

Con frecuencia se utilizan los geosintéticos en proyectos de construcción de carreteras o lagunas. Pero también son útiles en rellenos sanitarios, para su explotación diaria y su clausura.

Aplicaciones de geosintéticos en rellenos sanitarios abarcan su clausura

por el Ing.
M. C. Ortega

El relleno de la ciudad de Tacoma se integró en el proyecto de Superfondo del Canal del Sur de Tacoma / Bahía Commencement, a raíz de una investigación por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los EUA (EPA). A finales de los años 1980, varias legislaciones establecieron una lista de sitios muy contaminados que debían ser remediados con prioridad. Para su financiamiento el Gobierno Federal estableció un fondo llamado Superfondo. Cuando se designa un relleno sanitario como un sitio de Superfondo, se realiza un estudio con respecto a la factibilidad de su remediación y luego la EPA determina las pautas para los procedimientos necesarios de limpieza. La decisión para el sitio de Tacoma incluía el provisto que el relleno se debía tapar y que se limitarían las operaciones en el sitio. "Tuvimos que ponerle una tapa doble al relleno", explicó Mary Henley, ingeniero civil del proyecto. "También tuvimos que poner un sistema de extracción de aguas freáticas".

El Servicio Público de Basura de Tacoma, parte del Departamento de Obras Públicas de la ciudad, controla completamente la recolección y la explotación del relleno. "La ciudad de Tacoma asumió la responsabilidad de los costos para acelerar la limpieza", indicó Jody Clark, ingeniero de proyectos del servicio público. "Ciertos costos fueron pagados por una subvención del Departamento de Ecología y otros fueron financiados por el presupuesto de basura, como que a su vez recibe fondos de los residentes y negocios en el área, por medio de las cuotas de recolección y de vertimiento en los rellenos". Se impusieron limitaciones de tiempo estrictas sobre las operaciones y el costo

de los equipos para terminar el trabajo de manera satisfactoria era elevado. "Debido al plazo del contrato, durante los dos años de la Fase Uno y de la Fase Dos, el contratista utilizó muchos equipos", explicó Clark. "Tenían cinco o seis traíllas funcionando simultáneamente nivelando el sitio, y pienso que tenían hasta cincuenta camiones y remolques en la obra". Muchas compañías estaban involucradas en la clausura. Una empresa asesora (Black & Veatch) diseñó la mayoría del revestimiento y de los trabajos de tierra. Mary Helen y Jody Clark coordinaron los esfuerzos para la ciudad.

El Servicio Público de Basura de Tacoma contrató a **National Seal Company** para instalar el revestimiento. Emplearon hasta sesenta y ochenta personas en la obra. Al saber que el tiempo era crítico, se utilizaron tres cuadrillas para la instalación del revestimiento y una cuarta para desplegar y soldar los textiles y la malla. En un día se instalaron 28.000 m² de revestimiento. El sistema de recubrimiento doble exigido para el sitio de Tacoma incluía un forro inferior con un mínimo de 60 mil de revestimiento de HDPE (polietileno de alta densidad) y una capa superior de 60 mil de HDPE, malla de drenaje y geotextil. La superficie integral tapada por Nacional Seal era de aproximadamente 60 hectáreas.

"El desafío principal que tuvimos durante el cierre de este relleno fue la construcción de un revestimiento en invierno", comentó Henley. "El contratista estaba sujeto a fuertes penalidades si no se terminaba el trabajo en la fecha especificada en el decreto de consentimiento". La supervisión y evaluación constante de la EPA y del Departamento de Ecología durante el diseño y la construcción no ayudaron a acelerar el proyecto, y los

