

## Caso Histórico de Durabilidad de Geomembrana de PVC

Existe la creencia entre algunos miembros de la comunidad de la industria de los geosintéticos a nivel mundial de que las geomembranas de PVC se degradan después de su instalación. Aún cuando es verdad que el PVC puede en efecto degradarse al estar en contacto con algunos productos químicos, la misma verdad se aplica a otras geomembranas como el polietileno. No existe una geomembrana que sea perfecta en términos de compatibilidad con productos químicos. Por ejemplo, ni el PVC ni el polietileno son compatibles con el benceno; sin embargo, las geomembranas de uretano están disponibles por su capacidad de retención de este producto químico.

Las resinas de PVC son de por sí, componentes duros, quebradizos debido a su fuerte grado de afinidad entre los átomos de hidrógeno y cloro de las cadenas de polímeros adyacentes, lo que resulta en una afinidad secundaria entre las cadenas de los polímeros. Con el fin de facilitar el proceso de elaboración de las geomembranas, se le agregan plastificantes a la resina para aumentar sus propiedades de elongación y flexibilidad. Los plastificantes son líquidos orgánicos claros, que mejoran los procesos y entregan las propiedades físicas asociadas con las geomembranas de PVC. Estos componentes caen en dos categorías basadas en su compatibilidad con la resina: plastificantes primarios, aquellos que tienen un alto grado de compatibilidad con la resina matriz del PVC, y los plastificantes secundarios, que son utilizados en algunos mercados en vez de los primarios para reducir los costos generales. Hay muchos tipos diferentes de plastificantes primarios que se usan en el PVC, dentro de los cuales los ftalatos son los más comunes en la fabricación de geomembranas de PVC, porque le entregan a la geomembrana el mejor balance de sus propiedades.

Las geomembranas de PVC típicas contienen entre un 30 a un 35 por ciento de plastificante por peso. Los plastificantes en la superficie de la geomembrana están expuestos a emigrar fuera del producto. Los plastificantes dentro de la carpeta, que se adhieren en forma secundaria a la cadena del PVC, necesitan estímulos para emigrar. La pérdida de plastificante está una función del tipo de plastificante, temperatura, espesor de la carpeta, condiciones medio ambientales y tiempo de exposición. El peor caso de pérdida de plastificante ocurre cuando se presenta un gran gradiente de compuestos orgánicos entre la geomembrana y el medioambiente que la rodea. En este caso, el gradiente tiene que tener la suficiente energía como para sobrellevar la adhesión Van der Waals del grupo éster del componente, permitiendo que el grupo lineal se separe de la cadena y proporcione los pasos migratorios entre las cadenas. A medida que se reduce el porcentaje de plastificante, aumentan las adhesiones secundarias entre las cadenas de polímeros, 'encerrando', al resto del plastificante. Los estudios realizados por el *Bureau of Reclamation* de USA en geomembranas de PVC de 10-mil usadas en revestimiento de canal muestran que el 54 por ciento del contenido inicial del plastificante ha permanecido después de 19 años de servicio. En esta aplicación, el gradiente orgánico fue muy alto debido a que las aguas escurrían dentro de los canales, reduciendo al mínimo las concentraciones orgánicas en la superficie de la geomembrana. Aún con una pérdida de un 46 por ciento del plastificante, la geomembrana cumplía con las especificaciones del diseño original.

Los casos históricos de geomembranas en condiciones reales contienen una de las informaciones más importantes que se pueden recopilar para determinar su rendimiento a largo plazo. Las oportunidades para evaluar el rendimiento de la geomembrana en estas condiciones es muy limitada debido a los gastos que involucra el excavar la geomembrana y el temor a provocar una alteración a la geomembrana al intentar obtener una muestra. Esto nos deja solamente unas pocas oportunidades para investigar la durabilidad, tales como en los casos en que los sitios están siendo expandidos o requieren de alguna modificación. Para aumentar el

# PGI Technical Bulletin

..... July 1998

número de casos históricos, el PGI ha iniciado un proyecto de investigación con el Departamento de Recursos Naturales del estado de Minnesota, USA. El principal objetivo de este proyecto es el de investigar la durabilidad a largo plazo (30 años) de las geomembranas de PVC y las uniones. Se obtienen muestras en forma anual de las diferentes geomembranas de PVC y de sus uniones de una cubeta con un doble sistema de geomembranas que contiene drenaje de minas. Puesto que este proyecto está en el segundo año de una duración de 30 años, se buscaron otros casos históricos para entregar una idea con respecto a la durabilidad a largo-plazo de las geomembranas de PVC. Los párrafos siguientes describen tal caso histórico.

