan movimientos moderados.

Juntas compuestas por materiales de diferente naturaleza, para compensar diferencias de módulo elástico y de coeficiente de dilatación.

Juntas verticales y horizontales en albercas y tanques de agua potable.

Juntas en tanques de almacenamiento en la industria de alimentos y bebidas.

Ventajas

Producto listo para usar y de fácil aplicación.

Excelente adherencia a la mayoría de materiales de construcción.

Buena durabilidad y resistencia al envejecimiento.

No se escurre en juntas verticales.

Excelente resistencia al agua y a la intemperie.

Elasticidad permanente y alta resistencia al desgaste.

Capacidad de movimiento del 20% del ancho promedio de la junta

Modo de empleo preparación de la superficie

La superficie y bordes de la junta deben estar sanas, limpias y secas, libres de aceite, grasa u otras sustancias extrañas que puedan impedir la adherencia del producto.

Métodos de limpieza

Se recomienda efectuar la limpieza de la junta por medios mecánicos adecuados (disco abrasivo o carda metálica), evitando contaminación con aceite o grasa.

En juntas con movimiento, aisle el fondo de la junta para evitar que el sellador se adhiera a él. Para un trabajo más limpio enmascare con cinta los bordes de la junta de modo que la profundidad de la junta no sea mayor que la recomendada. Para cumplir con el factor forma, se debe rellenar el fondo con **SikaRod** del diámetro adecuado.

Importante

Use **Sikadur-32 Primer** como imprimante en juntas húmedas, en juntas que van a estar permanentemente bajo agua o en superficies porosas. Aplique el **Sikadur-32 Primero** en los bordes de la junta y espere hasta seque al tacto (mínimo 6 horas) para aplicar el **Sikaflex-Construction Sealant** a 25°.

Aplicación del producto

Sikaflex-Construction Sealant viene listo para ser usado. Con navaja corte la boquilla en diagonal en el ancho deseado, perforo la membrana de protección, instale luego el cartucho en la pistola de calafateo **Sika**. Rellene con el sellador la totalidad de la junta, procurando mantener la punta de la boquilla fuera de la junta durante la operación de sellado. Alise con una espátula o con el dedo mojándolos previamente en agua y jabón.

Remueva la cinta de enmascarar inmediatamente y termine de alisar el producto.

Las herramientas se lavan con **Sika Limpiador** mientras el producto aún esté fresco.

Rendimiento

Un (1) cartucho de **Sikaflex Construction Sealant** en junta de 1 cm de ancho y 1 cm de profundidad rinde para 3.0 metros lineales.

Un (1) kg de **Sikaflex Construction Sealant** en junta de 1cm x 1cm (ancho x profundidad) rinde para sellar 8.3 metros lineales.

Datos técnicos

Colores: Blanco, gris claro, otros.

Densidad: 1,22 kg/l aprox.

Secado al tacto: 4 horas

Deformación máxima admisible(*): 20% del ancho de la junta.

Elongación a la ruptura (ASTM-D412*): 400% aprox.

Factor forma de la junta:

Ancho: profundidad

Hasta 10 mm 1:1

10 a 25 mm 2:1

Profundidad mínima (juntas con movimiento): 8 mm

Ancho máximo: 25 mm

Temperatura de aplicación: +5 a +35°C

Temperatura de servicio: -40 a +75°C

Precauciones	Utilice preferentemente todo el contenido del cartucho el mismo día.
	Sikaflex Construction Sealant debe dejarse curar por lo menos durante 8 días cuando se utilice para sellar juntas en inmersión.
	En juntas con movimiento, aplique la masilla cuando la junta se encuentre en el punto medio del movimiento.
	Sikaflex Construction Sealant no debe aplicarse en espesores mayores de 12 mm o en juntas de más de 25 mm de ancho.
Medidas de seguridad	Provea una ventilación adecuada en las zonas de aplicación. En caso de contacto con la piel lave la zona afectada inmediatamente con agua y jabón, quite rápidamente la ropa manchada, no dejar secar el producto. En caso de contacto con los ojos lave enseguida con agua abundante durante 15 minutos y acuda con prontitud al médico. En caso de ingestión no provoque el vómito y solicite ayuda médica.
	Para mayor información y en caso de derrames consulte la hoja de seguridad.
Almacenamiento	Doce (12) meses en lugar fresco y seco, bajo techo en su empaque original sellado.

Los productos **Sika** han sido desarrollados con altos estándares de calidad y de acuerdo a nuestra amplia experiencia. Los productos fabricados por **Sika**, tal como se venden, cumplen los fines para los cuales han sido fabricados. No obstante, no se responde por variaciones en el método de empleo, por condiciones en que sean aplicados, cuando la vigencia del producto esté vencida, si son utilizadas en forma que afecten la salud o cualquier patente propiedad de otros. Para su uso consulte las instrucciones y tome en cuenta las precauciones que en ellas se establece. Para usos especializados o cuando surjan dudas respecto al uso o aplicación de este producto, consulte a nuestro **Departamento de Soporte Técnico al 01 800 123 7452.**

Anexo 4:

Hoja técnica Edición 1, 2005 Identification no. DCT-HT-PF140101-03-05 Antisol® Blanco

®

Antisol Blanco

Curador para concreto y mortero, con base agua.

