

LOS TEXTILES SINTETICOS Y SU APLICACION EN OBRAS PUBLICAS

Por J. Agustín SANCHEZ REY
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

INTRODUCCION

En 1969, dentro de las obras del bulevar periférico de Caen (Francia), se hizo la primera aplicación experimental de un material cuyo empleo ha ido en crecimiento constante desde entonces. Se trataba del Bidim, uno de los primeros "no tejidos" que se lanzaron al mercado. Aquella iniciativa, que se debió a la colaboración de ingenieros de la sociedad fabricante Rhone-Poulenc y del Laboratorio Regional de Ponts et Chaussées de Rouen, fue seguida con la mayor atención en los medios interesados, y a raíz de ella fueron numerosos los estudios realizados durante los últimos años sobre las propiedades de estos materiales, aunque puede decirse que más numerosos aún que dichos estudios han sido las aplicaciones del material en obras de todo tipo.

Según datos de M. Pasquet, director de la Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, en 1971 Rhone-Poulenc producía del orden de 10 a 15 toneladas de estos productos por mes. En 1973 dicha cantidad se había multiplicado por 10. Dichas cifras son muy significativas del aumento en su uso que se ha debido por una parte a las notables propiedades técnicas del material y a las mejoras que permite en la ejecución de obras, y por otra parte, a los perfeccionamientos introducidos en los sistemas de fabricación conducentes a las grandes capacidades de producción actuales que permiten sustanciales mejoras en calidad y precios.

Paralelamente al crecimiento del consumo, se fueron abriendo nuevos campos de aplicación. Si en un principio las funciones primordiales de los textiles sintéticos eran los directamente "estructurales", de separación de capas, reparto de cargas y aumento de la capacidad portante del suelo, hoy se han añadido a aquella numerosas otras funciones, entre las que las derivadas de la permeabilidad del material ocupan un lugar preferente.

En abril de 1977 se celebró en París un coloquio internacional sobre el empleo de textiles en geotecnia. Allí J.P. Giroud propuso el empleo del término "geotextiles" para designar a todos los materiales de empleo en construcción que hasta entonces se venían denominando según su tipo, como "tejidos" y "no tejidos". Son materiales constituidos en general a base de fibras de materiales sintéticos, de polímeros: poliamidas, nylon, poliéster, polietileno y polipropileno, ya sea en su totalidad, ya sea en combinaciones diversas entre ellas. Las fibras se obtienen por hilatura-estirado de granulados de polímero, dispersados mediante chorro de aire sobre una banda sin fin. Pueden ser cortas, largas o continuas, normalmente con diámetros entre 20 y 50 micras.

Interesa que el material sintético que constituye las

fibras sea lo más ligero posible. Así, a igualdad de peso de la tela, el número de fibras del textil será mayor y por tanto el número de puntos de contacto entre fibras, aumentando el poder filtrante, así como la resistencia a la rotura.

Normalmente los "geotextiles" se presentan en grandes rollos laminares de 100-150-200 metros de longitud, por 4-5 metros de anchura. Suelen presentar un color grisáceo, brillante en ocasiones y con textura suave. El espesor de la lámina es variable entre 0,4 y 6 mm., con pesos entre 100 y 1.500 gramos por metro cuadrado (normalmente entre 100 y 600 gramos por metro cuadrado). En la puesta en obra, la unión entre láminas se hace normalmente por simple solapamiento, en otras ocasiones se recurre a máquinas portátiles que sueldan o cosen las láminas, o bien mediante piquetes que fijan las telas al terreno.

Las fibras constitutivas del textil pueden estar tejidas ordenadamente o bien entremezcladas y fijadas por variados sistemas, dando lugar en este último caso a los llamados "no tejidos", que son los más utilizados en las aplicaciones.

Los que entran dentro de la categoría de tejidos están hechos con hilos, monofilamentos o trenzados, o con estrechas bandas de espesor muy pequeño, que se cruzan normalmente según direcciones perpendiculares y en algún caso en tres direcciones, formando una malla similar a la de cualquier tejido. En todo caso los materiales son sintéticos, como asimismo ocurre en el caso de los "no tejidos".

Estos últimos están constituidos por capas de fibras unidas sin dirección prefijada. La unión entre las fibras, que pueden tener longitudes diversas, se hace bien por termofusión seguida de presión superficial, bien por adición de un aglutinante (látex, resinas metacrílicas) bien por simple entrecruzamiento, que puede perfeccionarse mediante un "agujado" con introducción de pequeños elementos que contribuyen a fijar las fibras. El aspecto final del material es semejante al de un fieltro.

La resistencia, inatacabilidad y demás propiedades de los textiles sintéticos son muy variadas, pero generalmente son materiales a prueba de raíces, mohos, sales, insectos, roedores, etc. El clima les afecta poco, pero algunos pueden verse atacados por álcalis, otros por ácidos, por componentes del asfalto o por aceites. La mayoría se ven afectados si están expuestos durante largo tiempo a la acción de los rayos ultravioleta, volviéndose frágiles, pero aún utilizables. En algunos casos el agua puede llegar a separar las fibras constituyentes. Los polipropilenos, polietilenos, poliésteres y poliamidas parecen inatacables por ácidos y bases, al menos en las condiciones normales de utilización.