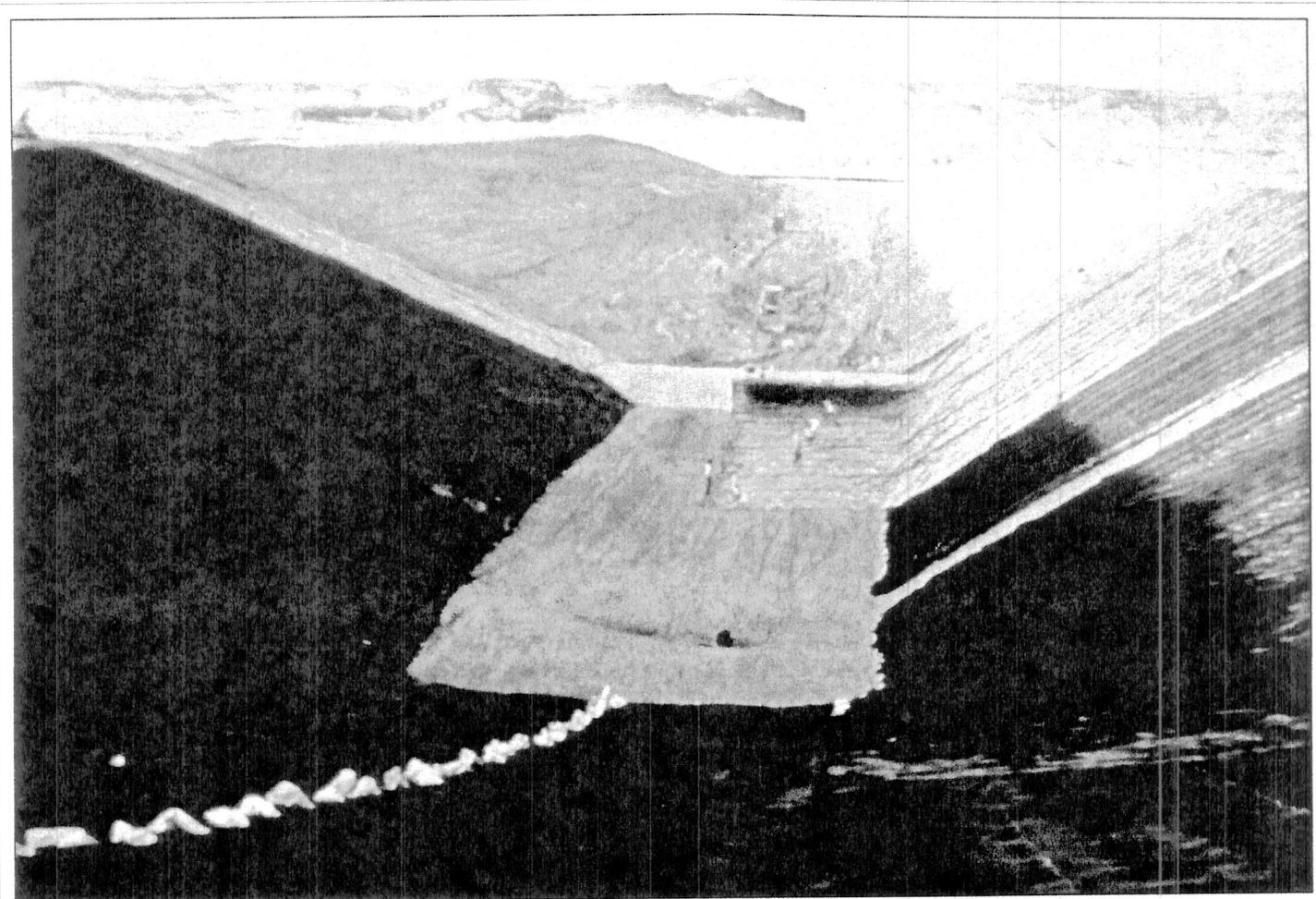


Foto cortesía de
National Seal Company.

Los geosintéticos también pueden resolver los problemas de rellenos sanitarios peligrosos.

ingenieros opinaron que al dedicar más tiempo y cuidado durante la fase de diseño se podrían evitar los excedentes de costos que otros municipios y propietarios de rellenos tuvieron en circunstancias similares. "Creo que también tuvimos que pagar más debido a la cantidad de equipos que los contratistas trajeron a la obra", explicó Henley.

Cubierta de relleno proporcionada por geomembrana sintética innovadora

Una vez que un relleno no acepta más desechos, se le debe instalar una tapa final. Como mínimo, esta debería consistir en una capa para evitar las infiltraciones y una capa contra la erosión. El propósito del estrato para evitar infiltraciones es prevenir que se infiltre agua en el relleno, lo que a su vez obvia que se acumule un lixiviado excesivo (agua que ha pasado por los desechos) en el revestimiento de la celda. Debido a que está contaminado por los residuos del relleno, el lixiviado es un peligro ambiental y se debe descartar por medio de la capa de recolección de lixiviado en el sistema de revestimiento de la celda. La capa de prevención de infiltración debe tener una permeabilidad inferior o igual al sistema de revestimiento en la base de la celda del relleno, pero no debe ser superior a 1×10^{-5} cm/sec. Tradicionalmente una capa de un metro de arcilla compactada se utilizaba para construir esta capa de prevención de la infiltración pero muchos municipios ahora están adoptando revestimientos geosintéticos como cubierta, por varias