Descripción	Emulsión acuosa de parafina que forma, al aplicarse sobre el concreto o mortero fresco, una película de baja permeabilidad que evita la pérdida prematura de humedad para garantizar un completo curado del material. Cumple con la norma ASTM C 309.
Usos	Antisol Blanco se utiliza para curar el concreto o mortero, la película que forma retiene el agua de la mezcla evitando el resecamiento prematuro, garantizando una completa hidratación del cemento, un normal desarrollo de resistencias y ayudando a controlar el agrietamiento del concreto o mortero.
Ventajas	<p>Impide el resecamiento prematuro del concreto permitiendo el normal desarrollo de las resistencias.</p> <p>Se aplica solamente una vez, reduciendo así los costos de curado de concretos y morteros.</p> <p>Viene listo para usar y es fácil de aplicar.</p> <p>Ayuda a controlar el agrietamiento en grandes áreas expuestas al sol y al viento.</p> <p>La pigmentación del producto permite la fácil identificación del área tratada.</p> <p>Especialmente diseñado para el curado en recintos cerrados ya que no contiene solventes.</p>
Modo de empleo aplicación del producto	<p>Antisol Blanco viene listo para ser usado, el producto NO debe diluirse por ningún motivo. Previo a su aplicación se deberá mezclar energicamente el contenido del envase, operación que deberá repetirse continuamente durante su aplicación, se aplica sobre la superficie del concreto o mortero haciendo uso de una fumigadora accionada manualmente o de un aspersor neumático. El área a curar se debe cubrir totalmente.</p> <p>La aplicación del curador debe hacerse tan pronto desaparezca el agua de exudación del concreto o mortero, situación fácilmente detectable pues la superficie cambia de brillante a mate.</p> <p>La aplicación también puede efectuarse con brocha, sólo que en este caso la superficie es rayada por las cerdas de la brocha y el consumo se incrementa.</p>
Consumo	Aplicado con fumigadora o aspersor neumático aproximadamente 200 g/m ² .

Datos técnicos

Tipo: Emulsión acuosa de parafina.

Color: Blanco.

Densidad: 0,97 kg/l aprox.

Precauciones

Antisol Blanco debe agitarse antes de usarse y periódicamente durante su aplicación. Viene listo para usarse, bajo ninguna circunstancia deberá permitirse que el producto se diluya.

Proteja la película de la lluvia por lo menos dos (2) horas y del tráfico por lo menos durante siete (7) días. Antes de la aplicación de un recubrimiento o acabado deberá retirarse la película dejada por el curador por medios mecánicos. No se debe almacenar por debajo de 7° C, ya que a partir de los 7° C se rompe la emulsión y el producto se separa formando grumos.

Medidas de seguridad

En caso de contacto con la piel, lave la zona afectada inmediatamente con abundante agua y jabón. En caso de contacto con los ojos, lave enseguida con agua abundante durante 15 minutos y acuda al médico. En caso de ingestión no provoque el vómito y solicite atención médica. Para mayor información y en caso de derrames consulte la hoja de seguridad.

Almacenamiento

Un (1) año en su envase original bien cerrado, bajo techo, en un lugar fresco y seco.

Advertencia

Los productos **Sika** han sido desarrollados con altos estándares de calidad y de acuerdo a nuestra amplia experiencia. Los productos fabricados por **Sika**, tal como se venden, cumplen los fines para los cuales han sido fabricados. No obstante, no se responde por variaciones en el método de empleo, por condiciones en que sean aplicados, cuando la vigencia del producto esté vencida, si son utilizadas en forma que afecten la salud o cualquier patente propiedad de otros. Para su uso consulte las instrucciones y tome en cuenta las precauciones que en ellas se establece. Para usos especializados o cuando surjan dudas respecto al uso o aplicación de este producto, consulte a nuestro **Departamento de Soporte Técnico al 01 800 123 7452.**

Anexo 5:

Característica	Unidades	Australia Estándar C1191 Nov '96	Francia	Alemania DIN 51606 Sep 1997	EEUUdeNA Especificación NBB/ASTM	Argentina Res SEyM N° 129 Julio 2001.
Densidad a 15° C	g/cm ³	0.85-0.89	0.86-0.90	0.875-0.900	-----	0.875-0.900
Viscosidad a 40° C	mm ² /s	3.5-5.0	3.5-5.0	3.5-5.0	1.9-6.0	3.5-5.0
Punto de inflamación	°C (min)	100	110	110	110	100
Tem. de sed.	°C (max)	-15	-----	-20	-----	-----
Azufre	% en peso	Max 0.02	0.005	0.01	Max 0.05	Max 0.01
Número	Cetano	Min 49	Min 51	Min 49	Min 40	46
Cont. de OH₂	mg/kg	Libre		Max 300	-----	
OH₂ y/o sedimentos	% en volumen	-----	Max 0.05	-----	Max 0.05	Max 0.05
Metanol	% en peso	Max 0.2	-----	Max 0.3	Max 0.2	-----
Glicerina libre	% en peso	Max 0.02	Max 0.02	Max 0.02	Max 0.02	Max 0.02
Glicerina total	% en peso	Max 0.24	Max 0.25	Max 0.25	Max 0.24	Max 0.24
Número de Iodo		Max 120	-----	Max 115	-----	-----
Fósforo	mg/kg	Max 20	-----	Max 10	-----	
Contenido de álcalis (Na+K)	mg/kg	-----	Max 5	Max 5	-----	Max 5