FUNCIONES

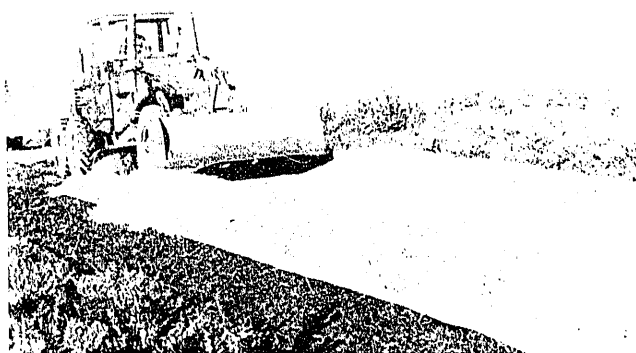
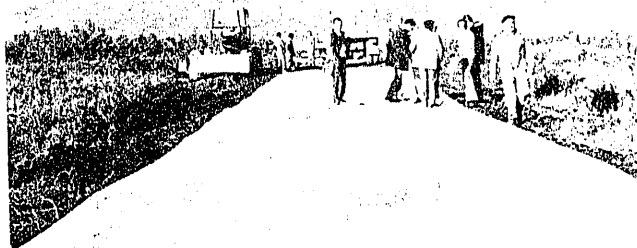
Las funciones básicas de los geotextiles son esencialmente las de:

LOS TEXTILES SINTETICOS Y SU APLICACION EN OBRAS PUBLICAS

—Separar dos capas granulares, que debido a sus diferentes tamaños y huecos, pudieran fácilmente mezclarse, con pérdida de sus cualidades intrínsecas (por ejemplo, si se trata de evitar la contaminación de las capas granulares del firme por ascenso de los finos del terreno subyacente).

—Filtrar, reteniendo las partículas sólidas, pero dejando pasar el agua a su través.

—Aumentar las resistencias, actuando a modo de "armadura", particularmente proporcionando una cierta resistencia a tracción, de la que carecen los materiales granulares.



Los textiles en construcción de carreteras: colocación de la lámina, fijación, extendido de la capa superior de árido.
(Fotos cortesía de Expandal - TYPAR)

—Repartir las cargas, aumentando la superficie sobre la que aquellas actúan.

Volveremos más adelante sobre estas funciones, una vez se hayan descrito, siquiera sea brevemente, las aplicaciones más usuales de estos materiales.

Los geotextiles se vienen empleando en:

—Construcción de firmes de carreteras (capa anti-contaminante, capas de base), particularmente en terrenos malos, de baja capacidad portante; en construcción de plataformas para vías férreas; caminos de obra; pistas forestales, etcétera.

—Construcción de terraplenes en terrenos permeables, donde actúan como refuerzo, o en terrenos impermeables, donde actúan como armaduras drenantes.

—Construcción de explanaciones para edificación, aparcamientos, terrenos deportivos, agricultura, playas artificiales, etcétera.

—Drenes verticales u horizontales, consolidación de terrenos en presas de materiales sueltos, o bien como recubrimiento de drenes de arena, grava o tubería.

—Protección de pendientes y riberas (evitando el arrastre de finos), así como para la formación de gabiones y sacos de tierra.

—Protección de capas de estanqueidad en presas, canales, y a veces —impregnado de betún— constituyendo capas en sí mismo estancas.

PROPIEDADES DE LOS TEXTILES SINTETICOS

Las características que un material cualquiera debe reunir para que resulte efectiva su aplicación dependen, lógicamente, de las funciones que habrá de realizar. Según se ha visto, en el caso de los geotextiles esas funciones son muy variadas, por lo que a efectos de una mejor exposición podrían (ref.^a 4) agruparse en dos categorías principales: la función mecánica y la función hidráulica, cada una de las cuales engloba un conjunto de propiedades singulares.

Dentro de la función mecánica, el geotextil puede **aumentar la resistencia a la rotura** (por ejemplo, en terraplenes, donde sin reducción de la principal característica de las obras de tierra, que es la de adaptarse a deformaciones de cierta importancia, mejore la resistencia del material), puede **reducir la deformabilidad** cuando interese y puede **aumentar la resistencia a la fatiga** de la explanada, bien por disminución de las tensiones al repartir mejor las cargas, bien por evitar la acumulación de deformaciones en zonas localizadas, o por ambas cosas a la vez.

Las variables que influyen sobre el comportamiento "mecánico" de los geotextiles son muy diversas; unas dependen del propio material, otras del suelo, otras del sistema de puesta en obra de la capa textil.

Entre las que dependen del propio material y son por ello más controlables, interesa estudiar:

—La **resistencia y alargamiento en rotura**. Se dispone de una gama variada de ensayos al respecto,

LOS TEXTILES SINTETICOS Y SU APLICACION EN OBRAS PUBLICAS

todavía no normalizados en España para esta aplicación: por simple tracción; por tracción evitando la disminución de anchura de la banda ensayada; con o sin compresión en el sentido del espesor; según la orientación del esfuerzo con relación al sentido de fabricación; en condiciones normales, o saturada de humedad.

El ensayo más corriente es el de simple tracción (se utilizan bandas de 300 x 50mm. que se estiran hasta rotura) expresándose los resultados de resistencia en kilogramos por centímetros de anchura, con valores muy variados (normalmente entre 10 y 50 kilogramos por centímetro), como también ocurre en alargamientos (hasta de un 70 %), mayores en no-tejidos que en tejidos.

Las resistencias (v. ref.^a 3) dependen del gramaje —peso por metro cuadrado— (siendo superiores a igualdad de éste en tejidos que en no tejidos), de la naturaleza de las fibras (p.e. el poliéster parece ser el más resistente), etcétera.

Se ha achacado a este ensayo, propio de la industria textil tradicional, el no tener en cuenta la posible existencia de esfuerzos en varias direcciones así como de la posibilidad en la práctica de constricciones laterales que eviten la contracción de la sección en la zona central, y se han puesto a punto métodos de ensayo especiales (p.e. el del Laboratorio Regional de Saint-Brienc, Francia), que además permiten establecer un módulo de deformación.

Es curioso constatar una cierta constancia en cuanto al coeficiente de proporcionalidad resistencia (kilogramos por centímetro)/gramaje (gramos por metro cuadrado), que resulta ser para los "no-tejidos" de aproximadamente 0,45.

—En realidad, más importante desde el punto de vista de las aplicaciones es la propia **deformabilidad** antes que la resistencia, aunque los ensayos se hagan fundamentalmente sobre esta propiedad. Normalmente la deformabilidad es grande y sobre todo muy adaptada a la del terreno, y por lo general no se suelen producir tensiones suficientes para agotar la resistencia a tracción del material.