En 1993 una laguna en un campo de golf estaba siendo ampliada y la geomembrana de PVC que existía fue excavada en el proceso. El lugar era en el Lago del Campo de Golf Norte ubicado en la parte norte de la baja península de Michigan, USA. De acuerdo a Jerry Matthews, el arquitecto del campo quien originalmente había diseñado el proyecto, la geomembrana de PVC fue instalada en el verano de 1968. El material, una geomembrana de PVC de 10 mil, fue originalmente recubierta con doce pulgadas de arena. Aproximadamente seis a ocho pulgadas de limo se habían acumulado sobre la arena durante el período de 25 años desde 1968 a 1993.

El clima extremadamente duro, con temperaturas en invierno que caen mucho más bajo que los 0° F y las temperaturas en verano que suben por sobre los 90° F. También, basándose en otros estudios previos de extracción de plastificante, las aguas de lluvia pueden ser más severas que un lixiviado en un relleno sanitario municipal típico. Este fenómeno se debe al hecho de que hay un gradiente mayor para la migración de plastificante en el agua que en el lixiviado, debido a la falta de compuestos orgánicos en el agua. Por último, esta geomembrana tiene un espesor de solamente 10 mil. Los cambios en la geomembrana de PVC ocurrirán en forma más rápida con este espesor que con los espesores más gruesos de 20 a 40 mils, que se usan comúnmente en los proyectos de hoy en día. Por todas estas razones, este lugar proporcionó información significativa en relación al rendimiento a largo plazo de las geomembranas de PVC.

Se sacaron muestras para evaluar las propiedades físicas del material de origen y de las uniones en la planta de elaboración y en terreno. En 1968, todas las uniones eran realizadas utilizando soldadura de fusión química. Se realizaron las pruebas físicas, de acuerdo al Estándar 54 de la NSF para geomembranas de PVC, junto con los análisis químicos a la lámina. Las pruebas específicas que se realizaron incluyeron espesor, peso específico, resistencia a la tracción, elongación, 100% módulo y al rasgado. Las pruebas de desgarre y corte fueron practicadas tanto en las uniones de planta como en terreno. Los resultados de estas pruebas se resumen en las Figuras 1 y 2. Hay varios puntos que son inmediatamente definidos de esta data.

Las propiedades físicas sobrepasaban los requerimientos del Estándar 54 - 83 de la NSF aún después de 25 años. De hecho, sobrepasaban al Estándar 54 en un amplio margen.

No había deterioro en las uniones determinado por los valores de desgarre y de corte tanto en las uniones en terreno como en la planta de fabricación. Todas las pruebas realizadas para determinar el desgarre en la planta de fabricación y en terreno resultaron en una adherencia lámina-rasgado.

Las pruebas analíticas confirmaron que la fórmula de esta geomembrana de PVC ha cambiado muy poco a través de un período de 25 años. Las fórmulas de las geomembranas de PVC actuales tienen cerca de 30% de plastificante, vs el 27.8% encontrado en esta geomembrana. (Una muestra de geomembrana no expuesta no estuvo disponible para propósitos comparativos así es que el resto del contenido de plastificante fue comparado con la fórmula de una geomembrana actual, p.ej., 30% del plastificante.) Puede concluirse que la geomembrana había alcanzado un estado estable con el medio ambiente hostil que la rodeaba y que no estaba perdiendo más plastificante.

# PGI Technical Bulletin

..... July 1998

Las muestras en sí estaban aún muy flexibles y no mostraban signos de deterioro o de agrietamiento en su superficie. No había signos físicos que indicaran que la geomembrana **no** se hubiese desempeñado de acuerdo al diseño en sus 25 años de servicio.

Este estudio solamente se suma a la enorme cantidad de información que va en aumento y que sugiere que las geomembranas de PVC son una alternativa viable para una amplia gama de aplicaciones. El hecho de si contienen plastificante no es el problema que algunas personas podrían creer, pero otorga a la geomembrana la flexibilidad, lo que es importante en el diseño de geosintéticos, instalación y servicio a largo-plazo.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Environmental Protection, Inc le entrega este Boletín Técnico de PGI para su información. Usted puede solicitar una copia original de este boletín escribiendo a PVC Geomembrane Institute, PGI - Technology Program, University of Illinois, 2215 Newmark Civil Eng. Lab, 205 North Matthews Ave., Urbana, IL 61801, o por teléfono a PGI al 217-333-3929, o por medio de correo electrónico a [pgi-tp@uiuc.edu](mailto:pgi-tp@uiuc.edu)