2.4. Caracterización de los combustibles empleados:

<u>Análisis V-159.209 : BIODIESEL (B100)</u>		<u>ESPECIFICACIÓN</u> S.E.M. Resol. 129/2001		
<u>PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS</u>				
Aspecto	ASTM D 4176		Nº 1 (claro y limpio)	
Densidad a 15°C	ASTM D 1298	g·cm ⁻³	0.8904	0.875 – 0.900
Color	ASTM D 1500		2.0	
Destilación	ASTM D 86			
Punto inicial		°C	72	
10 % recuperado a		°C	328	
50 % recuperado a		°C	335	
90 % recuperado a		°C	350	
Punto final		°C	350	
Rendimiento		% v	92.0	
Viscosidad a 40°C	ASTM D 445	cSt	5.42	3.5 – 5.0
Punto de inflamación (PM)	ASTM D 93	°C	38	100 mín.
Punto de enturbiamiento	ASTM D 97	°C	-2	
Punto de escurrimiento	ASTM D 97	°C	-9	
Azufre	ASTM D 129	%m	<0.1	0.01 máx.
Cenizas	ASTM D 482	%m	0.03	0.03 máx.
Glicerina libre	ASTM D 6584	%	n/d	0.02 máx.
Glicerina libre	ASTM D 6584	%	n/d	0.02 máx.
<u>CALIDAD DE IGNICIÓN</u>				
Indice de Cetano (estimado)	ASTM D 976		45	<u>S.E.M. Resol.129/2001</u> 46 mín.
Poder Calorífico	ASTM D 4868			
Superior		Kcal/kg	10.732	
Inferior		Kcal/kg	10.094	
<u>ESTABILIDAD QUÍMICA</u>				
Envejecimiento artificial	ASTM D 130			
Corrosión al cobre			Nº 1 a	

COMENTARIO

- 1) La muestra analizada responde a características generales del Biodiésel B100.
- 2) La calidad de ignición es buena. Índice de cetano: 45.
- 3) No forma residuo carbonoso. Sin embargo, la combustión completa es difícil, pues requiere altas temperaturas para quemar los componentes más pesados.
- 4) El punto de escurrimiento es $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Lo hace apto para ser usado en invierno.
- 5) La viscosidad es algo elevada. Sin embargo, no provocará excesiva fricción interna ni atascamiento de las agujas de inyectores.
- 6) No se detecta contaminación con agua.
- 7) El combustible no forma lacas ni barnices.
- 8) No se observan sólidos anormales.
- 9) El contenido de azufre es bajo.

Anexo 6



Designation: C 156 – 03

Standard Test Method for Water Retention by Concrete Curing Materials¹

This standard is issued under the fixed designation C 156; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope*

1.1 This test method covers laboratory determination of the efficiency of liquid membrane-forming compounds for curing concrete, as measured by their ability to reduce moisture loss during the early hardening period.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as the standard. The values given in parentheses are provided for information purposes only.

1.3 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.* (Warning—Fresh hydraulic cementitious mixtures are caustic and may cause chemical burns to skin and tissue upon prolonged exposure.)²

2. Referenced Documents

2.1 *ASTM Standards:*

- C 87 Test Method for Effect of Organic Impurities in Fine Aggregate on Strength of Mortar³
- C 150 Specification for Portland Cement⁴
- C 230/C 230M Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement⁴
- C 305 Practice for Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency⁴
- C 778 Specification for Standard Sand⁴
- D 1475 Test Method for Density of Liquid Coatings, Inks, and Related Products⁵
- D 1653 Test Methods for Water Vapor Transmission of Organic Coating Films⁵
- D 2369 Test Method for Volatile Content of Coatings⁵
- E 178 Practice for Dealing with Outlying Observations⁶

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.22 on Materials Applied to New Concrete Surfaces.

Current edition approved July 10, 2003. Published September 2003. Originally approved in 1940. Last previous edition approved in 2002 as C 156 – 02b.

² Section on Safety Precautions, Manual of Aggregate and Concrete Testing, *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 04.02.

³ *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 04.02.

⁴ *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 04.01.

⁵ *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 06.01.

⁶ *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 14.02.

3. Significance and Use

3.1 The moisture retaining ability of a product as determined by this test method is used to assess the suitability of materials for contributing to an appropriate curing environment for concrete. The laboratory test method is used both in formulating and in specifying or qualifying curing products. This test method gives the user a measure of the ability of tested curing materials to impede the escape of moisture from a hydraulic cement mortar. Since it is desirable to retain moisture in fresh concrete to promote the hydration process, failure of the product to minimize the escape of moisture may lead to loss of strength, cracking, shrinkage, or low abrasion resistance of the hardened concrete, or a combination thereof.

3.2 Many factors affect the laboratory test results. Test results obtained may be highly variable as indicated by the precision statement. Critical factors include the precision of the control of the temperature, humidity and air circulation in the curing cabinet, preparation and sealing of the mortar specimens, the age and surface condition of the mortar specimen when the curing product is applied, and the uniformity and quantity of application of the curing membrane.

4. Apparatus

4.1 *Mechanical Mortar Mixer*, as described in Practice C 305, or a larger size mixture operating on the same principle.

4.2 *Flow Table*, as described in Specification C 230/C 230M.

4.3 *Molds* shall be made of metal, glass, hard rubber, or plastic, and shall be watertight and rigidly constructed to prevent distortion during molding of the specimens or handling of the mold containing fresh mortar. They shall have a minimum surface area of 12000 mm² (18.6 in.²), and a minimum depth of 19 mm (¾ in.). The top surface shall be round, square, or rectangular with length not more than twice the width. The top of the mold shall have a rim to provide a firm level surface to support the wood float and to facilitate the grooving and sealing steps of the procedure. The rim shall be parallel with the bottom surface of the mold.