—Seguramente también más importante que la propia resistencia a tracción y ello se traduce en una mayor frecuencia en cuanto a su ensayo, es el estudio de la **resistencia al desgarramiento**, por otra parte íntimamente relacionada con la resistencia a tracción y el alargamiento en rotura. La resistencia al desgarramiento es mayor en los "no tejidos" que en los tejidos, porque en aquellos se favorece más la transmisión y el reparto de esfuerzos entre un mayor número de fibras.

—Interesa también conocer el **coeficiente de rozamiento** textil-suelo, que depende fundamentalmente de la rugosidad del material y de la granulometría del terreno. Normalmente es igual o ligeramente inferior al coeficiente de rozamiento interno del suelo, por lo que el textil constituye un plano de deslizamiento preferente. Por eso, si el material se emplea en funciones de

refuerzo o armadura no debe colocarse en dirección paralela a los planos de rotura, pues ello sería negativo y debilitaría la obra. Sin embargo, en alguna ocasión esa característica puede ser positiva, por ejemplo, cuando el textil se emplea como aislante en revestimientos de canales (hormigón-textil-lámina estanca-textil-hormigón) de forma que permita el desplazamiento relativo entre capas sin detrimento de la estanqueidad.

—Otra propiedad interesante desde el punto de vista mecánico es la **isotropía** o anisotropía del material: los tejidos son fuertemente anisótropos según la dirección de la trama, los no-tejidos pueden considerarse muy próximos a la isotropía.

—**Reversibilidad de las deformaciones, resistencia al punzonamiento, resistencia a la fatiga, compresibilidad** en el sentido del espesor, son otras tantas propiedades que conviene estudiar en los textiles, para su aplicación en funciones "estructurales".

En cuanto a la **función hidráulica**, puede a su vez referirse a un doble cometido:

—Función como filtro.

—Función como dren.

A ellas cabe añadir por su relación con la primeramente citada la acción anticontaminante, tendente a evitar la interpenetración de dos suelos, que es en cierto modo una función de filtro referida no al agua, sino a partículas sólidas que puedan atravesar la interfaces.

Las propiedades a estudiar en un geotextil para que cumpla adecuadamente las funciones citadas son las siguientes:

—**Permeabilidad**, que es la propiedad básica. Puede determinarse en dirección perpendicular a la capa o en el sentido de la misma. La permeabilidad (cm./seg. ó litros por metro cuadrado y min.) viene influida por el estado de compresión de la capa, y varía mucho según los productos, habiéndose obtenido para la permeabilidad en sentido normal valores entre $30 \cdot 10^{-2}$ y $6,5 \cdot 10^{-2}$ cm./seg. o sea valores bastante elevados (para arena fina, por ejemplo la permeabilidad oscila entre 10^{-2} y 10^{-3} cm./seg.; para gravas, entre 10 y 100 centímetros por segundo). Se ha comprobado que dicha permeabilidad es directamente proporcional al cubo de la porosidad e inversamente proporcional al cuadrado de la superficie específica, y está influida asimismo por el diámetro de las fibras. Si la permeabilidad en sentido normal a la lámina aumenta al disminuir el espesor, lo contrario ocurre con la permeabilidad longitudinal. De aquí que el espesor sea importante según los fines que se proponga una determinada aplicación: como filtro, o como dren.

—**Diámetro de las fibras**, que influye en el diámetro de las partículas que pueden atravesar el filtro, así como en la propia permeabilidad de éste, por su relación con la superficie específica. Normalmente el diámetro de las fibras es de 25-50 micras.

—**Diámetro máximo de las partículas que pueden atravesar la capa textil**. También en este parámetro influye la posible compresión a que se halle sometida la capa, así como el espesor de la misma. Se

LOS TEXTILES SINTETICOS Y SU APLICACION EN OBRAS PUBLICAS

trata de una magnitud difícil de determinar, por el pequeño diámetro de las partículas. Para láminas de espesor superior a 2 mm. (a 20 g./cm.² de compresión) se obtienen valores de diámetro máximo de 50 a 80 micras, magnitud que puede determinarse tanto experimentalmente como mediante una aproximación geométrica en función del diámetro de las fibras y de su separación.

— **Espesor** de la capa y compresibilidad de la misma,

determinaciones cuya conveniencia viene determinada por su influencia sobre la permeabilidad.

— **Porosidad**, que puede calcularse por la fórmula:-

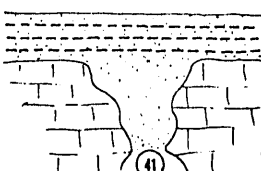
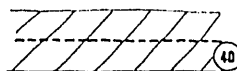
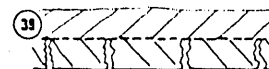
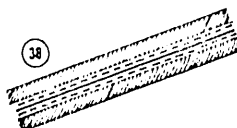
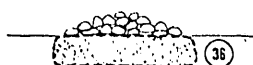
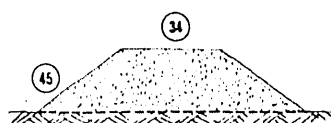
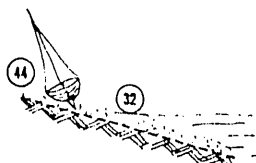
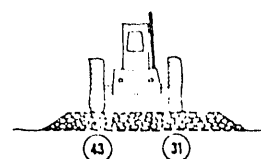
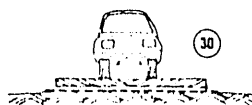
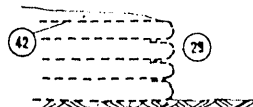
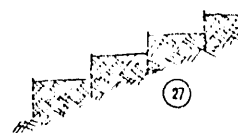
$$p = 1 - \frac{P}{1.000 \gamma . H}, \text{ donde}$$

P = peso del textil en g./m.²

γ = peso específico del material sintético en g./cm.³

h = espesor en mm. de la lámina.