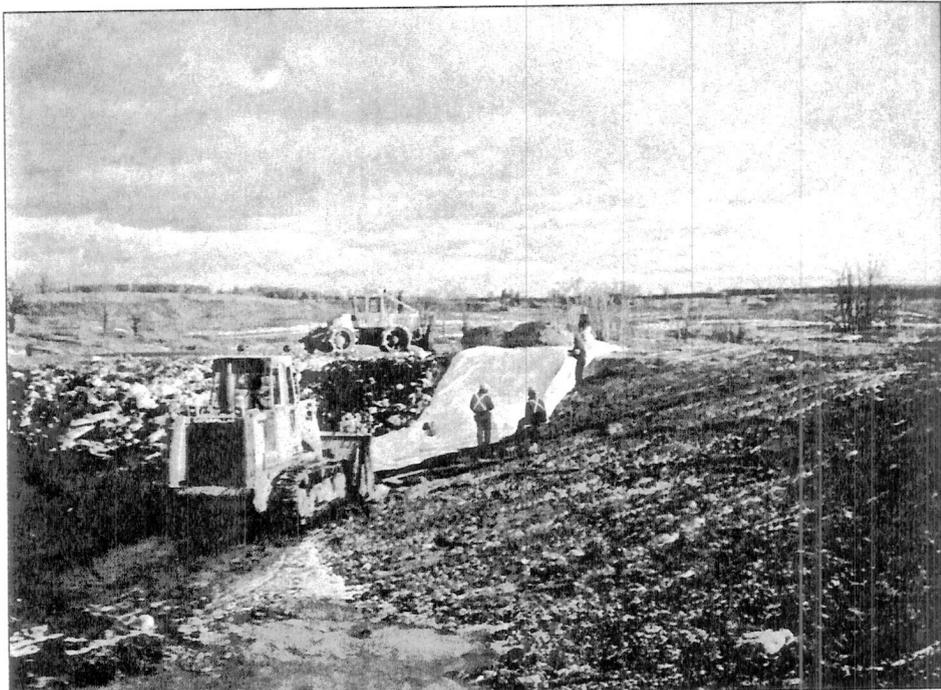
razones.

Los revestimientos geosintéticos proporcionan características de impermeabilidad mejores que la arcilla. No se agrietan tan fácilmente debido a hundimientos. Tampoco se desecan. Permiten acumular gas para su conversión en electricidad. Asimismo consumen un volumen del relleno muy inferior a un metro de arcilla y el costo de transportar los rollos de geosintético es mucho menos que el de enviar toneladas de arcilla. Debido a que se requiere menos tiempo para su construcción, los revestimientos de geomembrana sintética reducen el costo general de la instalación. Por estas razones, las autoridades del condado de Florida decidieron tapar una celda existente con un revestimiento de geomembrana sintética. Sería el recubrimiento de relleno sanitario más grande de Florida, de 49 hectáreas, más de 175.000 m^3 en su totalidad.

Antes que el municipio y el contratista acepten un revestimiento sintético determinado para tapar un relleno, el material de revestimiento debe satisfacer ciertas características. Cualquier cubierta debería tener la elongación y la flexibilidad necesarias para adaptarse a hundimientos posibles y al asentamiento diferencial del contenido del relleno. Además, debería contar con una resistencia excepcional a perforaciones y a agrietamientos por esfuerzos. Normalmente, sólo los revestimientos de VLDPE (polietileno de muy baja densidad) demostraban este tipo de características. Sin embargo, puesto que cualquier cubierta de relleno podría estar expuesta a pro-

ductos químicos que pudieran amenazar la integridad de una geomembrana de VLDPE, también tiene que tener la resistencia superior del HDPE. El lixiviado se desplaza tanto lateral como verticalmente en el relleno; llega al interior de la barrera de geomembrana y se escurre hacia abajo. Finalmente, el revestimiento para cubrir un relleno tiene que tener una impermeabilidad superior a gases, a fin de capturar el metano y otros gases, para su extracción y conversión en electricidad.