NOTE 1—Take care to avoid use of an excessive amount of oil, grease, or mold release compound on molds, particularly along the top rim where

*A Summary of Changes section appears at the end of this standard.



sealing compound will be applied. Use of masking tape on the top rim during application of release compound to prevent contamination has been found expedient.

4.4 *Spoon*—A stainless steel serving spoon having a bowl 75 to 100 mm (3 to 4 in.) long and 50 to 75 mm (2 to 3 in.) wide for transferring the mortar from the mixing bowl to the mold.

4.5 *Gloves*, of rubber or plastic, to be worn while molding the specimens.

4.6 *Tamper*, of a nonabsorptive, nonabrasive material such as medium-hard rubber or seasoned oak rendered non-absorptive by immersion for 15 min in paraffin at approximately 200°C. The tamper shall be rectangular with a 25 by 50-mm (1 by 2-in.) cross section and it shall be a convenient length (150 to 300 mm (6 to 12 in.)).

4.7 *Wood Float*, approximately 75 by 280 by 20 mm thick (3 by 11 by ¾ in.).

NOTE 2—A commercial wood float equipped with a substantial handle can be readily reduced to these dimensions. The float shall be resurfaced or replaced when there is noticeable wear to the floating surface.

4.8 *Brush*, medium-soft bristle 50-mm (2-in.) paint brush to brush the surface of the specimens prior to sealing.

4.9 *Curing Cabinet*, maintained at a temperature of $37.8 \pm 1.1^\circ\text{C}$ ($100 \pm 2^\circ\text{F}$) and a relative humidity of $32 \pm 2\%$. The curing cabinet shall be of a design that allows movement of conditioned air such that the solvent from the curing compound will be readily evaporated and eliminated from the system. Air flow over the specimens shall be adjusted to provide an evaporation rate of 2.0 to 3.4 g/h as measured by the procedure of Annex A1. The evaporation rate shall initially be measured for each position in the cabinet in which a sample will be placed, and shall be verified annually and whenever any changes are made to the cabinet. The range of evaporation rates for all specimen positions in the test cabinet shall be reported.

4.10 *Balance*, having the capacity to determine the mass of a filled specimen mold to the nearest 0.1 g or less.

4.11 *Applicator*—For spray application, any apparatus that can be used to apply the curing compound uniformly and with minimum overspray is acceptable. For brush or roller application, use the equipment recommended by the curing compound manufacturer.

5. Materials

5.1 *Portland Cement*, conforming to the requirements for Type I of Specification C 150.

5.2 *Graded Standard Sand*, conforming to the requirements of Specification C 778.

5.3 *Sealing Compound*, that will not be affected by the curing material and which effectively seals against moisture loss between the boundary of the specimen and the edge of the mold.

NOTE 3—Tissue embedding wax, readily available from scientific supply houses, is a convenient and reliable sealant.

6. Conditioning

6.1 The temperature of the room and of all materials when used in this test shall be $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ($73 \pm 4^\circ\text{F}$) unless otherwise specified, and the room humidity shall be $50 \pm 10\%$.

7. Number of Specimens

7.1 A set of three or more test specimens shall be made in order to constitute a test of a given curing material.

NOTE 4—When more than one set of specimens is to be prepared, each set should be handled as a group throughout the preparation to make the elapsed time between molding and application of the curing product as uniform as possible. This may require mixing the mortar for each set separately.

7.2 For determining the quantity of curing compound to be applied (MA) calculate the total top surface area of the specimen, including the seal and the rim of the mold in square millimetres using appropriate geometric formulae.

NOTE 5—The area (A) used in calculating the mass loss per unit area (L) is calculated in 14.2 from the surface dimensions measured inside the seal of the specimen.

8. Proportioning and Mixing Mortar

8.1 *Proportioning*—Determine the sand content of the mortar by adding dry sand to a cement paste having a water-cement ratio of 0.40 by weight, to produce a flow of 35 ± 5 in 10 drops of the flow table, following the procedure described in Test Method C 87. Discard the mix used to determine the proportion of sand to cement.

NOTE 6—The sand:cement ratio required varies with the source of the cement. A ratio of 2.5:1 is suggested as a starting point. Flow may be determined on a 3 to 4 kg batch of mortar which is conveniently mixed in the mixer described in Practice C 305. The mixture used to establish the sand:cement ratio is discarded because it is thought that the age and mixing history of the mortar affect the final moisture loss results and must be controlled.

8.2 *Mixing*—Combine the components of the mortar in a mortar-mixing machine to produce a homogeneous mortar not more than 6 min from the time the water and the cement are combined.

NOTE 7—A generally effective sequence is to add the cement to all of the water in the mixing bowl and allow it to stand for 30 s. Then, mix at low speed for 30 s and, without stopping the mixer, add the sand within 30 s and continue mixing for 1 min. Stop the mixer for 1 min. During the first 15 s, scrape down the sides of the bowl. Finish by mixing for an additional 1 min, and promptly begin molding the specimens.

9. Preparing Specimens

9.1 Thoroughly clean the molds before each use. Use of a mold release is acceptable provided that care is taken to avoid its application to the top rim of the mold to prevent interference with sealing of the edge.