La porosidad oscila en general alrededor del 90 por ciento, disminuyendo al 70-80 % cuando el material



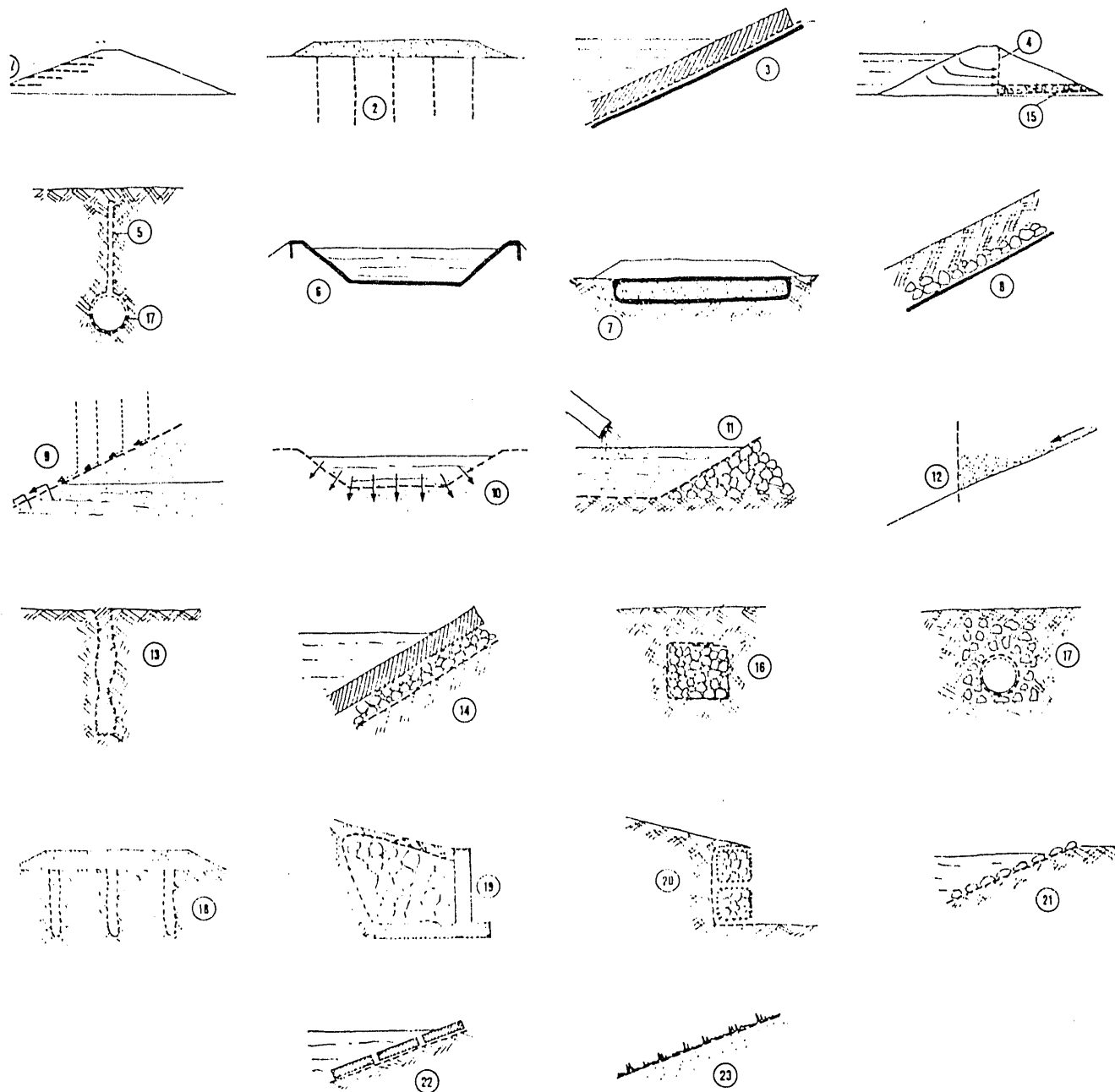
Aplicaciones de los textiles (S. Giroud)

LOS TEXTILES SINTETICOS Y SU APLICACION EN OBRAS PUBLICAS

está comprimido. En cualquier caso, son valores que aseguran una elevada permeabilidad.

Si el textil se va a emplear fundamentalmente en funciones de aumento de la capacidad portante de un terreno, convendrá determinar sobre todo la resistencia a tracción, deformabilidad y resistencia al desgarramiento. Si la lámina va a tener una función anticontaminante, interesará sobre todo determinar el diámetro de las partículas que pueden atravesar la capa, así como la permeabilidad y las propiedades mecánicas.

Si el textil se va a emplear como filtro interesará fijar el diámetro de las partículas que pueden atravesarlo, y la permeabilidad, siempre en función de los arrastres de la vena líquida y de la naturaleza del terreno. La fijación de dicho diámetro dependerá del espesor del filtro, de la granulometría del suelo y de su cohesión, siempre buscando evitar la colmatación y el lavado del suelo. Se han propuesto al respecto diversas recomendaciones (ref.^a 2), que en todo caso dependerán mucho de las circunstancias de cada caso en, particu-



LOS TEXTILES SINTETICOS Y SU APLICACION EN OBRAS PUBLICAS

lar. Finalmente si el textil se va a emplear como dren interesará sobre todo la permeabilidad y la posible colmatación e influencia que sobre aquella pueda tener la compresión a que va a estar sometido el textil. Tanto en este caso como cuando la lámina se utiliza como filtro, la resistencia y deformabilidad del textil deberán también ser tenidas en cuenta.

APLICACIONES

Se han agrupado de varias formas las numerosas aplicaciones que los textiles encuentran en obras de todo tipo. Una de ellas (ref.^a 2), es la que se basa en el origen de la sollicitación a que está sometida la lámina, según provenga del agua o provenga de la fase sólida.