A fin de satisfacer todos estos requisitos, el condado seleccionó un revestimiento de 40 mil Coex Seal® de National Seal Company para la parte superior de la cubierta, y un revestimiento de 40 mil de Coex Seal texturado (Friction Seal® CX) para los taludes laterales. Coex Seal es un revestimiento de geomembrana coextruido patentado que combina la flexibilidad y la resistencia a agrietamientos del VLDPE con la solidez del HDPE. Este revestimiento coextruido consiste en un corazón de VLDPE (cerca de 60 por ciento de su espesor) entre capas externas de HDPE (cerca de 20 por ciento cada una). Friction Seal CX forma parte de la gama completa de revestimientos de geomembrana texturada. Un procedimiento secundario de producción utilizado para hacer Friction Seal, que une una superficie texturada a una o ambas caras de una capa de base, no compromete las tolerancias de espesor del revestimiento o las propiedades de su capa de base. El ingeniero del proyecto puede seleccionar la hoja texturada más apropiada para una aplicación determinada, con capas de base ya sea de Dura Seal® o de Coex Seal. En Flori-



Las cubiertas geosintéticas están reemplazando la tierra para la cobertura diaria de los rellenos. Muchas se pueden instalar con los equipos existentes en el sitio mismo.

hubiera sido el VLDPE. Coex Seal ofrece una ventana de soldar más grande que el VLDPE porque es más versátil en lo que respecta la soldadura por fusión. Se puede soldar en situaciones extremas de sol, temperatura y humedad. Se reducen los tiempos y los costos de instalación. Debido a que el revestimiento es tan fácil de utilizar, el contratista de movimiento de tierras pudo trabajar a plena velocidad, sin preocuparse de volver a retocar la base inferior preparada debido a la exposición excesiva al sol o la lluvia. Las cuadrillas de soldadura literalmente seguían detrás de las topadoras que esta-

cada 150 metros. En cada falla, la junta circundante se debe probar y volver a soldar para garantizar la seguridad de la soldadura. En los recubrimientos de rellenos sanitarios es común un índice de error de un dos o tres por ciento. En el relleno de Florida arriba descrito, hubo una sola falla en 738 muestras destructivas, un índice sumamente bajo de sólo 0,14 por ciento. De los 112.471 metros lineares de juntas, se tuvieron que reconstruir sólo 12 metros. Esta cifra también incluye las soldaduras realizadas en los taludes laterales.

Alternativas de la tierra para las cubiertas diarias

Para tratar de controlar los olores desagradables, reducir la cantidad de basura que el viento recoge del vertedero y sopla hacia la ciudad, y para disuadir a los roedores y otros animales que representan otro tipo de peligro para la población, muchas ciudades requieren que los desechos sólidos se cubran cada día con "algo". Este "algo" generalmente es tierra, aproximadamente 150 milímetros esparcidos sobre la basura recogida ese día.

En regiones donde la tierra es abundante, se vierte sobre el relleno, y se distribuye uniformemente, y no parece ser ningún problema. "¡No es verdad!" afirma el Señor Velázquez, Gerente de un relleno para una ciudad mediana. "Cada vez que agregamos varios milímetros de tierra para cubrir los desechos, reducimos la cantidad de espacio de vertimiento disponible para nosotros. Podríamos

“ El mayor beneficio en este sitio específico resultó estar relacionado con la soldadura y la instalación de las capas. Debido a que Coex Seal despliega las características superiores de soldabilidad de las membranas externas de HDPE, fue más fácil y rápida de soldar que lo hubiera sido el VLDPE.”

da, el Friction Seal no sólo proporcionó la elongación del VLDPE y la resistencia química del HDPE, sino que también permitió los taludes más fuertes posibles sin tener que volver a diseñar el relleno.

El mayor beneficio en este sitio específico resultó estar relacionado con la soldadura y la instalación de las capas. Debido a que Coex Seal despliega las características superiores de soldabilidad de las membranas externas de HDPE, fue más fácil y rápida de soldar que lo

ban colocando la capa de tierra. Una instalación y una soldadura rápidas en este sitio también permitieron plantar 36 hectáreas de grama rápidamente, brindándole a la tapa del relleno una protección inmediata contra la erosión.

También se ahorró dinero en costos de laboratorio para la prueba destructiva en el proyecto. Cuando se suelda cualquier revestimiento, una tercera empresa de asesamiento e inspección lleva a cabo pruebas destructivas de la junta

doblar nuestra carga cada día, primero de los camiones recoge basuras y luego con la tierra que usamos para cubrir la primera entrega. ¡Nos estamos llenando demasiado rápido!" Es posible que hasta el 25 por ciento de un vertedero pronto consista sólo en tierra de recubrimiento. Aunque nadie dude de la importancia de los reglamentos y la necesidad de cubrir los desechos cada día, todo el mundo está buscando un recubrimiento que se pueda volver a utilizar. Los productos que acaparan mucho del espacio disponible no son populares; el espacio vacío se está transformando en el producto más valioso de los rellenos, puesto que los sitios nuevos se hacen más difíciles de conseguir.