9.2 Half fill the mold and spread the mortar with the back of the spoon to create a layer of approximately uniform thickness. Tamp over the entire surface with one stroke of the 25 by 50 mm (1 by 2 in.) face of the tamper per 1000 mm² of surface area rounded to the nearest integer. Place a second layer of mortar, sufficient in amount to slightly overfill the mold and tamp in a similar manner. Using the 25-mm (1-in.) wide by 150 to 300-mm (6 to 12-in.) long edge of the tamper, fill the indentations made by the tamping and level the surface by pressing down firmly with a series of contacts across the entire surface. Strike off the specimen level with the top of the mold using a wood float with one pass only, in the direction of the



long axis of the specimen for rectangular molds, using a sawing motion of the float. Keep the 75-mm (3-in.) face of the float firmly in contact with the mortar and edges of the mold so that the float creates a uniformly dense surface free of voids and cracks.

9.3 Immediately after molding, wipe the outside surfaces of the molds clean, and place the specimens in the curing cabinet maintained at the conditions specified in 4.9. The specimens shall be level and not subject to vibration. The spacing between the individual specimens and between the specimens and the side walls of the cabinet shall be between 50 and 175 mm (2 to 7 in.). Within these limits the spacing shall be the same for all specimens. Use dummy specimens to fill any empty spaces in the cabinet.

10. Surface Preparation and Edge Sealing

10.1 Remove the specimens from the cabinet immediately upon disappearance of the surface water and lightly brush the surface using just sufficient force to remove the laitance and glaze without scarifying the mortar surface. If surface water appears after brushing, return the specimen to the cabinet but immediately remove the specimen upon the disappearance of the surface water brought to the surface by the brushing operation, and brush again. The mortar shall be free of surface water but shall not be dry below the surface. The proper surface condition will be attained when brushing does not bring free water to the surface, or produce smearing, and can be determined by gently rubbing an area with the finger tip.

NOTE 8—The exposure time in the cabinet and the initial moisture loss that will result in the proper surface condition is characteristic of the curing cabinet used and other testing conditions related to the laboratory performing the test. Uniformity of test surface conditions may be maintained by setting an expected exposure time or initial moisture loss. When any test condition is changed (sand, cement, and so forth), a new exposure time or initial moisture loss, or both, shall be determined.

10.2 Form a V-shaped groove approximately 3 mm ($\frac{1}{8}$ in.) deep and not more than 3 mm ($\frac{1}{8}$ in.) wide between the edge of the mortar specimen and the mold. Fill the groove with the sealing compound. The sealing compound shall not extend more than 6 mm ($\frac{1}{4}$ in.) from the edge of the mold onto the surface of the specimen.

NOTE 9—To cut out the groove for sealing, the tip of a pointed trowel, a pointed spatula, a pointed triangular can opener, or a “hawkbill point” ground on the end of a spatula or knife blade have all been reported to be effective.

11. Application of Curing Materials

11.1 Calculate the mass of the curing compound to be applied, MA , to the nearest 0.1 g based on the specified application rate, the total surface area calculated per 7.2, and the density of the curing compound determined in accordance with Test Method D 1475. If no rate is specified, apply the curing compound at the rate of 5.0 m^2/L (200 ft^2/gal). The method of application shall be in accordance with the manufacturer’s recommendations.

11.2 Immediately after sealing, weigh the specimen to the nearest 0.1 g (M_1); then uniformly apply the curing compound at the specified rate of application. Application shall be made expeditiously to only one specimen at a time.

NOTE 10—It is desirable to use a spray booth or a laboratory hood to control overspray and solvent fumes especially for curing compounds that are sprayed. However, the velocity of air movement in the vicinity of the specimen must be kept at a minimum so as to prevent, as much as possible, significant loss of volatiles during spraying and before the final weighing. Spraying shall be accomplished with the minimum pressure and flow rate of air with which an acceptable spray pattern can be attained.

11.3 Determine the proper coverage by comparing the initial mass of the specimen (M_1), before applying the curing compound, to the mass after coating. The final mass shall equal the initial mass of the specimen plus the predetermined mass of the curing compound to be applied. This will necessitate frequent weighing of the specimen during application as full coverage is approached. In the case of brush application, proper coverage may be determined by weighing the container, brush, and curing compound before and after application of the compound to the specimen. Total time for application shall not exceed 2 min. Weigh to the nearest 0.1 g (M_2). If the final amount of curing compound applied differs from the calculated amount for the specified coverage by more than 10 %, the sample shall be discarded.

NOTE 11—In previous versions of this test method, coverage was determined by weighing the application equipment and the curing compound before and after application to the specimen. Which method is more precise has not been established.

11.4 Return the specimens to the cabinet without delay.

NOTE 12—Unusual loss caused by a leaking mold or a faulty seal may be detected by weighing the specimens 3 to 4 h after application of the curing material. If one specimen has lost considerably more than the others, this specimen is probably faulty. If only three specimens are being tested, consider the test invalid (see 14.4).

12. Determination of Non-Volatile Content of Curing Compounds

12.1 Determine the proportion of non-volatile matter in the curing compound (NV) in accordance with Test Method D 2369.

13. Duration of Test

13.1 Specimens shall be stored in the test cabinet for 72 h, then removed, and immediately weighed (M_3). Other test times may be specified by the purchaser.

14. Calculation

14.1 *Loss of Mass:*

14.1.1 Calculate the loss of mass from each specimen in grams as follows:

$$ML = M_1 + (NV \times MA) - M_3 \quad (1)$$

where:

ML = mass loss of the sample, g,

M_1 = mass of the sealed sample, g,

NV = proportion of non-volatile matter in the curing compound, g,

MA = mass of the curing compound applied, g, $= M_2 - M_1$,

M_2 = mass of the sample immediately after applying curing compound, g, and

M_3 = mass of sample at the conclusion of the test, g.