Dentro del primer caso, se encuentran las siguientes aplicaciones (ver figura):

a) como dren.

—Drenaje de la parte de aguas arriba de presas de tierra, para asegurar la estabilidad en caso de vaciado rápido. (1)

—Drenajes verticales para acelerar la consolidación del suelo. (2)

—En canales, depósitos, etc., entre la lámina de estanqueidad y el revestimiento de hormigón, para asegurar el drenaje del agua inicial o de la infiltrada posteriormente. (3)

—Como pantalla drenante vertical para recogida de las aguas filtradas a través de una presa de tierra. (4)

—Drenaje vertical para conducir el agua a un tubo drenante horizontal, por ejemplo en el intradós de muros de fábrica. (5)

b) como lámina estanca (para lo cual hay que tratar el textil con betún, resinas, elastómeros, etcétera).

—En depósitos, presas, canales. (6)

—Como envoltura de una porción de terreno que haya de soportar esfuerzos, manteniendo constante el contenido de agua de aquel y por tanto su capacidad portante. (7)

—Bajo drenes, para facilitar el encauzamiento del agua drenada. (8)

c) Como "válvula" (el geotextil impide el paso del agua actuando como impermeable cuando no está saturado y la presión del agua es débil y como permeable cuando ésta sobrepasa un cierto nivel.

—En terraplenes, conduciendo como lecho impermeable el agua que llega hasta él (presión débil) y filtrando como dren el agua intersticial si la presión es fuerte. (9)

d) Como filtro.

—En zanjas o pozos de recarga de capas freáticas. (10)

—En consolidación hidráulica de terraplenes. (11)

—Como revestimiento de pilotes, impidiendo la salida de los componentes sólidos del hormigón. (13)

—Como filtro entre el terreno y la capa drenante

colocada bajo un revestimiento de canal, presa, depósito, etcétera. (14)

—Como filtro envolvente de un plano drenante horizontal en presas de tierra. (15)

—En zanjas drenantes (dren francés), conteniendo en su interior material granular. (16)

—Como envoltura de tubos drenantes perforados. (17)

—Como funda en drenes verticales granulares. (18)

—Como filtro protector del dren en muros de contención. (19)

—Como filtro bajo capas protectoras de escollera, en defensa de márgenes y riberas. (21)

—Como filtro bajo losas de protección. (22)

—Como filtro bajo revestimientos vegetales y plantaciones. (23)

Dentro de la categoría de aplicaciones en las que la sollicitación principal proviene de la fase sólida, se encuentran las siguientes:

a) En papel de contención del suelo:

—Evitando desprendimientos en laderas. (24)

—Revestimiento en zonas de estacionamiento o circulación de aparatos o vehículos. (25)

—Protección de pendientes contra la acción de la lluvia (p.e. asociando el textil con betún, resinas, elastómeros). (26)

—En funciones de sostenimientos ligero, mediante láminas de textil fijadas con piquetes. (27)

—En sacos de tierra. (28)

—En tierra armada. (29)

b) En papel de contención y separación de medios granulares diferentes:

—Bajo pistas de losas o de grava. (30)

—Bajo losas de hormigón en firmes rígidos, evitando el "pumpig" del material subyacente. (29)

—En firmes de carreteras, sobre la explanada. (31)

—En playas artificiales. (32)

—En terrenos deportivos o agrícolas. (33)

—Bajo terraplenes de carreteras y plataformas de vías férreas. (34)

c) En papel de refuerzo.

—Asociada a láminas estancas colocadas sobre piedra, las cuales no soportarían por sí solas la carga de agua. (37)

d) En papel de aislante, entre dos materiales, evitando que las deformaciones de uno de ellos afecten al otro.

—Revestimientos multicapa para canales (hormigón-textil-lámina estanca-textil-hormigón), para asegurar una perfecta estanqueidad, permitiendo el desplazamiento mutuo de las diferentes capas debido a las sollicitaciones térmicas y a los asentamientos diferenciales. (38)

—Entre dos capas de firmes de carreteras, para evitar la propagación de la fisuración. (39)

e) En papel de armadura, proporcionando resistencia a tracción:

—En firmes. (40)

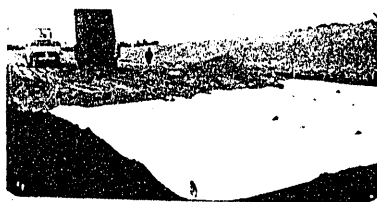
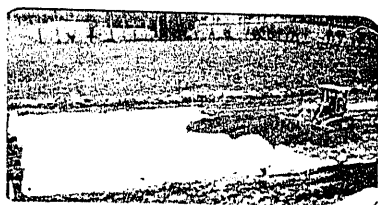
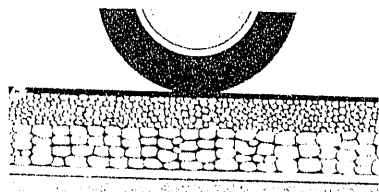
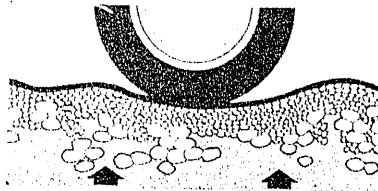
LOS TEXTILES SINTETICOS Y SU APLICACION EN OBRAS PUBLICAS

- En zonas de terreno de débil capacidad portante, apoyándose en otras zonas más resistentes. (41)
- En reparto de cargas debidas al tráfico en pistas de obra. (43)
- En acondicionamiento de explanaciones para zonas de depósito de cargas pesadas. (44)
- En terraplenes multicapas suelo-textil. (42)
- En refuerzo de mezclas bituminosas.

APLICACIONES MAS FRECUENTES EN OBRAS DE INGENIERIA

Sin duda, una de las aplicaciones que ha encontrado mayor éxito en España es el empleo de los textiles en funciones de estabilización de terrenos para la construcción de carreteras.