Hace algunos años, los problemas de rellenos se resolvieron considerablemente mediante el uso de compactadoras en vez de topadoras; la compactadora en general brinda resultados mejores para aplanar y controlar el volumen de las pilas de residuos. Ahora hay soluciones más nuevas. Las dos que han tenido el impacto más fuerte hasta ahora son la espuma y las carpas de recubrimiento. Hace diez años se introdujo una espuma que se puede rociar sobre el vertedero para controlar los desechos sopladados por el viento, los malos olores y los pájaros, insectos y roedores que allí se alimentan y luego transportan enfermedades hacia la población. El espesor del recubrimiento de espuma es generalmente de 2 mm a 5 mm. La espuma se endurece rápidamente, en dos minutos, y se vuelve una cubierta impermeable imbrífuga e incombustible. El día siguiente, cuando se vacía una carga nueva de desechos sobre la espuma, se compacta a una décima parte de su volumen original. Existen otras espumas que no se endurecen enseguida pero que se quedan húmedas hasta que las operaciones empiecen el día siguiente. Una desventaja de las espumas es que el operador necesita equipos especializados para rociarlas.

Las carpas de recubrimiento se pueden sujetar a la mayoría de los equipos de un vertedero y se pueden instalar en veinte minutos con sólo unos cuantos obreros. Están hechas de paneles de geotextiles de polipropileno o de polietileno no tejidos, y varias marcas se pueden volver a utilizar hasta veinte veces. Ahora se fabrica una carpa de tejido reforzado de polietileno que se afirma ser más ligera y más imbrífuga. Se han realizado estudios que indican que los ahorros que se tienen al usar cubiertas de geosintéticos para vertederos en vez de tierra pueden ser significantes.

Siguen las discusiones sobre cuál método es mejor, las espumas o las carpas. "Los costos iniciales de las espumas

son elevados", acordó Jorge Gálvez, cuyos vertederos utilizan este sistema. "Pero después de la compra inicial de equipos, el método empieza a ser rápidamente económico. Uno tampoco tiene que comprar el equipo más sofisticado y auto-propulsado. Algunas de esas máquinas pueden costar cientos de miles de dólares, pero uno puede comprar modelos excelentes a una décima parte de ese precio. No podíamos utilizar las carpas de recubrimiento porque tenemos tantos vientos fuertes aquí, y las lonas no soportarían muy bien estas condiciones climáticas".

Algunas de las personas desilusionadas con las carpas admitieron que trataron de utilizarlas más de lo que el fabricante recomendaba. "Algunos operadores declaran que utilizan sus geotextiles por más de un año, pero los fabricantes piensan que cuatro a ocho semanas es una vida más apropiada y eficaz. El tiempo puede desempeñar un papel muy importante para el estado de una lona". Varios directores de rellenos recomiendan estar pendiente de fabricantes "efímeros" que declaran que sus lonas baratas son igual de buenas que las de cualquiera. "Uno tiene que hacer negocios con compañías con una buena reputación y con expe-

riencia, o va a comprar un desastre caro", fue como dijo uno de los directores del vertedero de la ciudad.

Aunque siguen las discusiones sobre la espuma y las carpas, otro método de recubrimiento de desechos se está probando en el Reino Unido. Es, de cierta manera, una mezcla de ambas técnicas. Al final del día, se extiende a través del relleno una película fina de polietileno termodegradable con equipos y trabajadores ordinarios del relleno. Se ponen pesos en lugares estratégicos con arena o tierra; casi nunca se necesita más sujeción. El día siguiente, no se quita la película.

Se le pone más basura por encima. A medida que los desechos abajo empiezan a degradarse, el calor de los procesos empieza a descomponer la película. Esta última se degrada completamente en cuestión de semanas o meses (dependiendo de la luz ultravioleta y del calor en el sitio) transformándose en un polvo benigno, derivados de bióxido de carbono y agua. Un solo trabajador puede lograr la colocación de la película en veinte minutos, generalmente el operador de una compactadora con el aditamento para tender la película en su hoja.

Análisis Para la Detección de Compuestos Orgánicos Tóxicos en el Suelo... Con Pruebas Inmunológicas



RaPID Assay[®], juego de pruebas para la detección de: PCB, PCP, PAH, BTEX, TNT.

Análisis fácil puede realizarse en el campo con RaPID Prep[™], juegos de extracción y de toma de muestras de suelos.

Niveles de Detección: 100 ppb en suelo y 0,1 ppb en agua.

Fax: 1-215-860-5213

Ohmicron Environmental Diagnostics Inc.
375 Pheasant Run, Newtown, PA 18940 • EUA

Precio de hasta solamente un 10% de los métodos analíticos convencionales.

OHMICRON
... The Quality Difference