14.2 *Specimen Area:*

 C 156 – 03

14.2.1 Calculate the area of the specimen (A) in square millimetres by measuring the dimensions of the surface from the inner edges of the seal to the nearest millimetre and applying the appropriate geometric formula.

14.3 For each specimen, calculate the mass loss per unit area (L) in kg/m^2 as:

$$L = 1000 \times ML/A \quad (2)$$

14.4 Rejection of Results:

14.4.1 In a set of three or more specimens, if the difference in moisture loss between the specimen having the greatest loss and that with the least loss exceeds $0.15 \text{ kg}/\text{m}^2$, the test shall be repeated and the average taken as that of all specimens in the original and repeat tests. If, after the repeat test, it is determined that the result on a single specimen, whether from the original or repeat test, meets the criteria for rejection as an outlier as given in Practice E 178, such value shall be disregarded and a new average calculated that does not include such outlying value.

15. Report

15.1 Report the following information for the materials tested:

- 15.1.1 Manufacturer's name, address, and brand designation,
- 15.1.2 Type of curing material,
- 15.1.3 Manufacturer's batch number,
- 15.1.4 Quantity of material represented by the sample,
- 15.1.5 Date sampled, and
- 15.1.6 Source of the sample.

15.2 Report the following information regarding the test:

- 15.2.1 Laboratory sample identification,
- 15.2.2 Surface area inside the seal and depth of mortar specimens,
- 15.2.3 Brand of cement used,
- 15.2.4 Proportions of mortar by weight,
- 15.2.5 Method of application,
- 15.2.6 Duration of the test,
- 15.2.7 Range of evaporation rates of test cabinet,
- 15.2.8 Rate of application, and
- 15.2.9 Average loss of water per unit area.

16. Precision and Bias

16.1 *Precision*—Efforts to establish a more meaningful measure of the precision of this test method continue. The previous version of this test method, containing some differences in testing technique, contained a precision statement. The single-operator standard deviation was reported as $0.13 \text{ kg}/\text{m}^2$ and the multilaboratory standard deviation as $0.30 \text{ kg}/\text{m}^2$.⁷

16.2 *Bias*—Since there is no accepted reference material suitable for determining the bias of this test method, no statement on bias is being made.

17. Keywords

17.1 concrete curing materials; liquid membrane-forming curing compounds; moisture retention by concrete curing materials

⁷ See Test Method C 156–80a, 1987 Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.02.

ANNEX

(Mandatory Information)

A1. STANDARDIZATION OF EVAPORATION RATE IN TEST CABINETS

A1.1 This procedure provides a means for measuring the rate of evaporation of water from a standard surface in order to characterize a controlled set of environmental conditions (temperature, humidity, air circulation) by providing a system which will lose water at a nearly constant rate for a period of time long enough to establish a characteristic rate. Comparison of results from different positions in the same cabinet can establish whether or not conditions are uniform throughout the cabinet. Comparisons between labs may help to rationalize differing results.

A1.2 Apparatus:

A1.2.1 *Cup*—A permeability cup, conforming to the specifications of Test Method D 1653.

A1.2.2 *Filter Paper*—7 cm disks.⁸

A1.2.3 *Absorbent Filler*—Absorbent cotton balls.⁹

A1.2.4 *Mold Cover*—Stiff cardboard or sheet metal plate having the same dimensions as the top of the specimen mold, and having a 63 mm (2½ in.) diameter hole in its center.

A1.2.5 *Balance*—Any balance having a capacity of 200 g or more and a sensitivity and accuracy of 0.01 g or less.

A1.3 Procedure:

A1.3.1 Fill the permeability cup with the absorbent filler using three cotton balls pulled together to make a uniform sponge. Fill the cup with distilled water, lay a disk of filter paper over the cup, and complete assembly of the cup. Place the mold cover on top of an empty specimen mold and fasten it in place with masking tape. Put the cup in the hole in the center of the mold. Place the mold and cup in the test cabinet in the position to be tested and allow 1 h for it to reach temperature equilibrium. Determine the mass of the cup to the nearest 0.01 g and immediately return it to the cabinet. Reweigh at approximately 1 h intervals for 5 to 7 h. Record the mass and the total elapsed time to the nearest 2 min for each interval.

⁸ Whatman No. 1, or equivalent, has been found suitable for this purpose.

⁹ Johnson & Johnson Code 6101, or equivalent, has been found suitable for this purpose.


C 156 – 03
A1.4 Calculation:

A1.4.1 Calculate the total mass loss at each time interval as follows:

$$L = m_i - m_t \quad (\text{A1.1})$$

where:

L = cumulative mass loss,

m_i = initial mass, and

m_t = mass at time, t .

A1.4.2 Plot the cumulative mass loss (L) versus elapsed time (t) and determine the slope for the test period. Report as loss rate in grams per hour. Alternatively, the slope may be

calculated by a “least squares” method. (The rate of loss should be nearly constant throughout the test period.)

A1.5 : Precision and Bias:

A1.5.1 *Precision*—Data for a precision statement is being collected.

A1.5.2 *Bias*—This test method has no bias because the evaporation rate is defined only in terms of this test method.

SUMMARY OF CHANGES

This section identifies the location of changes to this test method that have been incorporated since the last issue, C 156-02.

(1) Added Warning statement to paragraph 1.3, and new footnote.²

ASTM International takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org).