Es frecuente el deterioro de los accesos sobre todo debido al mal tiempo y al tráfico de vehículos pesados. Además del descenso de rendimiento originado por las dificultades en la circulación de los vehículos de transporte de la obra, puede producirse una grave contaminación de la capa granular de base o subbase, al remontar los finos de la explanada subyacente y descender e incrustarse en ella el material granular de aportación. Se origina así un mezclado funesto, con



Los textiles en construcción de carreteras: Esquema funcional y fases de puesta en obra. (Fotos cortesía de ITCC SODOCA)

alteración de la granulometría y descenso de la capacidad portante, que puede hacer inservible el firme provisional en caso de lluvia, e incluso exigir una posterior remoción del conjunto, con los consiguientes problemas. O bien se recurre en estos casos a aumentar mucho el espesor de la capa granular, añadiendo zahorra, lo cual es costoso y poco útil y puede alterar la cota de la rasante, o bien se recurre a los textiles sintéticos, que cumplen una triple función: mejorar la capacidad de carga de la subbase, evitar la pérdida de áridos hacia capas inferiores (o el remonte de finos hacia las capas superiores) y permitir el libre drenaje del agua procedente de la superficie de la carretera.

Para la puesta en obra es necesario primeramente preparar la superficie, eliminando piedras grandes, ramas u otras irregularidades. Es aconsejable la colocación del textil inmediatamente después de la excavación, a fin de mantener la nivelación de la superficie. A veces se echa una delgada capa de arena, para mejorar el drenaje.

El rollo de textil, de unos 80 Kg. de peso por lo general, se desenvuelve fácilmente a mano, fijando la lámina mediante piquetes o piedras. Si hay que colocar en paralelo varias láminas deben solaparse en una longitud de 0,50 m. como mínimo, o bien unir las láminas mediante clavijas o grapas.

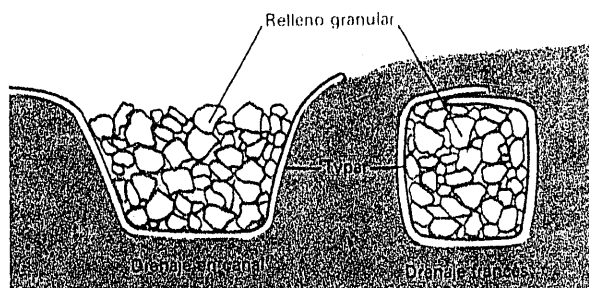
Luego se puede verter el árido, que debe estar exento de arcilla, en capas de 30-40 cm., que se nivelan y compactan a continuación, procurando evitar el contacto directo con la lámina de las ruedas de los vehículos o de la cuchilla de la niveladora, para evitar el desgarramiento de aquella. Una vez compactado, el firme queda en condiciones de prestar un servicio adecuado y duradero incluso al tráfico pesado, sin roderas ni hundimientos locales de la superficie.

Entre las obras recientes en que se han utilizado textiles sintéticos en nuestro país, pueden citarse la autopista Valencia-Alicante (Dragados y Construcciones, S.A.) la ampliación de la Base Aérea de Rota (Opsa), reparación de vías de FEVE (Sala Amat), autopista de Asturias (Huarte y Cía, S.A.) etcétera.

Otra importante aplicación es en drenajes. Un tipo habitual de drenes es el llamado francés, consistente en colocar dentro de una zanja una serie de capas de material granular. Para evitar la progresiva colmatación de este material por el terreno de relleno de la zanja o material arrastrado de las paredes, etc., se suele rodear la grava por un material anticontaminante, normalmente arena. La granulometría debe ser muy precisa (Terzaghi) y la operación es delicada, pues en otro caso puede quedar inutilizado el dren en poco tiempo. Esa precisión es costosa, lenta y no siempre conseguible, y el comportamiento puede verse afectado con facilidad.

Los textiles proporcionan una solución muy adecuada, con mayor facilidad de ejecución, necesidad de menor sección excavada y mayores garantías de durabilidad.

LOS TEXTILES SINTETICOS Y SU APLICACION EN OBRAS PUBLICAS



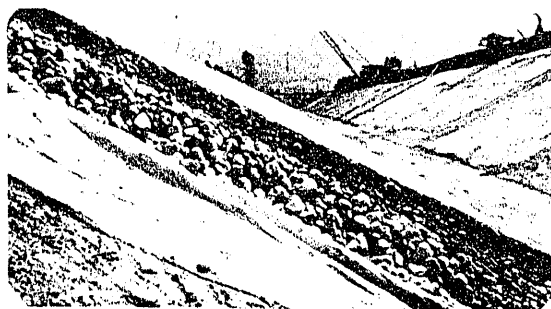
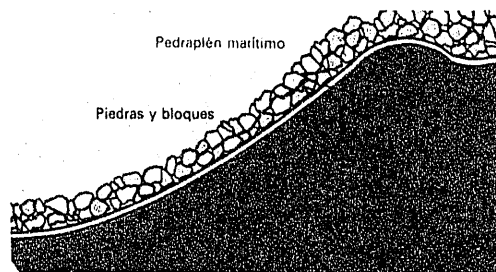
Aplicación de los textiles en drenaje: zanjas drenantes tipo "francés". (fotos cortesía de Expandal - TYPAR)

Para ello basta colocar dentro de la zanja la lámina textil, verter sobre ella el material granular y cubrir la parte superior por simple solape plegando los bordes de la lámina. También se puede colocar un tubo drenante entre la grava e incluso puede bastar con proteger el tubo con el textil. El coste de la lámina queda compensado por la reducción en la sección a excavar, menor necesidad de material de relleno, evitación de operaciones de precisión no siempre posible de conseguir, y mayores garantías de funcionamiento.