Anexo 7



Designation: C 309 – 03

Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete¹

This standard is issued under the fixed designation C 309; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope

1.1 This specification covers liquid membrane-forming compounds suitable for application to concrete surfaces to reduce the loss of water during the early-hardening period. White-pigmented membrane-forming compounds serve the additional purpose of reducing the temperature rise in concrete exposed to radiation from the sun. The membrane-forming compounds covered by this specification are suitable for use as curing media for fresh concrete, and may also be used for further curing of concrete after removal of forms or after initial moist curing.

NOTE 1—Solutions of silicate salts are chemically reactive in concrete rather than membrane-forming; therefore, they do not meet the intent of this specification.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as the standard. The values given in parentheses are provided for informational purposes only.

1.3 The following precautionary caveat pertains only to the test methods portion, Section 10, of this specification: *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

1.4 The text of this standard references notes and footnotes which provide explanatory material. These notes and footnotes shall not be considered as requirements of the standard.

2. Referenced Documents

- 2.1 *ASTM Standards*:
C 156 Test Method for Water Retention by Concrete Curing Materials²
D 56 Test Method for Flash Point by Tag Closed Tester³

¹ This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.22 on Curing Materials.

Current edition approved July 10, 2003. Published September 2003. Originally approved in 1953. Last previous edition approved in 1998 as C 309 – 98a.

² *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 04.02.

³ *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 05.01.

- D 869 Test Method for Evaluating Degree of Settling of Paint⁴
D 883 Terminology Relating to Plastics⁵
D 1309 Test Method for Settling Properties of Traffic Paints During Storage⁴
D 2369 Test Method for Volatile Content of Coatings⁶
D 3960 Practice for Determining Volatile Organic Compound (VOC) Content of Paints and Related Coatings⁶
E 1347 Test Method for Color and Color-Difference Measurement by Tristimulus (Filter) Colorimetry⁶

3. Classification

3.1 The following types of liquid membrane-forming compounds are included:

- 3.1.1 *Type 1*—Clear or translucent without dye,
3.1.2 *Type 1-D*—Clear or translucent with fugitive dye, and
3.1.3 *Type 2*—White pigmented.

3.2 The solids dissolved in the vehicle shall be one of the following classes:

- 3.2.1 *Class A*—No restrictions,
3.2.2 *Class B*—Must be a resin as defined in Terminology D 883.

NOTE 2—Permanent colors other than white, or other special attributes, are beyond the scope of this specification and are subject to negotiation between the purchaser and the supplier.

4. Ordering Information

4.1 The purchaser shall include the following information in the purchase order when applicable:

- 4.1.1 Type of liquid membrane-forming compound and class of solids to be furnished, and
4.1.2 Rate of application to be used to determine conformance to this specification. If not specified, the liquid membrane-forming material shall be applied at a rate of 5.0 m²/L (200 ft²/gal) for testing purposes.

NOTE 3—The application rate used for testing may, or may not, be the same as the rate to be used for field application. Many agencies use the same rate for field application on relatively smooth surfaces as the rate

⁴ *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 06.02.

⁵ *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 08.01.

⁶ *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 06.01.

 C 309 – 03

used for testing, while requiring a substantially greater field application rate on deeply textured surfaces.

4.1.3 The intended method of application (for example, spraying, brushing, or by roller). If not specified, the material shall be of a sprayable consistency.

4.1.4 Maximum permissible volatile organic compound (VOC) content if required by applicable regulations.

5. General Requirements

5.1 Liquid membrane-forming compound Types 1 and 1-D shall be clear or translucent. Membrane-forming compounds with a fugitive dye (Type 1-D) shall be readily distinguishable upon the concrete surface for at least 4 h after application but shall become inconspicuous within 7 days after application if exposed to direct sunlight.

NOTE 4—No laboratory test for the fugitive characteristic of the color in dyed (Type 1-D) compounds is provided in this specification. The disappearance of these colors is strongly dependent on the nature of the exposure and the rate of application of the compounds.

5.2 Type 2 liquid membrane-forming compounds shall consist of finely-divided white pigment and vehicle, ready-mixed for immediate use as is. The membrane-forming compound shall present a uniform white appearance when applied uniformly to a new concrete surface at the specified rate of application.

5.3 Liquid membrane-forming compounds shall be of such a consistency that they can be readily applied by spraying, or by brushing or rolling, when specified, to a uniform coating at temperatures above 4°C (40°F).

NOTE 5—For uniform application in the field on vertical concrete surfaces, the specified rate of application may be achieved by two coats applied at an interval of approximately 1 h.

5.4 Liquid membrane-forming compounds shall adhere to freshly placed concrete that has stiffened or set sufficiently to resist marring during application, and to damp, hardened concrete, and shall form a continuous film when applied at the specified rate of application.

5.5 Liquid membrane-forming compounds shall not react deleteriously with concrete. Deleterious reactions are detected by scratching the surface of a mortar specimen (used for the water-retention test) with a knife or screwdriver, not less than 72 h after application, and comparing with the surface hardness similarly determined of a similar specimen that has been moist-cured for approximately half as long. Any softening of the liquid membrane-forming compound-treated surface indicated by such a comparison shall be considered sufficient cause for rejection of the compound.

NOTE 6—Testing for deleterious reactions need only be done for curing compounds of a new or unknown composition.

5.6 Liquid membrane-forming compounds shall be storable for at least 6 months without deterioration, except compounds of the water-emulsion type will not be expected to resist freezing. Type 2 liquid membrane-forming compounds shall not settle out excessively or cake in the container, and shall be capable of being mixed to a uniform consistency by moderate stirring or agitation. When tested for long-term settling, as stated in 10.4, the compound shall have a rating of not less than four.