Como protección frente a la erosión, en defensa de márgenes de ríos y costas el textil sintético ha encontrado también una aplicación muy extendida. En efecto, en este tipo de obras es corriente la utilización de filtros granulares, costosos y que exigen una supervisión constante. El textil proporciona una solución eficaz, como membrana permeable y filtrante, evitando por una parte el aumento de presiones hidrostáticas y por otra, la erosión y desgaste que conduce a la pérdida de finos. Su colocación es rápida y no exige

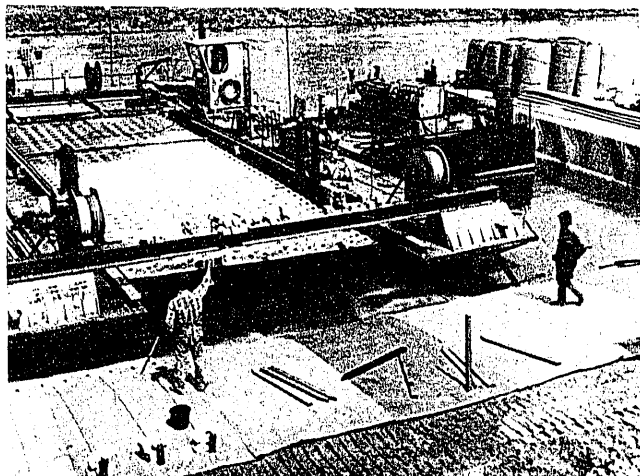
tantas precauciones como los revestimientos granulares convencionales.

El sistema se ha utilizado en numerosos proyectos entre los que cabe citar por su importancia los de ensanchamiento del canal de Kiel, obras de defensa en las orillas del Mittelland-Kanal y del Danubio, protección de zonas costeras del mar Báltico y del mar del Norte, lago Erie en Canadá, obras del Delta holandés, etcétera.



Aplicación de textiles en defensa de márgenes, obras marítimas y revestimiento de canales.

Para muros de tierra armada, puede colocarse la lámina y sobre ella una tongada (50 cm.) de terreno, sobre cuya cara superior se pliega el textil. A continuación, nueva capa de terreno, y así sucesivamente. El textil desempeña un doble papel: como armadura y



Aplicación del textil Terrafix (Bayer) en protección de márgenes, utilizando barcos especiales para su colocación

LOS TEXTILES SINTETICOS Y SU APLICACION EN OBRAS PUBLICAS

como dren. El único inconveniente, importante en ocasiones, es el aspecto del paramento, que puede quedar poco perfilado, sin la firme horizontalidad de líneas deseable.

VENTAJAS E INCONVENIENTES

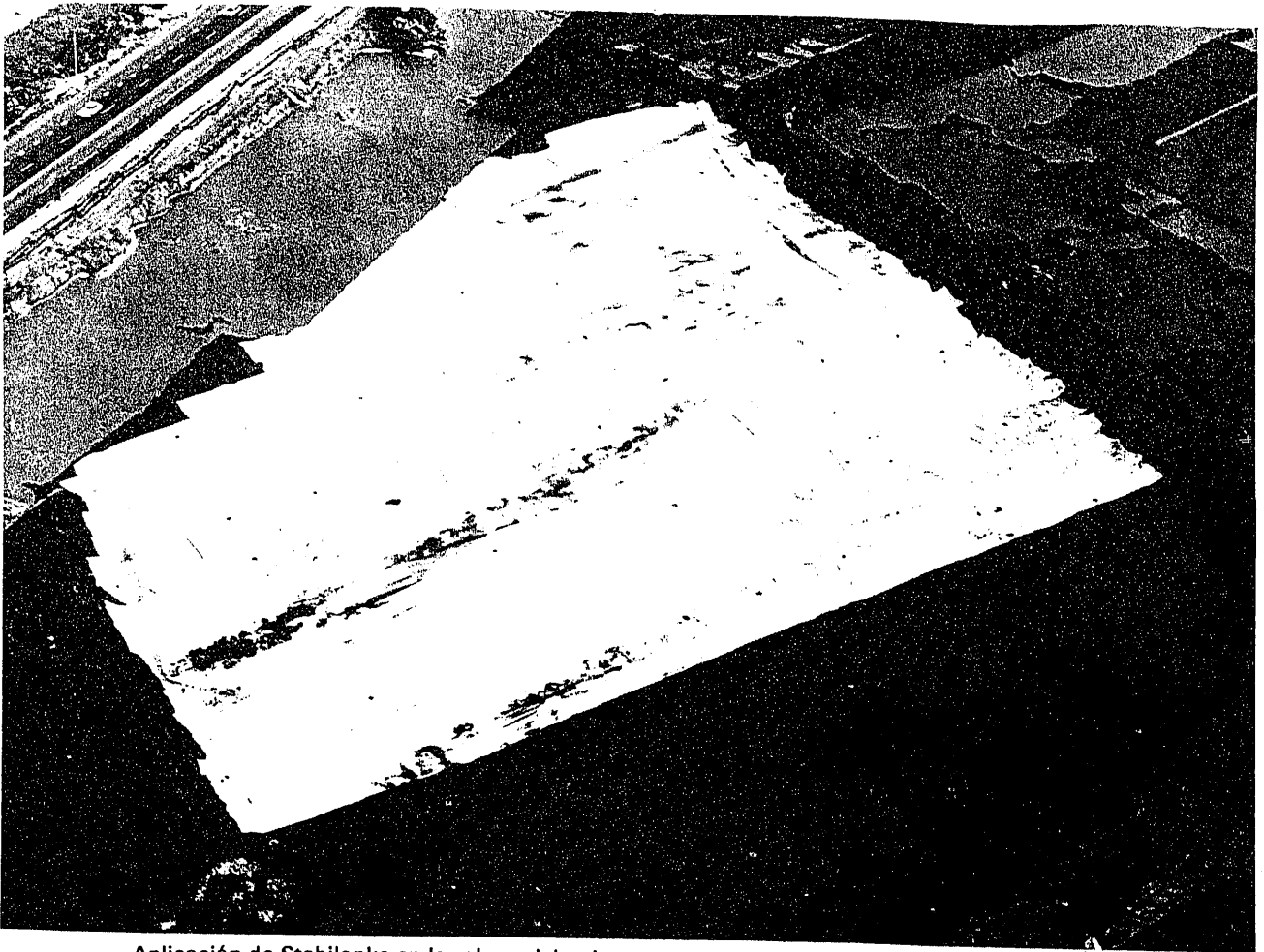
En las aplicaciones que se acaban de enumerar, el empleo de los textiles sintéticos puede permitir en ocasiones una apreciable reducción de costes, con ventajas funcionales evidentes en muchos casos. En carreteras, por ejemplo, podrá reducirse el espesor de las capas granulares inferiores del firme, asegurando a pesar de ello un mejor comportamiento, o evitar la necesidad de capa anticontaminante y de estabilizaciones químicas o mecánicas que en ocasiones no serán necesarias una vez terminado el firme.