5.7 The volatile portion of liquid membrane-forming compounds shall be of materials that are neither toxic,⁷ nor have flash points less than 10°C (50°F), when tested in accordance with 10.6, and shall meet applicable air pollution requirements. When required by the purchaser, the manufacturer shall furnish the VOC content of the liquid membrane-forming compound. The VOC content shall be determined according to Practice D 3960 or as required by the applicable specifications. It is the responsibility of the purchaser to specify and apply the product in accordance with applicable Federal, state, and local regulations.

6. Water Retention Properties

6.1 Liquid membrane-forming compounds, when tested in accordance with 10.1, shall restrict the loss of water to not more than 0.55 kg/m² in 72 h.

7. Reflectance Properties

7.1 Type 2 liquid membrane-forming compounds, when tested in accordance with 10.2, shall exhibit a daylight reflectance of not less than 60 %.

8. Drying Time Requirement

8.1 Liquid membrane-forming compounds, when tested in accordance with 10.3, shall dry to touch in not more than 4 h.

9. Sampling

9.1 Samples shall be taken either at the plant or warehouse prior to delivery, or at the point of delivery, at the option of the purchaser. If sampling is done prior to shipment, the inspector representing the purchaser shall have free access to the materials being sampled and shall be afforded all reasonable facilities for inspection and sampling.

9.2 Shake or thoroughly stir liquid membrane-forming compounds before taking a sample. Take one sample for each lot, batch, or other unit of production in a shipment. If the liquid membrane-forming compound is in mixing tanks or vats, one third of the sample shall represent the material coming from the tank at the beginning of the filling operation, one third shall represent the material coming at the middle of the filling operation, and one third shall represent the material coming at the end of the filling operation. If the liquid membrane-forming compound to be sampled is in containers, obtain a sample by taking a portion out of a number of containers equal in number to the next integer larger than the cube root of the total number of containers in the lot.

9.3 Seal all of the filled containers represented by the sample to prevent leakage, substitution, or dilution. The sampling agency shall mark each container represented by the sample with a suitable identification mark for later identification and correlation.

⁷ Toxicity is dependent on the type of material, duration of exposure, and concentration. Concentration will depend on conditions under which the membrane-forming compound is used, that is, in an enclosed space, outside without wind, or outside with wind. Relative toxicity of some materials may be determined from the current edition of "Threshold Limit Values of Airborne Contaminants Adopted by ACGIH," available from the American Conference of Governmental Industrial Hygienists, P.O. Box 1937, Cincinnati, OH 45201.



10. Test Methods

10.1 *Water Retention Test*—Using the application rate specified by the purchaser, or 5.0 m²/L (200 ft²/gal) if no rate is specified, test for water retention using Test Method C 156.

10.2 *Reflectance Test*—For Type 2 compounds, on completion of the water retention test, determine the daylight reflectance of the specimens in accordance with Test Method E 1347.

NOTE 7—Daylight reflectance is total luminous reflectance factor, CIE tristimulus value Y for CIE 1931 (2°) standard observer and CIE standard illuminant C or D56.

10.3 *Drying Time Test:*

10.3.1 *Scope*—This test method is used to determine the length of time for a liquid membrane-forming curing compound to dry to the touch and develop into a film that will not track off the concrete.

10.3.2 *Significance and Use*—The ability of a liquid membrane-forming curing compound to dry in a suitable length of time ensures the user of the ability to perform other tasks on the concrete, such as sawing joints, and so forth, without lifting the membrane from the concrete by tracking.

10.3.3 *Procedure*—Apply the membrane-forming compound to a fresh mortar specimen at the specified rate of application and expose it to air at 23 ± 2°C (73.4 ± 3.6°F), 50 ± 10 % relative humidity, and at an air velocity of approximately 183 m/min (600 ft/min) horizontally across the surface of the test specimen. Test the film with the finger using moderate pressure. Consider the film to be dry when the soft tacky condition no longer exists and the film feels firm.

10.3.4 *Precision and Bias*—The precision for this procedure is still being determined. The value of drying time can be defined only in terms of a test method; therefore, no statement of bias is being made.

10.4 *Long-Term Settling Test*—Use Test Method D 1309 for routine testing. In the case of dispute, use Test Method D 869.

10.5 *Nonvolatile Content Test*—Test in accordance with Test Method D 2369.

10.6 *Flash Point Test*—Test in accordance with Test Method D 56 using the liquid membrane-forming compound as supplied.

10.7 *VOC Content Test*—When required, use the applicable test methods from Practice D 3960 or determine the VOC content by the procedures specified by the purchaser.

11. Packaging and Package Marking

11.1 The liquid membrane-forming compound shall be delivered in the manufacturer's original, clean, sealed containers. Each container shall be legibly marked with the name of the manufacturer, the trade name of the liquid membrane-forming compound, the type of liquid membrane-forming compound and class of solids, the nominal percentage of nonvolatile material, and the manufacturer's batch or lot number (Note 8). The manufacturer will assign batch or lot numbers to the quantity of membrane-forming compound mixed, sampled, and tested as a single lot. The manufacturer shall exercise care in filling the containers so that all are equally representative of the compound produced.

NOTE 8—The listing of the nominal percentage of nonvolatile material by the manufacturer, and the reporting of this information on the identification accompanying the sample, will assist the testing agency in determining whether the compound in the containers was adequately stirred and the sample is reasonably representative of the membrane-forming compound produced. Type 2 membrane-forming compounds are especially prone to separation due to settling of the pigment.

12. Keywords

12.1 concrete curing; liquid membrane-forming compounds for curing concrete

ASTM International takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org).