En la ejecución de zanjas drenantes, el empleo de textiles sintéticos puede permitir una sensible reducción de la sección a excavar así como un menor aporte de materiales, cuya granulometría es costosa y difícil, por exigir gran precisión, con la ventaja adicional de proporcionar una mayor seguridad en cuanto al

comportamiento futuro del dren. La utilización del textil es particularmente aconsejable para longitudes de dren no muy grandes, así como cuando el material granular sea escaso en la zona y por tanto aumente el coste de su transporte. Ello es también de aplicación en el caso de capas inferiores de firmes de carreteras o plataformas de vías férreas, por los grandes volúmenes necesarios.

Entre los problemas, todavía no resueltos, que presentan los textiles sintéticos, pueden citarse en primer lugar el de la colmatación de la lámina por los finos retenidos entre las fibras, que puede reducir la capacidad filtrante, lo cual es decisivo si la lámina se emplea en revestimiento de drenes. En otros casos puede ser también importante, por la subpresión que se originaría como consecuencia de dicha colmatación, que tendería a levantar la lámina. Antes de emplear el material conviene hacer ensayos en función del tipo de terreno presente en cada caso.

Otro problema puede ser el envejecimiento químico del material. Normalmente los textiles sintéticos no soportan una exposición prolongada a los rayos ultravioleta; en otros casos la presencia de álcalis o ácidos en el terreno podrá afectar al material, siendo conve-



Aplicación de Stabilenka en las obras del enlace carretero de Muiderberg (Holanda). Vista aérea.

LOS TEXTILES SINTETICOS Y SU APLICACION EN OBRAS PUBLICAS

niente en cualquier caso asegurarse antes mediante los oportunos ensayos.

También en algunos tipos de láminas puede producirse una fluencia con el tiempo, bajo la acción de cargas permanentes. Influye en ello la temperatura, y el papel mecánico del textil como armadura puede verse afectado por ese alargamiento, lo cual deberá en todo caso preverse antes de su colocación.

Se echa de menos la carencia casi absoluta de instrucciones, especificaciones o recomendaciones para el empleo de estos materiales, así como Normas de Ensayo apropiadas. Solamente, por lo que se refiere a la función drenante, el U.S. Corps of Engineers estableció especificaciones sobre tejidos con abertura de malla uniforme. Parece que el Waterways Experiment Station de Estados Unidos está en la actualidad elaborando especificaciones algo más generales. Las Normas de Ensayo hasta ahora empleadas con más frecuencia son normas francesas (resistencia a tracción NF G07-001, resistencia al desgarramiento NF G37-104 etcétera). En Alemania se están llevando a cabo desde hace cinco años ensayos tendentes a establecer las características técnicas y procedimientos de control de estos materiales. Los últimos congresos celebrados han sido los de París (abril 1977) y Amsterdam ("INDEX78" 18-21 de abril 1978), este último organizado por EDANA, Asociación europea de fabricantes de "no tejidos". En ellos se ha puesto de manifiesto el creciente interés por estos materiales y la necesidad de profundizar en su estudio.

Convendría que por los organismos españoles relacionados con estos temas se propusieran recomendaciones o pliegos de condiciones, que sin duda facilitarían el empleo de estos materiales por parte de

proyectistas y constructores, permitiendo una sustancial mejora en cuanto al conocimiento y aplicaciones de estos materiales en las condiciones de nuestro país.

CONCLUSIONES

De los estudios realizados la fecha y de la observación del comportamiento del material en numerosas aplicaciones puede concluirse que los textiles sintéticos constituyen hoy una solución muy aceptable a numerosos problemas, por su ligereza, por su solidez, por su resistencia mecánica y gran alargamiento en rotura, por su capacidad filtrante y por su facilidad de puesta en obra. No obstante, debería continuar la investigación sobre estos materiales, en orden a la elaboración de unas especificaciones que con carácter general fueran de utilidad tanto para el proyecto como para la ejecución de obras con este material.

REFERENCIAS

- (1) Dallaire, G.: "Filter fabrics: bright future in road and highway construction". Civil Engineering-ASCE. Mayo 1976.
- (2) Giroud, J. P.: "Les geotextiles". Le Moniteur des Travaux Publics et du Batiment. 26-12-1977.
- (3) "Journée d'études sur les nontissés". Revue Grate des Routes et des Aerodromes. Enero 1975.
- (4) Leflaive, E. y Puig J.: "L'emploi des textiles dans les travaux de terrassement et de drainage". Bull. Liaison Labor. Ponts et Chaussées. Enero-febrero 1974.
- (5) Rosen, W. J. y Marks, B. D.: "Investigation of filtration characteristics of a nonwoven fabric filter". Transportation Research Record, n.º 532, 1975.
- (6) Seemel, R. N.: "Plastic filter fabrics challenging the conventional granular filter". Civil Engineering-ASCE. Marzo 1976.
- (7) Vautrain, J. y Puig, J.: "Remblai experimental de Caen. Experimentation du Bidim". Bulletin Liaison Labor. Ponts et Chaussées. Noviembre 1969.
- (8) "Les voiles synthétiques non tissés et leurs utilisations en grands travaux". Construction. Noviembre 1976.